

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN Y COMPRESIÓN
DEL CONCRETO CON $f'c=210$ KG/CM² USANDO EPÓXICO EN
JUNTAS FRÍAS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR
MARYORI NUÑEZ ALEMAY**

**ASESOR
JUAN IGNACIO LUNA MERA
<https://orcid.org/0000-0003-0245-3137>**

Chiclayo, 2022

**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN Y
COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON $F'C=210$ KG/CM²
USANDO EPÓXICO EN JUNTAS FRÍAS**

PRESENTADA POR:
MARYORI NUÑEZ ALEMAY

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Carlos Tafur Jiménez
PRESIDENTE

César Eduardo Cachay Lazo
SECRETARIO

Juan Ignacio Luna Mera
VOCAL

Dedicatoria

Mi tesis se la dedico a Dios, como agradecimiento de llenar a mi familia de bendiciones y de mucho amor, por darnos la fuerza y valentía para seguir adelante. A mi madre, a mis hermanas Jimena y Camila, por creer en mí y hacer esto una realidad.

Finalmente, se la dedico a un ser muy especial que hoy está en el cielo, mi padre, a quien admiro con todo mi ser, quien, a pesar de no estar físicamente a mi lado, estará siempre en mi corazón.

Todo esto, es gracias a ustedes.

Agradecimientos

Agradezco infinitamente a Dios por permitirme finalizar mis estudios de manera satisfactoria, a todas las personas que me apoyaron durante el desarrollo de mi investigación. A mis padres, por haberme brindado esta oportunidad, por sus consejos que me impulsaron a continuar y nunca desistir.

De una manera muy especial, a mi asesor de tesis, Ing. Juan Ignacio Luna Mera, por haber sido una pieza fundamental, por haberme brindado el apoyo necesario para fortalecer mis conocimientos.

Y a mi Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, por haberme formado con principios y ser una gran persona y profesional.

Índice

Resumen	11
Abstract	12
I. Introducción	13
II. Marco teórico	16
Antecedentes	16
Bases teóricas	20
III. Metodología	36
IV. Resultados	87
V. Discusión.....	138
VI. Conclusiones	151
VII. Recomendaciones.....	154
VIII. Referencias.....	155
IX. Anexos.....	159

Lista de tablas

Tabla 1: Límites de porcentaje que pasa del agregado fino	24
Tabla 2. Muestras de especímenes de concreto con curado superficial bajo sombra (Concreto Antiguo sin curado 1, 3 y 7 días)	37
Tabla 3. Muestras de especímenes de concreto con curado superficial bajo sol (Concreto Antiguo sin curado 1, 3 y 7 días)	37
Tabla 4. Operacionalización de variables	40
Tabla 5: Requisitos granulométricos para el agregado fino	46
Tabla 6: Requisitos granulométricos para el agregado grueso.....	46
Tabla 7: Requisitos granulométricos considerados para el Huso N° 67	47
Tabla 8: Tipo de consistencia en el concreto	60
Tabla 9: Revenimientos sugeridos para varios tipos de infraestructuras en la construcción ...	60
Tabla 10: Tolerancia de tiempo para el ensayo a la compresión	71
Tabla 11: Resistencia requerida para diseño de mezcla.....	78
Tabla 12: Agua en lt/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso	79
Tabla 13: Contenido de aire atrapado	80
Tabla 14: Relación agua/cemento de diseño en peso.....	81
Tabla 15: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto	82
Tabla 16: Matriz de consistencia.....	85
Tabla 17: Análisis granulométrico del agregado fino de la Cantera “La Victoria”	87
Tabla 18: Análisis granulométrico del agregado fino de la Cantera “Tres Tomas”	89
Tabla 19: Análisis granulométrico del agregado grueso de la Chancadora “Granda”, Cantera “Tres Tomas”	91
Tabla 20: Análisis granulométrico del agregado grueso de la Chancadora “Cabrera”, Cantera “Tres Tomas”	93
Tabla 21: Contenido de humedad del agregado fino de la Cantera “La Victoria”.....	95
Tabla 22: Contenido de humedad del agregado fino de la Cantera “Tres Tomas”	96
Tabla 23: Contenido de humedad del agregado grueso de la Chancadora “Granda”, Cantera “Tres Tomas”	97

Tabla 24: Contenido de humedad del agregado grueso de la Chancadora “Cabrera”, Cantera “Tres Tomas”	97
Tabla 25: Pesos Unitarios del agregado fino de la Cantera “La Victoria”	98
Tabla 26: Pesos Unitarios del agregado fino de la Cantera “Tres Tomas”	99
Tabla 27: Pesos Unitarios del agregado grueso de la Chancadora “Granda”, Cantera “Tres Tomas”	100
Tabla 28: Pesos Unitarios del agregado grueso de la Chancadora “Cabrera”, Cantera “Tres Tomas”	101
Tabla 29: Peso Específico del agregado fino de la Cantera “La Victoria”	102
Tabla 30: Peso Específico del agregado fino de la Cantera “Tres Tomas”	103
Tabla 31: Peso Específico del agregado grueso de la Chancadora “Granda”, Cantera “Tres Tomas”	104
Tabla 32: Peso Específico del agregado grueso de la Chancadora “Cabrera”, Cantera “Tres Tomas”	105
Tabla 33: Asentamiento obtenido por contenido de agua	106
Tabla 34: Asentamiento obtenido por contenido	107
Tabla 35: Peso unitario del concreto fresco	107
Tabla 36: Contenido de aire del concreto.....	108
Tabla 37: Temperatura del concreto.....	108
Tabla 38: Resistencias a la compresión de probetas patrón	114
Tabla 39: Resultados de probetas monolíticas curadas bajo sol y sombra.....	115
Tabla 40: Resultados a la compresión de probetas con epóxico CA=1d.	116
Tabla 41: Resultados a la compresión de probetas con epóxico CA=3d.	118
Tabla 42: Resultados de probetas con epóxico CA=7d.....	120
Tabla 43: Tipos de fallas de los especímenes curados bajo la sombra	123
Tabla 44: Tipos de fallas de los especímenes curados bajo el sol.....	124
Tabla 45: Resultados de la resistencia a compresión diametral de probetas monolíticas curadas bajo sol y sombra.....	125
Tabla 46: Resultados a la compresión diametral de probetas con epóxico CA=1d.	127
Tabla 47: Resultados a la compresión diametral de probetas con epóxico CA=3d.	128

Tabla 48: Resultados a la compresión diametral de probetas con epóxico CA=7d.	130
Tabla 49: Resultados de la resistencia a flexión de vigas monolíticas.....	131
Tabla 50: Resultados de la resistencia a flexión de vigas con epóxico CA=1d.	133
Tabla 51: Resultados de la resistencia a flexión de vigas con epóxico CA=3d.	135
Tabla 52: Resultados de la resistencia a flexión de vigas con epóxico CA=7d.	136
Tabla 53: Comparación de las características de los agregados finos.....	138
Tabla 54: Comparación de las características de los agregados gruesos	139
Tabla 55: Asentamiento elegido para el trabajo	140
Tabla 56: Leyenda de términos/ códigos.....	142
Tabla 57: Resumen de resistencias a la compresión de probetas curadas bajo el sol	143
Tabla 58: Resumen de resistencias a la compresión de probetas curadas bajo la sombra	145
Tabla 59: Equipo multidisciplinario para la elaboración de la evaluación ambiental	221
Tabla 60: Entidad autorizada para la evaluación del impacto ambiental	221
Tabla 61: Datos históricos del tiempo en la ciudad de Chiclayo	227
Tabla 62: Ficha de identificación de pasivo ambiental	231
Tabla 63: Foco de contaminación, contaminantes y efectos sobre el medio de humanos	235
Tabla 64: Factor impactado, indicador, unidad de medida y efecto sobre el medio.....	235
Tabla 65: Resistencias a la compresión de especímenes con epóxico Chema y Sika.....	238
Tabla 66: Resistencias a la flexión de especímenes con epóxico Chema y Sika.....	240

Lista de figuras

Figura 1: Sacando muestras del horno	47
Figura 2: Tamizado del agregado.....	47
Figura 3: Se pesa el agregado retenido.....	48
Figura 4: Se adjuntan los datos retenidos de cada malla.....	48
Figura 5: Pesar el agregado con humedad propia	50
Figura 6: Retirar muestras del horno.....	50
Figura 7: Retirar muestras del horno.....	50
Figura 8: Pesar el agregado después del horno	50
Figura 9: Peso de la fiola.....	53
Figura 10: Eliminando burbujas de aire atrapado	53
Figura 11: Peso de la fiola+ agregado fino + agua después de 24 horas.	54
Figura 12: Pesar la muestra seca	54
Figura 13: Agregado grueso sumergido por 24 hrs.....	54
Figura 14: Se extiende el agregado para secado superficial.....	54
Figura 15: Se pesa el agregado grueso + canastilla.....	55
Figura 16: Pesar la muestra seca	55
Figura 17: Colocando muestras de agregado en las probetas.....	57
Figura 18: Se da 25 golpes con varilla lisa de 3/8”	57
Figura 19: Se da golpes con la goma o mazo	58
Figura 20: Pesando del material en la probeta para sus pesos unitarios	58
Figura 21: Se aplicó 25 golpes con barra compactadora en cada capa	61
Figura 22: Se mide con wincha	61
Figura 23: Se pesa la probeta de metal.....	62
Figura 24: Se pesa la probeta con concreto fresco	62
Figura 25: Introducir agua en una válvula para eliminar el aire en la mezcla.	65
Figura 26: Tomar medida del contenido de aire.	65

Figura 27: Introducir y tomar lectura de la temperatura.	67
Figura 28: Elaboración de especímenes de concreto en laboratorio	69
Figura 29: Curado en laboratorio de muestras patrón	69
Figura 30: Elaboración de especímenes de concreto en campo	69
Figura 31: Curado superficial.....	69
Figura 32: Taco de madera con inclinación	70
Figura 33: Medición del ángulo obtenido de manera aproximada con escuadra de 45°	70
Figura 34: Ángulo de 45° aproximadamente en las probetas.....	70
Figura 35: Vigas llenadas con ángulo de 45° aproximadamente	70
Figura 36: Tipos de fallas del ensayo a la compresión	72
Figura 37: Se extraen de la poza de curado de las probetas patrón.....	73
Figura 38: Tomar las medidas exactas de las probetas	73
Figura 39: Centrar la probeta en la máquina de carga.....	73
Figura 40: Tomar nota de la lectura de carga obtenida	73
Figura 41: Se dejan secar las probetas	75
Figura 42: Se trazan los ejes a la probeta de concreto	75
Figura 43: Centrar la probeta en la máquina de carga.....	75
Figura 44: Tomar nota de la lectura de carga obtenida	75
Figura 45: Se dejan secar a temperatura ambiente las vigas (especímenes prismáticos).....	77
Figura 46: Centrar la viga en la máquina de carga, para que apoyos queden a cada tercio de la misma.	77
Figura 47: Tomar nota de la lectura de carga obtenida	77
Figura 48: Slump en laboratorio (4")	106
Figura 49: Slump en campo (4")	106
Figura 50: Tipos de fallas del ensayo a la compresión N.T.P. 339.034.....	121
Figura 51: Tipos de fallas reales de especímenes monolíticos a los 28 días.....	121
Figura 52: Tipos de fallas reales en los especímenes de concreto con epóxico a los 28 días de rotura.	122

Figura 53: Tipos de fallas reales en los especímenes de concreto con epóxico a los 28 días de rotura (con abertura en junta)	122
Figura 54: Casco de seguridad	209
Figura 55: Zapatos de seguridad	210
Figura 56: Guardapolvo (Ropa de trabajo).....	211
Figura 57: Guantes de protección.....	211
Figura 58: Tapón auditivo	212
Figura 59: Lentes de seguridad	213
Figura 60: Mascarilla de protección.....	213
Figura 61: Guantes resistentes a químicos	216
Figura 62: Mascarilla para ambientes abiertos.....	216
Figura 63: Gafas de seguridad.....	216
Figura 64: Ropa de trabajo impermeable	217
Figura 65: Mapa del departamento de Lambayeque	222
Figura 66: Mapa de la provincia de Chiclayo	222
Figura 67: Ciudad de Chiclayo, donde se hace empleo del aditivo	223
Figura 68: Provincia de Chiclayo, zona de estudio en el uso del epóxico	224
Figura 69: Ciudad de Chiclayo, lugar donde se hizo empleo del aditivo Chema Epox Adhesivo 32.....	225
Figura 70: Temperaturas máximas y mínimas en la ciudad de Chiclayo.....	226
Figura 71: Temperaturas máximas y mínimas en la ciudad de Chiclayo.....	226
Figura 72: Temperaturas máximas y mínimas en la ciudad de Chiclayo.....	227

Resumen

En el Perú nos encontramos con un vacío de conocimientos sobre los materiales que usamos de manera para la construcción, por lo que, surge la siguiente pregunta, ¿Cuánto variará su resistencia a flexión y compresión del concreto simple unidos con epóxico frente a un concreto monolítico? La hipótesis sostiene que el uso de Chema Epox Adhesivo 32 en el concreto fresco-endurecido conserva la resistencia a esfuerzos de flexión y compresión al igual que un concreto monolítico. El objetivo general planteado es evaluar la resistencia a flexión y compresión de concreto simple con epóxico frente a un concreto monolítico, esta investigación se consideró experimental. Obtuvo como resultados trascendentes, las resistencias a compresión simple de las probetas monolíticas a los 28 días curadas superficialmente bajo la sombra, una resistencia de 214.00 kg/cm², a diferencia de la resistencia de probetas de concreto antiguo 1 día con epóxico que alcanzó 188.40 kg/cm². En la resistencia a tracción por compresión diametral se obtuvieron resistencias cercanas, 24.93 kg/cm² y 21.29 kg/cm² respectivamente. Finalmente, en la flexión, los especímenes monolíticos obtuvieron un módulo de rotura obtuvieron un incremento del 25% de su resistencia adquirida. Llegando a la conclusión que es conveniente realizar una buena planificación en obra para evitar el empleo de aditivos epóxicos, pese a ser productores comerciales, pueden estos cumplir sus resistencias deseadas bajo un proceso de curado normativo, lamentablemente este mismo procedimiento no se realiza en campo, es por ello que no se obtienen resultados favorables de la aplicación de ese epóxico.

Palabras clave: Epóxico, juntas frías, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la tracción indirecta.

Abstract

In Peru we find ourselves with a knowledge gap about the materials we use for construction purposes, so the following question arises, how much will its resistance to compression and bending vary from simple concrete bonded with epoxy compared to monolithic concrete? ? The hypothesis holds that the use of Chema Epox Adhesivo 32 in fresh-hardened concrete preserves the resistance to compressive and flexural stresses just like a monolithic concrete. The general objective is to evaluate the compressive and flexural strength of simple concrete with epoxy compared to monolithic concrete. This research was considered experimental. Obtained as transcendent results, the resistance to simple compression of the monolithic specimens at 28 days cured superficially under the shade, a resistance of 214.00 kg / cm², unlike the resistance of old concrete specimens 1 day with epoxy that reached 188.40 kg / cm². In the diametral compressive tensile strength, close strengths were obtained, 24.93 kg / cm² and 21.29 kg / cm² respectively. Finally, in bending, the monolithic specimens obtained a modulus of rupture and obtained an increase of 25% in their acquired resistance. Reaching the conclusion that it is convenient to carry out a good planning on site to avoid the use of epoxy additives, despite being commercial producers, they can meet their desired strengths under a regulatory curing process, unfortunately this same procedure is not carried out in the field, That is why favorable results are not obtained from the application of this epoxy.

Keywords: Epoxy, cold joints, compressive strength, flexural strength, and indirect tensile strength.

I. Introducción

El Perú integra y constituye el Cinturón de Fuego del Pacífico, considerándose la zona más activa del mundo, zona con alta actividad tectónica y sísmica específicamente la costa peruana, es por ello que repetidas veces, han surgido terremotos de gran intensidad en las regiones del norte peruano. [1] Por esta razón, debemos tomar la debida importancia a las construcciones de diversas edificaciones, no solo buscando brindar comodidad y mejor calidad de vida sino la seguridad de los usuarios de esta misma.

Un terremoto en Chile ocurrido entre los años 1958 y 1960 dejó al país con numerosas edificaciones afectadas, totalmente destruidas, por ello, Atilano Lamana se dedicó a realizar muchos estudios en 1964, para lograr determinar las principales fallas de los edificios que colapsaron causa del fenómeno. De esta manera, determinó que las principales fallas fueron las juntas de hormigonado, empalmes, anclajes, presentando así una gran evidencia en las que estas uniones hormigón- hormigón presentaban resistencias muchos menores a los elementos monolíticos que conformaban toda una estructura. [2]

Según el Banco Central de Reserva (BCR); el sector de la construcción en el Perú, habría logrado una expansión de 5.9% en el año 2018 y para el presente año proyecta un crecimiento mayor entre un 6.9% y 7.5% para el año 2020. [3]

El sector de la construcción continuará siendo uno de los principales motores que impulsa el crecimiento económico en nuestro país, permitiendo de esta manera tener mejores oportunidades para todos los pobladores, es por ello, que se debe tomar la debida importancia de no solo ejecutar proyectos, sino considerar la calidad de estas infraestructuras como lo primordial en la construcción.

Toda estructura de concreto debe ser monolítica, pero lamentablemente, en el trabajo de campo, pueden presentarse diferentes inconvenientes de obra, que son posibles de controlar pero imposibles de evitar, como una paralización por supervisión, interrupción de producción o mezcla del concreto por un periodo determinado, fallas de maquinarias, equipos, condiciones climáticas desfavorables, procesos de fiscalización, entre otros problemas que se pueden presentar y que impida la continuidad monolítica de un elemento y esto si no es planificado, y no es reforzado, podría ser causa de posibles futuras fallas en un evento sísmico.

Las juntas de hormigonado, se define como aquella unión que se debe realizar para mantener una continuidad monolítica de dos secciones contiguas por haberse producido una interrupción prolongada que supera el periodo plástico del hormigón. [4]

Existe hoy en día, diversos productos en el mercado para sellar dicha unión, haciendo uso de epóxicos, las cuales diferentes marcas manifiestan su eficiencia asegurando que, al hacer uso de estos, se obtendrá dos elementos diferentes unidos con un comportamiento monolítico. Pese a ello, existe la inseguridad de hacer uso de estos aditivos epóxicos, en la mayor parte de ingenieros residentes encargados de obras en la ciudad de Chiclayo cuestionan la eficiencia del uso de estos productos, especialmente uno en particular denominado: Chema Epox Adhesivo 32, perteneciente de la marca Chema, puesto que por experiencias recogidas, ellos evidenciaron que el sellado no era el deseado, surgiendo así el interés de evaluar este adhesivo, evaluar los factores que influyen directamente en su aplicación sea por la calidad del mismo o un mal procedimiento constructivo en obra.

En nuestro país, existe un escaso interés por la investigación en el área de la construcción, pese a ser éste un sector vital para nuestra productividad y crecimiento económico, no se le da la debida importancia de evaluar los productos ya existentes en el mercado, solo haciendo uso de los mimos, sin seguridad de su eficiencia que tiene estos en una obra de construcción, este desconocimiento de adhesivos estructurales y el funcionamiento de este mismo, me impulsa a llevar a cabo la presente investigación.

En la actualidad, la investigación cumple un rol fundamental en nuestro ámbito ingenieril, puesto que es necesario obtener información de los procesos constructivos y materiales que nos brinda el mercado, para entender, verificar, analizar y mejorar las eficiencias de estos en la construcción, como los aditivos epóxicos que hoy en día son muy usados. No se han realizado ensayos de laboratorio que verifiquen el comportamiento de estos en cuanto a su resistencia a flexión y compresión de especímenes de concreto con y sin estos aditivos.

Del análisis anteriormente descrito, surge el siguiente problema de investigación: ¿Cuánto variará su resistencia a flexión y compresión del concreto simple unidos con epóxico frente a un concreto monolítico? Para atender el problema identificado, se planteó la siguiente hipótesis: “El uso de Chema Epox Adhesivo 32 en el concreto fresco- endurecido conserva la resistencia a esfuerzos de flexión y compresión igual a un concreto monolítico.”

A continuación, evaluaremos cada uno de los aspectos que respaldan el desarrollo de esta investigación.

En el aspecto económico, esta investigación, permitirá a muchos ingenieros encargados de obras de construcción civil tener a su alcance un análisis económico detallado de un aditivo epóxico disponible en el mercado, evaluando así su eficiencia del mismo.

Evaluándolo desde el aspecto científico, esta tesis, permitirá llenar vacíos por falta de conocimiento e investigación sobre el comportamiento de este aditivo como adhesivo en

concretos de diferentes edades, induciendo así a más estudiantes y profesionales a la investigación de no solo dejar la presente investigación en el análisis de este aditivo sino de otros existentes en el mercado.

Desde el punto de vista tecnológico, aporta un conocimiento específico adicional de comprobación que servirá de guía para ingenieros, maestros de obras, técnicos y trabajadores de una empresa de construcción civil.

Esta investigación, además tiene un valioso aporte en el aspecto social, puesto que proporciona seguridad al hacer uso de este epóxico Chema Epox Adhesivo 32, puesto que ésta recolectará datos inalterados e importantes de su comportamiento tanto de compresión como flexión del concreto con la aplicación de este producto.

Y finalmente, el aspecto personal es justificado por motivación propia de impulsar la investigación en Chiclayo, de evaluar especímenes de concreto haciendo uso de epóxico en condiciones de campo, para la comprobación de la eficiencia técnica de esta misma, no solo evaluando la calidad del producto sino buscando mejoras para el control de calidad en obra si es necesario.

De esta manera, se definieron los objetivos necesarios para el estudio de la presente investigación, la cual tiene como objetivo general el evaluar la resistencia a flexión y compresión de concreto simple con epóxico frente a un concreto monolítico. Y estableciendo así mismo, los siguientes objetivos específicos:

Realizar los ensayos necesarios del agregado fino y grueso de las canteras La Victoria y Tres Tomas respectivamente para el diseño de mezcla.

Definir el diseño de mezclas que se necesita para la elaboración de los especímenes de concreto.

Realizar ensayos al concreto fresco para la evaluación de sus características en ese estado.

Elaborar especímenes patrón para la verificación del diseño y las muestras de estudio conformadas por los especímenes de concreto monolítico y con epóxico.

Verificar las resistencias a la compresión obtenidas de las probetas patrón a los 7, 14 y 28 días.

Efectuar los ensayos a compresión simple de probetas cilíndricas según la NTP 339.034.

Realizar los ensayos a compresión diametral probetas cilíndricas según la NTP 339.084.

Efectuar el ensayo a flexión de vigas de concreto simple monolíticas y de vigas unidas con epóxico según la NTP 339.078.

Realizar un análisis ambiental que origina el uso del aditivo epóxico en la ciudad de Chiclayo.

II. Marco teórico

Antecedentes

- Archila Ortiz, Gustavo Adolfo (2007). “Evaluación sobre adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo con dos tipos de epóxicos”. Tesis de pregrado. Universidad de San Carlos de Guatemala- Guatemala.

Tuvo como objetivo general evaluar la adherencia que tiene el concreto antiguo y el concreto nuevo haciendo uso de dos tipos de adhesivos epóxicos. Teniendo como resultados de la resistencia a compresión de las muestras patrón de 2000 psi, 3000 psi y 5000 psi, la cual obtuvieron resistencia a los 28 días 13.97 N/mm², 21.36 N/mm² y 34.79 N/mm² y para las muestras cilíndricas Tipo S de 2000 psi, 3000 psi y 5000 psi, se obtuvieron resistencias 16.24 N/mm², 24.43 N/mm² y 34.59 N/mm² respectivamente y finalmente para las muestras cilíndricas Tipo A de 2000 psi, 3000 psi y 5000 psi, se obtuvo resistencias 11.86 N/mm², 17.25 N/mm² y 16.70 N/mm² para cada una. Llegó a la conclusión que se determina un incremento considerable de su resistencia a la compresión de las muestras cilíndricas Tipo S, en comparación aquellas que son Tipo A, de esta manera se concluye que el más óptimo y eficiente es adhesivo Tipo S puesto que no solo es aquel que presente mejores propiedades de resistencia y adherencia sino además es el más económico. [5]

La presente investigación se tomó como referencia puesto que se basa en la evaluación del concreto con la aplicación de dos tipos de epóxicos, permitiendo así tener información base para el desarrollo de mi investigación.

- Valencia Zafra, Eduardo Salomón (2013). “Evaluación de la resistencia a compresión, de especímenes de concreto usando aditivo adherente “Chema Epox Adhesivo 32” en juntas frías en el distrito de Cajamarca”. Tesis de grado: Universidad Nacional de Cajamarca- Perú

Presentó como objetivo general evaluar la resistencia a la compresión de especímenes de concreto que hacen uso de aditivos epóxicos en juntas frías en el distrito de Cajamarca. Tuvo

como resultados de los tres especímenes monolíticos, las siguientes resistencias a los 28 días, 207.88 kg/cm², 216.32 kg/cm² y 212.04 kg/cm², y de aquellas muestras que hicieron uso del epóxico, obtuvieron resistencias de 209.63 kg/cm², 209.42 kg/cm² y 209.74 kg/cm² respectivamente. Concluyó que no hay diferencia considerable en cuanto a las resistencias que se obtiene de los especímenes de concreto monolítico y aquellos que han sido unidos con adhesivo epóxico, teniendo así un comportamiento similar, entonces se puede determinar de esta manera que el epóxico Chema Epox Adhesivo 32 es eficiente no solo en costo sino también en su resistencia. [6]

El simple hecho de evaluar la resistencia a compresión de muestras de concreto con el uso de aditivo epóxico, se convierte esta tesis como antecedente, puesto que se toma de referencia el ensayo principal de la misma, como parte de esta investigación.

- Vásquez, Raúl (2014). "Eficiencia del cemento Epóxico en el concreto y la calidad de obras reconstruidas en la ciudad de Ica". Tesis de grado: Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" - Perú

Tuvo como objetivo general evaluar el grado de influencia de la eficiencia del cemento epóxico aplicado en el concreto en la calidad de obras reconstruidas en la ciudad de Ica. Llegó a la conclusión que según datos obtenidos en laboratorio concluimos que la resistencia con el uso del aditivo epóxico en el concreto es mayor en un 13.33%; debido a que se forma un puente de adherencia entre el concreto antiguo y nuevo, ocasionando mayor resistencia, entonces deducen que el epóxico no solo sería para su uso por necesidad de requerir adherir un concreto antiguo con un concreto nuevo sino también para obtener una mejor resistencia a compresión en una vivienda. [7]

Esta investigación nos brinda un gran aporte de la calidad de un aditivo epóxico utilizado en obras reconstruidas en la ciudad de Ica, permitiendo así considerar una hipótesis adicional para

mi tesis, en la cual este aditivo adherente no solo permitiría la unión de dos concretos de diferentes edades sino mejora las características mecánicas del concreto, volviéndose así un antecedente importante para el desarrollo de la presente.

- Rivera Avalos, Lessly Jeniffer (2015). “Análisis a la tracción en la unión de concreto nuevo y endurecido tratada”. Tesis de grado: Universidad Nacional Hermilio Valdizán- Perú

Tuvo como objetivo general analizar la resistencia a la tracción en la unión de concreto nuevo y endurecido tratada. Teniendo como resultados en la tracción indirecta a sus 28 días, una resistencia promedio de 25.92 kpa para aquellas probetas con uniones con epóxico, en el caso de las probetas con uniones sin adhesivos se obtuvo una resistencia promedio de 18.13 kpa y aquellas probetas monolíticas, obtuvo una resistencia promedio de 29.26 kpa. Esta investigación concluyó que las resistencias a la tracción indirecta promedio obtenida de las muestras con unión tratada con adhesivo fue el 88% de la unión tratada sin adhesivo, siendo éste el 68% de la resistencia a tracción de las probetas monolíticas, presenta esta misma el 100% de su resistencia a tracción. [8]

Esta investigación se toma en consideración, dado que es una tesis representativa con respecto a la tracción del concreto, evalúa a detalle las diferentes condiciones que presentaría un concreto con uniones haciendo uso de epóxico y sin este mismo, para así compararlo con una muestra completamente monolítica.

- Zeña Sandoval, José Antony (2016). “Resistencia a la compresión de concretos con epóxicos adherentes”. Tesis de grado: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo- Perú

Presentó como objetivo general determinar la resistencia a la compresión de concretos que tienen diferentes edades que han hecho uso de epóxicos adhesivos. Logró obtener resultados de las probetas cilíndricas de concreto de $f'c = 210$, con un plano de inclinación de 30° , 37° y 45°

en su superficie de contacto, se obtuvieron resistencias con Sikadur 32 Gel de 130.15 kg/cm², 132.04 kg/cm² y 139.11 kg/cm² respectivamente, resistencias con Chema Epox Adhesivo 32 de 100.44 kg/cm² 106.10 kg/cm² y 143.36 kg/cm² para cada ángulo, finalmente haciendo uso el epóxico Zeta Pox o Universal, se obtuvieron resistencias de 122.14 kg/cm², 131.57 kg/cm² y 147.60 kg/cm². Concluyó que las probetas de concreto de diferentes edades unidas por epóxico alcanza una resistencia menor a su resistencia de diseño, comprobando que el ángulo menos desfavorable es de 45°. Además, se determinó que ningún aditivo epóxico proporciona un comportamiento monolítico, ni una efectiva adherencia, puesto que, al ensayar las probetas a edades de 7, 14 y 28 días fallaron todas por corte (deslizamiento del concreto en el plano de contacto). [9]

La investigación determinada como antecedente sirve como ayuda para mi tesis puesto que se centra en la resistencia a la compresión de concreto con el uso de aditivos epóxicos, de esta manera permite tomar consideraciones de llenado, ángulos, entre otros detalles importantes que aportan a la presente.

- Maza Idrogo, Betsy Danicsa (2016). “Análisis de la resistencia de mezclas de concreto fresco y endurecido unidos con Sikadur 32 y Chema Epox adhesivo 32”. Tesis de grado: Universidad Nacional de Cajamarca- Perú

Tuvo como objetivo general evaluar la resistencia de mezclas unidas de concreto endurecido y concreto fresco aplicando Sikadur 32 Gel y Chema Epox Adhesivo 32. La investigadora obtuvo como resultados en peso unitario del concreto en estado fresco de las probetas estándar se obtuvo 2328.54 kg/m³, probetas con chema Epox 32, 2319.31 kg/m³ y de las probetas con Sikadur 32 Gel adquirió 2316.25 kg/m³ y en cuanto a la resistencia a la compresión de las probetas estándar 2.45 Mpa, de probetas con Chema Epox 32 una resistencia de 1.42Mpa Y 0.93 Mpa para aquellas probetas con Sikadur 32 Gel. En la presente investigación, se concluyó

que la resistencia a la compresión del concreto con Chema Epox Adhesivo 32 es mayor en un 34.11% a la resistencia a compresión de mezclas de concreto fresco y endurecido unidos con Sikadur 32 Gel, pero menores en un 42.10% a la resistencia a compresión de un concreto sin puente de adherencia, por ende, se determina que es el adhesivo más resaltante y eficiente comparado con el otro epóxico estudiado. [10]

La presente tesis fue tomada en cuenta por haber evaluado dos aditivos epóxicos existentes y más usados en el mercado peruano, la cual es uno de la empresa de Chema y Sika, permitiendo así elegir uno para evaluar más a detalle el mismo.

Bases teóricas

N.T.P. 339.185 (AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado)

Esta norma establece el método ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Ha sido publicada el 16 de mayo del 2002, revisada el 2013. [11]

N.T.P. 400.012 (AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global)

Esta norma establece el análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Ha sido publicada el 31 de mayo del 2001, revisada el 2013. [12]

N.T.P. 400.017 (AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad “peso unitario” y los vacíos en los agregados)

Esta norma establece el método ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad “peso unitario” y los vacíos en los agregados. Ha sido publicada el 02 de febrero de 2011, revisada el 2016. [13]

N.T.P. 400.021 (AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso)

Esta norma establece el método ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Ha sido publicada el 16 de mayo del 2002, revisada el 2014. [14]

N.T.P. 400.022 (AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino)

Esta norma establece el método ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Ha sido publicada el 26 de diciembre del 2013. [15]

N.T.P. 339.034 (HORMIGON- CONCRETO: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas)

Esta norma establece el método ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras con forma cilíndrica. Ha sido publicada el 02 de enero del 2008, revisada el 2013. [16]

N.T.P. 339.035 (HORMIGON- CONCRETO: Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland)

Esta norma establece el método de ensayo normalizado para lograr determinar la medición del asentamiento del concreto con cemento Portland. Ha sido publicada el 23 de diciembre de 2009, revisada el 2010. [17]

N.T.P. 339.078 (CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo)

Esta norma establece el método ensayo normalizado para lograr determinar la resistencia a flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Ha sido publicada el 26 de septiembre de 2012. [18]

N.T.P. 339.084 (CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica)

Esta norma establece el método ensayo normalizado para determinar la resistencia a tracción simple del concreto por compresión diametral de una probeta cilíndrica. [19]

El Concreto

Definición

El concreto es un material constituido por una mezcla uniforme de proporciones de cemento, agregados y de manera opcional, aditivos. Esta mezcla, inicialmente es una estructura plástica, moldeable y trabajable, pero con el transcurso del tiempo va adquiriendo una consistencia rígida con propiedades resistentes y aislantes, volviéndolo así un material ideal para la construcción. [20]

Se ha convertido en un material de mayor uso en nuestro país, es utilizado para diversas construcciones en muchos tipos de estructuras, desde veredas, losas deportivas, autopistas hasta edificaciones de mayor magnitud, entre otras.

El concreto es un material duro, con similitud a la piedra, resulta ser la mezcla de elementos. Diferenciándose de la piedra por ser trabajable y presentar la facilidad de moldearse de acuerdo a las dimensiones que se necesite. [21]

Este material tiene como componente importante al cemento tipo Portland, la cual es este, una vez hidratado genera la adhesión química entre todos los componentes que forma parte del concreto. Los agregados forman parte del 60% al 75% del volumen total de la masa del concreto y el 40% al 25% está compuesta por la pasta de cemento y agua. [22]

Tipos de concreto

▪ ***Concreto Simple***

Según la E.060- Concreto Armado, el concreto simple es aquel concreto que no presenta armadura de refuerzo, o con menor armadura del mínimo especificado para ser considerado concreto reforzado. [23]

▪ ***Concreto Armado***

Es aquel concreto que tiene refuerzo, con propósitos netamente estructurales, con una mayor cantidad mínima de acero, preesforzado o no. [23]

▪ ***Concreto Estructural***

Este concreto se considera al concreto armado y al concreto simple, con fines para la construcción en diferentes obras de construcción civil. [23]

Componentes del concreto

Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características que presente sus materiales componentes, tanto físicas como químicas, logrando así ser mejor comprendida al realizar un análisis de su naturaleza como material de la construcción. Por ello, se detalla a continuación los componentes que forman parte del concreto, y sus características principales.

▪ ***Agregados***

Se define al agregado a un conjunto de partículas inorgánicas de origen superficial o natural, las cuales presentan dimensiones comprendidas en los límites establecidos en la NTP 400.011. Los agregados deben proporcionar un relleno adecuado a la pasta, de esta manera reduciendo el contenido por unidad de volumen, reduciendo de esta manera el costo de producción por metro cúbico (m³), reducir cambios de volúmenes resultantes de los procesos de fraguados y endurecido, entre otras. [24]

Estos materiales son componentes importantes en el concreto puesto que forman la mayor parte de su volumen total del mismo, en un 60% a 75%.

- a) **Agregado Fino:** Es aquel agregado artificial de piedras o rocas que provienen de la desagregación artificial o natural que pasa por el tamiz normalizado 3/8" (9.5 mm) y que cumple requisitos y límites establecidos en la NTP 400.037. [25]

La granulometría seleccionada será de preferencia continua y uniforme con valores que son retenidos en las mallas N° 4 a N° 100. Los límites de porcentaje que pasan, para el agregado fino, son los siguientes:

Tabla 1: Límites de porcentaje que pasa del agregado fino

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	100
N° 4	95 a 100
N° 8	80 a 100
N° 16	50 a 85
N° 30	25 a 60
N° 50	10 a 30
N° 100	2 a 10

Fuente: Norma NTP 400.037

Además, se sabe que cuanto menor sea el módulo de fineza, mayor es el valor lubricante del agregado fino, pudiendo de esta manera hacer uso menor de cantidad de la misma y por ende mayor porción de agregado grueso en la mezcla sin dejar de lado su trabajabilidad. [26]

- b) *Agregado Grueso:*** Es el agregado que es retenido por el tamiz N° 4 (4.75 mm) y cumple los requisitos y límites que se encuentran establecidos en la NTP 400.037 y provienen de la desagregación artificial o natural de la roca. [25]

El agregado grueso puede consistir de piedra partida, grava triturada o natural, agregados artificiales o naturales o una combinación de ellos. Está conformada por partículas angulares o semiangulares, compactas, duras, limpias, libres de tierra, escamas, humus, sales, polvo, materia orgánica, incrustaciones superficiales u otras sustancias dañinas que pueda afectar a la mezcla de concreto como tal. [26]

▪ ***Cemento***

El cemento Portland es un material producido mediante la pulverización del clínker de Portland que está compuesto por silicatos de calcio hidráulicos con una o más de las formas en su totalidad de sulfato de calcio como adición durante su molienda [25]

El cemento es considerado un aglomerante que está presente en una mezcla de concreto, y es el componente más costo unitario tiene, por ello es indispensable tener conocimiento y seguridad de su uso adecuado para obtener las resistencias deseadas en las muestras de concreto con el diseño de mezclas elaborado.

Cemento sin adiciones

- a) *Cemento Portland Tipo I:*** Es un tipo de cemento más común que se emplea para usos múltiples empleado en trabajos de la construcción en general, para aquellos casos que no requiere el concreto, propiedades especiales ni específicas. Debiendo de igual manera, cumplir los requisitos de las Normas NTP 334.039 y ASTM C150. [26]

- b) *Cemento Portland Tipo II:*** Este cemento se recomienda, hacer uso del mismo para concretos expuestos a moderado ataque de sulfatos, donde se requiera un moderado calor de hidratación, menor al Cemento Portland Tipo I. De igual manera, cumplir los requisitos de las Normas NTP 334.039 y ASTM C150. [26]

- c) **Cemento Portland Tipo III:** Es un tipo de cemento que presenta una característica especial, el fraguado rápido que produce en sus primeras 24 horas de un concreto con una resistencia dos veces mayor a la del cemento Tipo I, produciendo además un calor de hidratación elevado. Asimismo, éste debe cumplir los requisitos especificados en las Normas ya mencionadas anteriormente. [26]
- d) **Cemento Portland Tipo IV:** Se hace empleo de este cemento, cuando se requiere un bajo calor de hidratación, desarrollando de esta manera una resistencia a compresión lenta. [26]
- e) **Cemento Portland Tipo V:** Son aquellos cementos recomendados para un concreto de alta resistencia a la acción de sulfatos, mayor resistencia a la compresión y bajo calor de hidratación. [26]

Cementos adicionados

Además de ello, existen cementos adicionados, que derivan del Cemento Portland Tipo I:

- a) **Cemento Tipo IMS:** Este tipo de Cemento Portland Tipo I adicionado, tiene una protección moderada a sulfatos (MS: Moderate Sulphate). Usados para estructuras de drenaje o aquellas que tengan contacto con el suelo y exista concentraciones de sulfatos en el agua subterráneo, mayores de lo normal pero no severas. [27]
- b) **Cemento Tipo ICo:** Cemento Portland tipo adicionado o compuesto, que contiene 30% de filler calizo u otro. Este cemento adicionado compuesto ICo, es diseñado para usos generales, logrando un desarrollo óptimo de sus resistencias y una buena trabajabilidad. Recomendado para vigas, columnas, losas y obras en general. Este cemento cumple los requisitos de la Norma Técnica Peruana NTP 334.090 y de la ASTM C 595. [27]

- **Agua**

El agua que es apta para ser utilizada en la preparación y curado del concreto debe ser potable de preferencia. Excepto cumpla, ciertos requisitos detallados en la Norma E.060 [28]

En el caso del agua como ingrediente en la elaboración de mezclas, este uso es completamente interno en la mezcla, participando en la elaboración del concreto en estado plástico, representando aproximadamente entre el 10 y 25% del volumen del concreto cuando recién éste es mezclado, va a depender del tamaño máximo nominal del agregado elegido. Siendo el agua, componente que le concede una influencia importante en las propiedades que adquiera el concreto ya una vez elaborado.

Mientras, el agua como medio de curado, es un uso completamente externo, que es realizado a las estructuras nuevas, cuando ya está construida, sea espécimen para estudio o estructuras reales, con la finalidad de mantenerlo saturado, lo que busca es que los espacios originalmente ocupados por el agua en la pasta fresca, se llenen con los productos de hidratación del cemento, de esta manera, se reducirán los poros capilares. El agua como medio de curado asegura un adecuado proceso de hidratación del cemento y endurecimiento del concreto de manera efectiva.

En caso de no ser potable, será utilizado siempre y cuando:

Se encuentren limpias y libres de aceites, ácidos, sales, materia orgánica, álcalis u otras sustancias en cantidades que perjudiquen o dañen a la mezcla de concreto o aceros de refuerzo colocados. [28]

Debe existir o realizar una evaluación del agua de la fuente elegida, y la selección de la proporción de esta en la mezcla de concreto se debe basar de ello. [28]

En caso de ser necesario el uso del agua de mar, solo deberá ser empleado con autorización del Ingeniero Proyectista y de la Supervisión y solo para mezcla de concreto simple, no teniendo la presencia de refuerzo ni resistencias mayores a los 17 Mpa a los 28 días. [28]

Como requisito de carácter general implica en el desarrollo de diversos ensayos que permitan verificar la calidad de esta misma para ser usados en la mezcla de concreto, no necesariamente toda agua adecuada para beber debe ser conveniente para ser utilizado en la mezcla de concreto, ni toda agua considerada no conveniente para hacer uso en el concreto, son inadecuadas para el consumo humano. Pero para ello, se considera que debe existir un respectivo análisis de este para cualquier uso.

Este componente es esencial en la mezcla de concreto puesto que tiene influencia directa con la resistencia que éste se diseñe y obtenga, por ello es necesario tomar importante la calidad de este.

Y para esta investigación, se utilizó agua potable, que es la más usada en el sector de la construcción en la localidad de Chiclayo, y que estamos seguros que es apta para la elaboración de mezcla de concreto simple.

Propiedades de los agregados

Según la N.T.P. 400.011, determina que los agregados o áridos, son partículas o conjunto de estas mismas inorgánicas que puede ser de origen artificial o natural. Se diferencian los agregados grueso o denominadas gravas por su tamaño, de 4.75 mm a más, y los agregados finos o denominadas arenas, con una dimensión menores a 4.75 mm. [29]

▪ Propiedades físicas de los agregados

Las propiedades físicas que son características de los agregados, permiten evaluar su calidad, condiciones en su estado real y de esta manera poder interpretar su influencia que presentan estos mismos formando parte de la mezcla del concreto. Hay que tomar en cuenta, que su influencia en el concreto, de estas partículas, es considerable, puesto que forma el 70% aproximadamente del volumen total del concreto.

a) Forma y textura superficial: La forma que presentan los agregados tiene una forma naturalmente irregular, sea con caras redondeadas o angulares, para ser más específicos, se

pueden determinar las siguientes formas para los agregados y son, angulares, sub angular, sub redondeada, redondeada, muy redondeada.

- b) Granulometría:** La granulometría de los agregados representa la distribución de los tamaños que presenta cada tipo de agregado, tanto finos como gruesos. Según la NTP 400.012, para evaluar la distribución de estos, tiene un procedimiento por tamizado, para determinar datos y valores importantes necesarios para la realización del diseño de mezcla de concreto, siendo éstos, parte fundamental importante del concreto. [12] La distribución de tamaño de partículas es apreciada en el concreto como un ensamblaje de partículas de los áridos o agregados ligeramente compactados y juntas en la mezcla de concreto, de manera que se busque homogenizar la misma.
- c) Contenido de humedad:** Los agregados contienen poros que están conectados a la superficie de los mismos, puesto que el agua que pueda estar en contactos con este conjunto de partículas, podría ser absorbida en su interior de las mismas. Si su contenido de humedad es alto, podría la mezcla de concreto perder trabajabilidad y por ende su resistencia, afectando así la calidad de éste, es por ello que es importante evaluar esta característica de los agregados [11]. Dentro de sus estados de humedad, se pueden determinar o clasificar, agregados seco al horno, seco al aire, saturado superficie seca, o totalmente húmedas.
- d) Porosidad y absorción:** La porosidad de un material o cuerpo sólido es la relación que tiene en su volumen de vacío entre su volumen total incluyendo sus vacíos, expresándose así en porcentaje en volumen.
- La absorción es el incremento en la masa del agregado debido al agua que contiene los poros de los agregados, sin considerar el agua adherida a la superficie del material. [30]
- e) Peso unitario volumétrico:** El peso unitario que presenta un agregado, éste mide el volumen que el agregado ocupará en la mezcla de concreto e incluye sus partículas sólidas como los espacios vacíos que quedan entre sí. Al ser mezclados estos agregados con los demás

componentes para formar el concreto, permitirá este peso unitario volumétrico determinar su porcentaje de vacíos que tendrá estos agregados.

▪ **Propiedades químicas de los agregados**

Parte de la evaluación necesaria para los agregados, se consideran evaluar el contenido de compuestos, como sales, cloruros y sulfatos, para determinar qué contiene químicamente este conjunto de partículas que formará parte de la mezcla más usada en una construcción, el concreto. No existe una norma peruana que determine el contenido de estos mismos en los agregados, pero se adaptan las normas existentes para el suelo, como la NTP 339.152: Método de ensayo para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea, la NTP 339.177: Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea y finalmente la NTP 339.178: Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.

a) Contenido de Sales: Este contenido exactamente determina los sólidos disueltos (TDS) en un conjunto de partículas.

b) Contenido de Cloruros: Son compuestos que contienen un átomo de cloro en un estado de oxidación. Al presentar algún porcentaje de contenido de cloruros en los agregados, estaría presente de igual forma en la mezcla del concreto una vez realizado, perjudicando de esta manera el mismo, su potencial daño podría traer consigo diversas circunstancias que no favorecen los efectos finales de una estructura con uso del mismo material.

El contenido de cloruros en el concreto podría resultar un factor perjudicial al formar parte de la mezcla del concreto en una construcción civil, puesto que tendría contacto directo con el acero, y éste sería el principal responsable de su corrosión del refuerzo parte de una estructura.

c) Contenido de Sulfatos: Los sulfatos son componentes químicos que se presentan en una considerable cantidad de concentración en un material (conjunto de partículas). Los

agregados son parte fundamental en el concreto, y éste brinda aportes considerables para obtener la resistencia deseada o calculada, es por ello que éste, al tener contacto con sulfatos puede ser gravemente atacado, sufriendo deterioros notables.

▪ **Propiedades del concreto**

El cemento y el agua reaccionan de forma química, ésta une las partículas de los agregados formando así su material homogéneo, buscando así esta mezcla obtener las propiedades más óptimas para el mismo.

Concreto fresco

Se considera estado fresco, desde que el concreto es mezclado hasta que fragua su cemento, y estas propiedades servirán para verificar de manera cuantitativa si la mezcla cumple con todas las especificaciones necesarias para considerarse bueno, y tenemos entre estas el asentamiento, densidad o peso unitario, temperatura, contenido de aire y tiempo de fraguado de dicha mezcla.

- a) ***Asentamiento:*** El ensayo del asentamiento o también denominado como de Abrams, es un método para evaluar el concreto en estado fresco, de modo de un control de calidad, la cual tiene objetivo principal medir la consistencia de la mezcla. Esta propiedad tiene una relación directa con la trabajabilidad y manejabilidad del concreto determinada de manera visual, puesto que no existe ensayo alguno que se pueda desarrollar de manera directa. En términos más claros, determina la consistencia, cohesión, su fluidez y grado de compactación, en otras palabras, la mayor o menos facilidad de adaptarse o deformarse a una forma en específico.
- b) ***Temperatura:*** La temperatura de la mezcla de concreto en estado fresco, y es una medida realizada en el control de calidad de este, y va a tener relación directa con el aporte calorífico de cada componente que conforme dicha mezcla.
- c) ***Densidad o Peso Unitario:*** Esta es una propiedad especial del concreto fresco es la suma de todos los componentes que están interviniendo de la mezcla. Mediante este ensayo, se

podrá comparar para su respectiva evaluación de su valor en estado fresco como aquel en estado endurecido. Esta propiedad se determinará a los concretos con diversas características, sean los concretos normales, concretos livianos y pesados, cuyas mezclas presentan un peso unitario de 2200 a 2400 kg/m³, inferior a 1900 kg/m³ y un peso unitario entre 2800 a 6000 kg/m³ respectivamente. [31]

- d) Contenido de aire:** Esta es una propiedad del concreto fresco, generalmente tiene y ocupa el 1% y 3% del volumen de la mezcla y está en función de las características que presenta los agregados del concreto y su método de compactación. Es posible diseñar concreto con aire adicional, en caso se requiera mejorar la durabilidad de la mezcla. [31]

Concreto endurecido

Se considera estado endurecido, desde que el concreto ha pasado su estado plástico al estado rígido (endurecido). Para determinar las propiedades que presente el concreto, tenemos tres ensayos evidentes para evaluar su resistencia de este, tenemos resistencia a la compresión, a la tracción por compresión diametral (tracción indirecta) y a la flexión de especímenes de mezcla ya endurecida.

- a) Resistencia a la compresión:** Es una propiedad del concreto en estado endurecido, representa la medida más común y frecuente que se realiza para evaluar el concreto, en cuanto a su desempeño que presente el mismo para realizar el diseño de cualquier estructura. Lo que se obtiene, son resultados de pruebas que se fundamenta en evaluar el cumplimiento del concreto y cumpla con la resistencia necesaria para la cual fue diseñada.
- b) Resistencia a la tracción por compresión diametral:** Este es un ensayo que consiste en aplicar la fuerza de compresión a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto hasta que falle por la longitud de su diámetro. Permite evaluar la distribución de las piedras que conforma el concreto endurecido. [31]

c) **Resistencia a la flexión:** Este es un ensayo que representa el módulo de rotura de concreto una vez ya endurecido, aplicando una carga continúa hasta que el espécimen de la viga falle. Se puede realizar aplicando la carga a la mitad o a cada tercio de la viga. [32]

▪ **Importancia del concreto**

Actualmente, el concreto es uno de los materiales con mayor uso, convirtiéndose en un material con más posibilidades de uso para diversos propósitos en la construcción, debido a sus considerables e importantes características como su elevada resistencia a la compresión, facilidad de colocarse en un encofrado y elevada resistencia al agua y fuego, a pesar de presentar una escasa resistencia a la tracción, pero esta característica de concreto se mejora con la incorporación del acero de refuerzo. [33]

El comportamiento del concreto será influenciado directamente por la aplicación que se necesite o se requiera, y se debe considerar de gran relevancia los siguientes aspectos: su naturaleza, materiales, propiedades, elección de proporciones adecuadas, proceso de puesta en obra, control de calidad e inspección y finalmente el mantenimiento de los elementos estructurales que hacen uso de este material.

Epóxicos

▪ **Definición**

Los epoxis son materiales adhesivos que tiene dos componentes en forma de resina más activador, las cuales son mezclados formando una mezcla uniforme, mediante la cual la polimerización comienza lentamente, es por ello que debe ser aplicado sobre las piezas a unir con mucho cuidado. [34]

Los epóxicos o también llamados “puentes de adherencia”, la cual tiene una finalidad importante que es darle continuidad al proceso de fundición de una obra en construcción civil.

[5]

Los epóxicos o también denominados adhesivos son sustancias capaces de mantener juntos dos materiales, por su respectiva unión de sus superficies. El adhesivo epóxico, se presenta en dos o más elementos. Las resinas y el endurecedor forman el sistema básico del material. Entonces, se considera que la resina es el adhesivo en sí, mientras que el endurecedor cumple la función plena de mantener la reactividad y reticulación de las moléculas para formar la malla de pegamento en el producto donde se desea adherir. [8]

- **Epóxicos más usados en el mercado peruano**

Son adhesivos conformadas de dos componentes a base de resinas epóxicas seleccionadas, libre de solventes, y en el mercado peruano nos encontramos con las siguientes cuatro marcas más conocidas que fabrica y vende epóxicos.

Dentro de las epóxicos más usados en el mercado peruana, encontramos a aquellos adhesivos que vende las siguientes marcas: Marca Sika, Chema, ZAditivo y BASF.

- a) ***Marca Sika***

Dentro de esta marca, encontramos los productos adhesivos epóxicos, Sikadur 32 y Colmax 32. Las cuales presenta las siguientes ventajas, su fácil aplicación, libre de solventes, no es afectado por la humedad, trabajable a bajas temperaturas, alta resistencia a la tracción.

- b) ***Marca Chema***

Dentro de esta marca, podemos encontrar dos tipos de epóxicos Chema Epox Adhesivo 32 y Polyepox primer adhesivo. Presentando las siguientes ventajas, excelente resistencia a la humedad y a los ataques, permite trabajar a bajas temperaturas, no necesita diluir con solventes, aplicación fácil con brocha o rodillo, excelente adherencia sobre concreto, acero e incluso fierro.

c) Marca ZAditivos

Dentro de esta marca podemos encontrar los siguientes productos, ZPox o Universal, ZPox Gel; presentando las siguientes características, aplicación fácil, no se escurre en posiciones verticales, trabajable en bajas temperaturas y alta resistencia a la tracción y compresión.

d) Marca BASF

Esta marca presenta los siguientes aditivos, BASF MasterEmaco ADH 330, BASF MasterEmaco ADH. Este aditivo es fácil de aplicar, se adhiere a la superficie de concreto en estado húmedo, amplio tiempo para trabajar dicha mezcla, un alto espesor que permite una cobertura completamente adecuada.

III. Metodología

Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación de la presente tesis es considerado experimental, puesto que mediante diversos experimentos y/o ensayos se logró obtener resultados para su respectiva interpretación de las hipótesis planteadas. [35]

Los experimentos realizados en esta investigación permitieron la manipulación de variables y de esta manera la verificación del efecto que sucede en este proceso. Al ser una tesis experimental, estableció de manera precisa las relaciones causa- efecto, considerando que la variable independiente: el uso de epóxico en juntas frías, es aquella que modificó a la variable dependiente: resistencia a la flexión y compresión, para así proceder a su respectivo análisis del comportamiento monolíticamente del concreto simple con $f'c=210 \text{ kg/m}^2$ usando epóxico en juntas frías.

El nivel de la investigación se considera nivel descriptivo, puesto que, mediante esta tesis, se evaluó la aplicación de un aditivo epóxico muy empleado por el sector de la construcción civil, logrando describir el comportamiento del concreto simple con y sin la aplicación de Chema Epox Adhesivo 32.

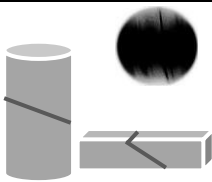
Diseño de investigación

El diseño para esta investigación se planteó un enfoque cuantitativo, puesto que fue necesario registrar, cuantificar y analizar para verificar la certeza de las hipótesis planteadas, las cuales, mediante diversas técnicas y métodos normados, se obtuvo diversos datos importantes para su respectivo análisis.

Población y muestra

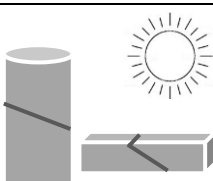
No existió una población específica en esta investigación, sin embargo, se considera a los especímenes de concreto simple con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ como muestras del análisis, por ser objeto principal de estudio de la presente investigación para los ensayos de compresión simple, compresión diametral y flexión simple de las mismas, siendo detalladas a continuación:

Tabla 2. Muestras de especímenes de concreto con curado superficial bajo sombra
(Concreto Antiguo sin curado 1, 3 y 7 días)

		Ensayo a compresión simple		Ensayo a compresión diametral		Ensayo a flexión simple	
		Monolíticas	C/Epóxico	Monolíticas	C/Epóxico	Monolíticas	C/Epóxico
N° Probetas	14d.	2	6	2	6	2	6
	21d.	2	6	2	6	2	6
	28d.	2	6	2	6	2	6
Sub- Total		24		24		24	
TOTAL, DE ESPECÍMENES						72	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. Muestras de especímenes de concreto con curado superficial bajo sol
(Concreto Antiguo sin curado 1, 3 y 7 días)

		Ensayo a compresión simple		Ensayo a compresión diametral		Ensayo a flexión simple	
		Monolíticas	C/Epóxico	Monolíticas	C/Epóxico	Monolíticas	C/Epóxico
N° Probetas	14d.	2	6	2	6	2	6
	21d.	2	6	2	6	2	6
	28d.	2	6	2	6	2	6
Sub- Total		24		24		24	
TOTAL, DE ESPECÍMENES						72	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 2 se detalla las muestras elaboradas de concreto simple con curado superficial bajo sombra y en la tabla 3, aquellas muestras elaboradas de concreto simple con curado superficial bajo el sol. La finalidad que se presentó al elaborar los especímenes de concretos mencionados curados bajo el sol y sombra, fue el obtener resistencias reales de una situación similar en obra, representando así, aquellas muestras curadas bajo la sombra, a aquel curado realizado de manera tradicional y responsable, y bajo el sol, aquel curado realizado sin responsabilidad alguna en obra, además de ser estas dos, dos condiciones presentadas en campo (sol y sombra). Por ello, esta investigación, no buscó obtener resultados de las resistencias deseadas obtenidas en laboratorio, donde se requiere realizar un curado sumergido en agua con un mínimo de 7 días, sino buscó obtener la variación real del comportamiento mecánico del concreto elaborado y curado en campo, realizando un procedimiento similar en obras de construcción civil en la ciudad de Chiclayo.

Criterios de selección

Criterios de Inclusión

El tema de la presente investigación presentó los siguientes criterios de inclusión:

- El epóxico usado para la evaluación es Chema Epox Adhesivo 32.
- El concreto simple con $f'_c=210$ kg/cm² fue elaborado con material agregado fino de la Cantera “La Victoria” del distrito de Pátapo y el agregado grueso de la Chancadora “Granda” ubicada en la Cantera “Tres Tomas” de la provincia de Ferreñafe.
- Se realizaron los ensayos de agregados necesarios para elaborar el diseño de mezcla, como granulometría, contenido de humedad, peso específico, porcentaje de absorción y pesos volumétricos sueltos y compactados.
- Se elaboró el diseño de mezcla mediante la Norma ACI 911.1-91 para la elaboración del concreto simple.
- Para la elaboración de las muestras de evaluación se hizo empleo de Cemento Pacasmayo Extraforte ICo.
- El concreto fue elaborado con agua potable de la ciudad de Chiclayo.
- El ángulo de reposo del concreto elegido para la evaluación es aproximadamente 45°.
- En el caso de las probetas con epóxico, el concreto antiguo fue considerado 1, 3 y 7 días de antigüedad.
- El concreto antiguo no fue curado, puesto que la presente investigación busca representar una realidad durante el proceso constructivo. Cuando no se planifica una junta de

hormigonado, los elementos que no han sido completamente vaciados, no son curados, ni se toma en total consideración en curar estos mismos, por ello se decidió no curar el concreto antiguo, con la finalidad de obtener una resistencia similar a la obtenida en obra.

- Se realizó un curado superficial a todos los especímenes de concreto nuevo, tanto probetas como vigas, durante 7 días.
- El tipo de vaciado realizado es manual, aquel que elabora la mezcla de concreto con trompo.
- Esta investigación aportó la variación y análisis del comportamiento mecánico que presenta el concreto con epóxico, en su resistencia a la compresión simple, compresión diametral y flexión. Además de enfocarse en el tipo de elemento horizontal que son las vigas.

Criterios de Exclusión

Se excluye toda variable o ensayo adicional, no mencionado anteriormente, en la presente investigación.

Operacionalización de variables

Tabla 4. Operacionalización de variables

VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	INDICE
TIPO	DESCRIPCIÓN				
INDEPENDIENTE	Epóxico Chema Adhesivo 32	Características físicas	Color de la parte "A"	Visual	Gris Oscuro
			Color de la parte "B"	Visual	Ambar
			Proporción de "A"	-	3
			Proporción de "B"	-	1
DEPENDIENTE	Diseño de mezclas	Cantidad de materiales	Agregado fino	Balanza digital	kg/m ³
			Agregado grueso	Balanza digital	kg/m ³
			Cemento	Balanza digital	kg
			Agua	Probeta graduada de 1 litro.	lts.
	Comportamiento del concreto	Ensayos de concreto fresco	Asentamiento de la mezcla	NTP 339.035	cm
			Peso Unitario de la mezcla	NTP 339.046	kg/m ³
			Contenido de aire de la mezcla	NTP 339.083	%
			Temperatura de la mezcla	NTP 339.184	°C
			Elaboración de probetas	NTP 339.183	und.
				NTP 339.033	und.
	Ensayos de concreto endurecido	Resistencia a la compresión	NTP 339.034	kg/cm ²	

			Resistencia a la tracción por compresión diametral	NTP 339.084	kg/cm ²
			Resistencia a la flexión	NTP 339.078	MPa
INTERVINIENTE	Propiedad de los agregados	Propiedades físicas	Granulometría del agregado fino y grueso	NTP 400.012	%
			Contenido de humedad del agregado fino y grueso	NTP 339.185	%
			Peso Unitario y vacíos del agregado fino y grueso	NTP 400.017	kg/m ³
			Peso específico y absorción del agregado fino	NTP 400.022	kg/m ³
			Peso específico y absorción del agregado grueso	NTP 400.021	%
		Propiedades químicas	Contenido de sales, cloruros y sulfatos de agregados	NTP 339.152	ppm, %
				NTP 339.177	ppm, %
				NTP 339.178	ppm, %

Fuente: Elaboración Propia

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas necesarias que se utilizaron para el desarrollo de este proyecto son las siguientes:

- Observación científica: Se procedió a observar la realidad del sector de la construcción civil, para así adquirir información necesaria de inconvenientes, problemas presentados en obras. Siendo ésta, una técnica muy importante puesto que permitió la recopilación de datos significativos para la selección del aditivo epóxico.
- Experimentos: Mediante esta técnica, se manipularon las variables para evaluar el comportamiento del concreto simple con y sin el uso del aditivo epóxico Chema Epox Adhesivo 32, evaluando así el efecto que tienen las variables dependientes, con el fin de medir e interpretar la influencia que presenta la variable independiente sobre la dependiente.
- Análisis de contenidos: Con esta técnica, se logró interpretar las diversas fuentes bibliográficas existentes hoy en día que han sido necesarias para el desarrollo de esta investigación.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos para la presente investigación son los siguientes:

- Ficha de observación: Este es un instrumento con el que se logró evaluar y analizar de manera detallada el comportamiento que presentan especímenes de concreto con la aplicación de aditivo epóxico, siendo éste un material muy usado alrededor del investigador.
- Formatos de ensayos normados: Mediante estos instrumentos se logró realizar cada ensayo de manera correcta puesto que es fundamente la obtención de datos correctos, éstos permitieron ensayar y evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto con y sin la aplicación del aditivo Chema Epox Adhesivo 32.
- Guía de análisis documental y contenido: Esta guía permitió la recopilación de tesis importantes que aportan datos y referencias que fueron necesarias para la ejecución de la presente investigación, además de teoría necesaria para fundamentar y justificar criterios tomado de la misma.

Fuentes y programas

Dentro de las fuentes que fueron utilizadas para esta investigación, son las siguientes:

- Bibliografía recopilada.
- Normas Técnicas Peruana (N.T.P)
- Sociedad Americana para ensayos y materiales (ASTM)
- Manual de Diseño de Mezclas de concreto ACI 211.1
- Norma E.060

Y las demás fuentes usadas, fueron recopiladas en las fuentes bibliográficas con contenido de información internacional y nacional, investigaciones relacionadas con la presente tesis.

En cuanto a los programas, se utilizaron el Microsoft Office: Word, Excel, PowerPoint.

Ensayos de laboratorio

Ensayos de los agregados

a) Análisis granulométrico de agregado fino y grueso

(1) Definición

El análisis granulométrico se aplica para lograr evaluar la gradación de estos agregados, tanto las arenas como las piedras para ser utilizados próximamente. El resultado puede ser utilizados para una correlación del embalaje y el esponjamiento, pero principalmente este permite determinar el cumplimiento del requisito de distribución del tamaño de sus partículas, de esta manera puedan ser estos datos usados para el control de la producción de estos agregados.

En síntesis, la granulometría es un ensayo, el cual se realiza para determinar la distribución y los distintos tamaños de agregado que presente una determinada muestra, siendo separada mediante una serie de tamices normados, siendo de esta manera muy importante ya que de estos tamaños dependerá algunas propiedades que adapte el concreto.

(2) Normativa

El ensayo es “Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global” establecido por la N.T.P. 400.012 y fue empleado para la evaluación de agregados. [29]

(3) Objetivo del ensayo

Determinar la distribución por tamaño de partículas de los agregados, el agregado fino de la Cantera La Victoria del distrito de Pátapo, y el agregado grueso de la chancadora Cabrera de la Cantera Tres Tomas de la provincia de Ferreñafe.

(4) Instrumentos y equipos

Los instrumentos empleados para el presente ensayo son los siguientes:

- Tamices normados, que dependen del tipo de agregado a evaluar.
- Balanzas, para el agregado fino se necesita una con aproximación de 0.1 g. y exacta a 0.1 g. o 0.1% de la masa de la muestra. Mientras que, para el agregado grueso, se requiere una balanza con aproximación y exacta a 0.5 g. o 0.1% de la masa de la muestra.
- Horno, con medidas apropiadas para conservar una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Brochas
- Recipientes

(5) Procedimiento

- Para el agregado fino:

Primero, se selecciona la muestra a evaluar, en la NTP. 400.012 indica que la cantidad mínima luego del secado, será 300 gr. mínimo, en este caso se evaluó aproximadamente de 500 gr. después de extraerlo del horno.

Segundo, se separan los tamices a utilizar para la granulometría del agregado fino, los tamices 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30° N° 50, N° 100 y fondo.

Tercero, se procede a vaciar la muestra seca por cada tamiz, moviendo de forma circular todos los tamices, buscando que cada uno retenga su respectivo agregado.

Cuarto, se verifican tamiz a tamiz la muestra que es retenida en cada uno de estos, para pesarse en una balanza ya tarada.

Quinto, se realizan los cálculos respetivos para finalmente graficar la curva granulométrica, verificando que no excedan los límites granulométricos normados.

- Para el agregado grueso:

Primero, se obtiene una muestra seca del horno, con un peso aproximado de 5000 gramos, siendo la cantidad de muestra mínima para su evaluación según la NTP. 400.012.

Segundo, para la evaluación del agregado grueso, se separan los tamices: 2", 1 ½", 1, ¾", ½", 3/8", N°4 y fondo.

Tercero, se procede a vaciar la muestra seca desde el tamiz superior, agitando de igual manera todos los tamices en conjunto, de tal manera que se busque distribuir de manera correcta los agregados en cada tamiz.

Cuarto, se verifica cada tamiz y se pesa en la balanza cada peso retenido.

Quinto, se procede a realizar los cálculos respectivos, como el porcentaje retenido acumulado y el porcentaje que pasa para así poder graficar las curvas granulométricas.

(6) Cálculo

Después de haber tomado los pesos retenidos en cada malla, se procede a realizar el siguiente cálculo para lograr obtener el peso retenido:

$$\text{Porcentaje de Peso retenido} = \frac{W_r}{W_s} \times 100\% \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

W_r = Peso retenido

W_s = Peso seco de la muestra

Se procede a determinar el porcentaje que pasa por esa malla restando el porcentaje que pasa por una malla anterior con el porcentaje que es retenido en la malla donde se realiza el cálculo.

Para calcular el módulo de fineza, se realiza sumando el porcentaje acumulado retenido del material de cada uno de los siguientes tamices y dividirse entre dicha suma entre 100. Y los tamices son: 150 μm (N° 100); 300 μm (N° 50); 600 μm (N° 30); 1,18 mm (N° 16); 2,36 mm (N° 8); 4,75 mm (N° 4); 9,5 mm (3/8"); 19,0 mm (3/4"); 37,5 mm (1 ½") y mayores; incrementando en la relación 2 a 1.

Para llevar a cabo la curva granulométrica, se toman las siguientes consideraciones:

- Para el agregado fino, se toma en consideración requisitos granulométricos que brinda el ACI 911.1 o el ASTM C-33, las cuales brinda para tener una consideración general del agregado evaluado en relación al porcentaje acumulado que pasa por cada tamiz

Tabla 5: Requisitos granulométricos para el agregado fino

TAMIZ STANDARD (ABERTURA CUADRADA)			ASTM C-33 LIMITE TOTAL % PASANTE	
3/8"	9.520	mm	100	100
Nº 4	4.750	mm	95	100
Nº 8	2.360	mm	80	100
Nº 16	1.180	mm	50	85
Nº 30	0.600	mm	25	60
Nº 50	0.300	mm	10	30
Nº 100	0.150	mm	2	10

Fuente: ASTM C-33

- Para el agregado grueso, se tiene en consideración el ASTM C-33, el cual nos brinda parámetros según los tamices que pasa agregado dividiéndolo en husos, las cuales, se debe evaluar el agregado elegido para selección el suyo.

Tabla 6: Requisitos granulométricos para el agregado grueso

Size Number	Nominal Size (Sieves with Square Openings)	Amounts Finer than Each Laboratory Sieve (Square-Openings), Mass Percent												
		100 mm (4 in.)	90 mm (3½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2½ in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1½ in.)	25.0 mm (1 in.)	19.0 mm (¾ in.)	12.5 mm (½ in.)	9.5 mm (⅜ in.)	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 to 37.5 mm (3½ to 1½ in.)	100	90 to 100	...	25 to 60	...	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...
2	63 to 37.5 mm (2½ to 1½ in.)	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...
3	50 to 25.0 mm (2 to 1 in.)	...	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...
357	50 to 4.75 mm (2 in. to No. 4)	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	...	0 to 5	...	...
4	37.5 to 19.0 mm (1½ to ¾ in.)	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...
467	37.5 to 4.75 mm (1½ in. to No. 4)	...	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	0 to 5	...	...
5	25.0 to 12.5 mm (1 to ½ in.)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...	...	...
56	25.0 to 9.5 mm (1 to ⅜ in.)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5	...	...
57	25.0 to 4.75 mm (1 in. to No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 to 100	...	25 to 60	...	0 to 10	0 to 5	...
6	19.0 to 9.5 mm (¾ to ⅜ in.)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	...	...
67	19.0 to 4.75 mm (¾ in. to No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	...	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...
7	12.5 to 4.75 mm (½ in. to No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 5	...
8	9.5 to 2.36 mm (⅜ in. to No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5
89	9.5 to 1.18 mm (⅜ in. to No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	5 to 30	0 to 10
9 ^A	4.75 to 1.18 mm (No. 4 to No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	10 to 40	0 to 5

^A Although size 9 aggregate is defined in Terminology C 125 as a fine aggregate, it is included as a coarse aggregate when it is combined with a size 8 material to create a size 89, which is a coarse aggregate as defined by Terminology C 125.

Fuente: ASTM C-33

Esta Tabla 6, es una tabla brindada por el ASTM C-33, la cual nos muestra los límites generales de todos los husos existentes para cualquier agregado grueso. En este caso, en la presente investigación, se ha optado por la elección del Huso N° 67, puesto que tiene material pasante desde la malla 3/4" hasta más de la N°4. Y se puede mostrar en la siguiente tabla, los límites permisibles para el agregado que emplee ese huso.

Tabla 7: Requisitos granulométricos considerados para el Huso N° 67

Huso N° 67 (3/4" a N° 4)			
TMN	3/4"	Límite ASTM C33	
1"	25.00	100	100
3/4"	19.00	90	100
3/8"	9.50	20	55
N° 4	4.75	0	10
N° 8	2.36	0	5

Fuente: Elaboración Propia

(7) Fotografías del ensayo



Figura 1: Sacando muestras del horno

Fuente: Elaboración Propia



Figura 2: Tamizado del agregado

Fuente: Elaboración Propia



Figura 3: Se pesa el agregado retenido
Fuente: Elaboración Propia



Figura 4: Se adjuntan los datos retenidos de cada malla
Fuente: Elaboración Propia

b) Contenido de humedad del agregado fino y grueso

(1) Definición

El contenido de humedad nos va a permitir determinar el contenido de agua que posee el agregado seleccionado en estado natural.

La humedad evaporable está incluyendo la humedad superficial y el contenido en los poros de los agregados, sin considerar el agua que se combina con los minerales de algunos agregados de manera química y que no es susceptible a evaporación es por ello que esta no incluye este método.

(2) Normativa

El ensayo es “Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado” establecido por la N.T.P. 339.185, y fue un ensayo especial para los agregados elegidos. [11]

(3) Objetivo del ensayo

Determinar el porcentaje total de humedad que es evaporable en una muestra de agregado grueso o fino mediante secado.

(4) Instrumentos y equipos

Los instrumentos que haremos uso para el desarrollo de este ensayo serán los siguientes:

- Balanza
- Recipientes
- Horno microondas, temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

(5) Procedimiento

- Para el agregado fino:

Primero, se deberá disponer una determinada cantidad de muestra representativa para la determinación del contenido de humedad, en este caso se aproxima de una cantidad de 500gr a 1000 gr.

Segundo, se llevará al horno el agregado fino húmedo al horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ con un tiempo de 24 horas.

Tercero, una vez ya habiendo pasado el tiempo determinado, se pesará la muestra del agregado fino ya seca.

- Para el agregado grueso:

Primero, se deberá disponer una determinada cantidad de muestra representativa para la determinación del contenido de humedad, en este caso se aproxima de una cantidad de 5000 gr.

Segundo, se llevará al horno el agregado grueso húmedo al horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ con un tiempo de 24 horas.

Tercero, una vez ya habiendo pasado el tiempo determinado, se pesará la muestra del agregado grueso ya seca.

(6) Cálculo

Para realizar el cálculo del contenido de humedad total evaporable, es necesario calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido total de humedad} = \frac{(W-D)}{D} \times 100 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

W= Masa de la muestra original (gr.)

D = Masa de la muestra seca (gr.)

Y el contenido de humedad superficial, se puede calcular con la diferencia entre el contenido de humedad total evaporable y la absorción, cada valor relacionado a la muestra seca.

(7) Fotografías del ensayo

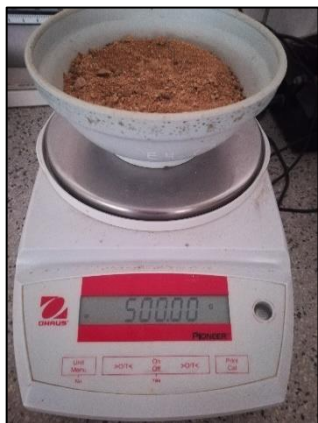


Figura 5: Pesar el agregado con humedad propia

Fuente: Elaboración Propia



Figura 6: Retirar muestras del horno

Fuente: Elaboración Propia



Figura 7: Retirar muestras del horno

Fuente: Elaboración Propia



Figura 8: Pesar el agregado después

Fuente: Elaboración Propia

c) *Peso específico de masa y absorción del agregado fino y grueso*

(1) Definición

El peso específico de las muestras de agregados, se determina en condición húmeda y seca, siendo este un principal indicador del mismo, donde se determina que si el agregado es altamente poroso, es muy absorbente, mientras que si tiene valores altos nos indicará que el agregado tiene un buen comportamiento.

Este ensayo también nos permite obtener el grado de porosidad y grado de absorción de agua del material elegido, en este caso del agregado fino y grueso, para así determinar el agua de amasado neto en el diseño de mezcla de concreto.

(2) Normativa

El ensayo “Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso” establecido por la N.T.P. 400.021 [14] y el ensayo “Método de ensayo normalizado para la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino” establecido por la N.T.P. 400.022, ambos ensayos para la evaluación de agregados. [15]

(3) Objetivo del ensayo

Determinar el peso específico seco y saturado con superficie seca, el peso específico aparente después de las 24 horas del agregado grueso. Para el agregado fino, su objetivo es determinar la densidad promedio de partículas del mismo material, sin incluir los orificios entre sus mismas partículas, la densidad relativa (gravedad específica)

(4) Instrumentos y equipos

Para el presente ensayo, se hizo uso de los siguientes instrumentos:

- Balanza
- Frascos, recipientes, balde
- Franela
- Fiola
- Canastilla
- Matraz de 500 cm³
- Horno microondas, con temperatura uniforme de 110 °C ± 5°C

(5) Procedimiento

- Para el agregado fino:

Primero, se procede a pesar una determinada cantidad que sea representativa de la muestra del agregado fino aproximadamente 500 gr que pase por la malla N° 4.

Segundo, se introduce el agregado seleccionado dentro de la fiola.

Tercero, se llena de agua en la fiola con la muestra dentro de la misma.

Cuarto, se procede a agitar, dando movimientos especiales a la fiola con el material contenido con la finalidad de eliminar las burbujas de aire atrapado.

Quinto, dejar reposar la muestra con la fiola después de la eliminación de todas las burbujas de aire por 24 horas.

Sexto, al día siguiente, se pesa el frasco con la muestra contenida en el mismo.

- Para el agregado grueso:

Primero, obtener muestra de agregado mediante el método del cuarteo, sin olvidar eliminar el material que pase el tamiz N°4.

Segundo, se procede a lavar la muestra para eliminar el polvo restante e impurezas existentes superficialmente. La muestra una vez ya lavada, se sumergirá por 24 horas aproximadamente.

Tercero, retiramos la muestra del agua y se deja secar a una temperatura ambiente para así pesar dicha muestra.

Cuarto, se colocará la muestra saturada con superficie seca en la cesta para así determinar su peso de la misma en agua.

Quinto, las muestras se colocarán en el horno durante 24 horas a una temperatura de 1100 ± 50 .

Sexto, se procede a retirar la muestra retirada del horno, se deja enfriar a temperatura ambiente para proceder a pesar y anotar los datos obtenidos.

(6) Cálculo

En el ensayo, considera importante el cálculo del peso específico de masa, el peso específico de masa saturada con superficie seca y el peso específico aparente, las cuales consta de las siguientes ecuaciones para su cálculo:

- Para el Peso Específico de masa (Pem), se hace uso de la Ecuación 3

$$Pem = \frac{A}{(B-C)} \quad (\text{Ecuación 3})$$

- Para el Peso Específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS), se hace uso de la ecuación (4)

$$PeSSS = \frac{B}{(B-C)} \quad (\text{Ecuación 4})$$

- Para el Peso Específico Aparente (Pea), se hace uso de la Ecuación 5

$$Pea = \frac{A}{(A-C)} \quad (\text{Ecuación 5})$$

- Para la absorción (Abs), se hace uso de la Ecuación 6

$$Abs = \frac{(B-A)}{A} \times 100 \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

A= Peso en el aire, de la muestra seca al horno (gr.)

B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr.)

C= Peso en el agua de la muestra saturada (gr.)

(7) Fotografías del ensayo

- Para el agregado fino:



Figura 9: Peso de la fiola

Fuente: Elaboración Propia



Figura

10:

Eliminando burbujas de aire atrapado

Fuente: Elaboración Propia



Figura 11: Peso de la fiola+ agregado fino + agua después de 24 horas.

Fuente: Elaboración Propia

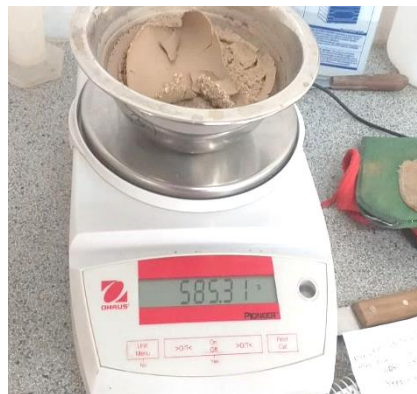


Figura 12: Pesar la muestra seca

Fuente: Elaboración Propia

- Para el agregado grueso:

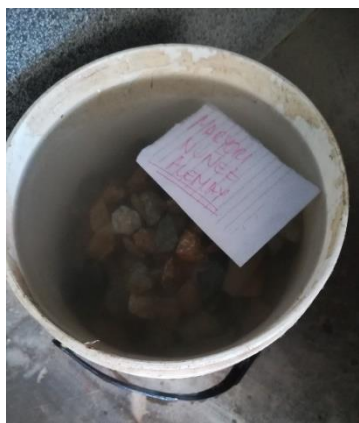


Figura 13: Agregado grueso sumergido por 24 hrs

Fuente: Elaboración Propia

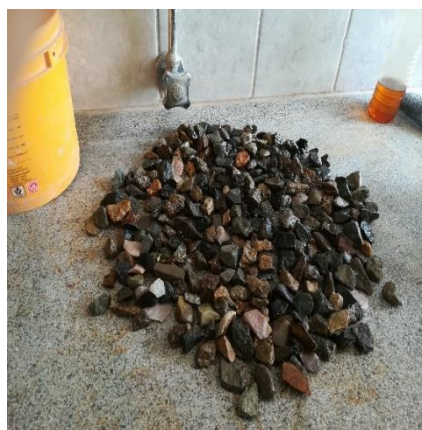


Figura 14: Se extiende el agregado para secado superficial

Fuente: Elaboración Propia



Figura 15: Se pesa el agregado grueso + canastilla

Fuente: Elaboración Propia



Figura 16: Pesar la muestra seca

Fuente: Elaboración Propia

d) Peso volumétrico suelto y compactado del agregado fino y grueso

(1) Definición

Este método nos permitirá conocer el peso de una cantidad determinada de una muestra en un recipiente de volumen conocido, para así ser calculado, en este caso sin apisonar o compactado.

(2) Normativa

El ensayo “Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados” establecido por la N.T.P. 400.017, método aplicado para la evaluación de agregados. [13]

(3) Objetivo del ensayo

Determinar la densidad de masa denominado también “peso unitario” de los agregados tanto finos como gruesos, en condición suelto o compactado.

(4) Instrumentos y equipos

Para el presente ensayo, se hizo uso de los siguientes instrumentos:

- Balanza
- Brochas
- Moldes de compactación (probetas)
- Recipientes

- Cucharones
- Varilla de 3/8"
- Goma o mazo

(5) Procedimiento

- Para el peso unitario suelto

Primero, se procede a pesar el molde de compactación vacío.

Segundo, se comienza a llenar de material el molde, descargando el mismo de una altura que no exceda de 50 cm encima del borde superior del mismo,

Tercero, se llena hasta llegue a la parte superior del mismo y se enrasa su superficie con la varilla lisa.

Cuarto, se procede a limpiar excesos de material e inmediatamente se pesa.

- Para el peso unitario compactado

Primero, se pesa el molde de compactación completamente vacío (probetas)

Segundo, se procede a colocar la muestra de agregado fino o grueso a una altura de 5 cm, llenando de esta manera en tres capas.

Tercero, en cada capa de llenado, se dan 25 golpes con la varilla lisa de 3/8", considerando que, en la segunda y tercera capa, el apisonado deberá ser con un esfuerzo mayor a la primera, pero no en exceso para que no cause la penetración de la varilla en una capa anterior.

Cuarto, una vez llena el molde de compactación con el material, se pasa a enrasar su superficie con la varilla.

Quinto, se limpia con la brocha toda partícula que no se encuentre dentro del molde.

Sexto, se pesa la muestra con el molde.

(6) Cálculo

En la Norma Técnica Peruana del presente ensayo, enumera los diversos cálculos que se deberán realizar:

- Peso unitario suelto o compactado húmedo (P.U)

$$P.U. = \frac{P}{V} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

P= Peso de la muestra húmeda (kg.)

V= Volumen del recipiente (m³)

- Peso unitario suelto o compactado seco (P.U.S)

$$P. U. S = \frac{P.U}{(1+H)} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Donde:

P. U= Peso unitario

H= Contenido de humedad (%)

(7) Fotografías del ensayo



Figura 17: Colocando muestras de agregado en las probetas
Fuente: Elaboración Propia



Figura 18: Se da 25 golpes con varilla lisa de 3/8"

Fuente: Elaboración Propia



Figura 19: Se da golpes con la goma o mazo
Fuente: Elaboración Propia



Figura 20: Pesando del material en la probeta para sus pesos unitarios
Fuente: Elaboración Propia

Ensayos del concreto fresco

a) *Asentamiento del concreto*

(1) Definición

Este método nos permitirá conocer la consistencia que presenta la mezcla de concreto en su estado fresco, y depende de diferentes factores como del agua de amasado, tamaño máximo del agregado, su granulometría o incluso la forma de los mismos puede influir en el método de compactación, por ende, tiene una relación directa con su consistencia.

(2) Normativa

Este ensayo denominado “Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland” establecido por la N.T.P 339.035 es utilizada para la evaluación del hormigón (concreto). [17]

(3) Objetivo del ensayo

Determinar el asentamiento del hormigón fresco, sea en campo o en laboratorio, la cual puede clasificarse como una mezcla muy fluida o muy seca.

(4) Instrumentos y equipos

Para el presente ensayo, se hicieron uso de estos instrumentos:

- Molde o cono de Abrams, el cual presenta un diámetro
- Barra compactadora lisa de 5/8" con una largo de 60 cm.
- Cuchara o cucharón
- Regla o wincha

(5) Procedimiento

Inicialmente, se procede a humedecer el molde llamado también cono de Abrams, y se coloca sobre una superficie plana y no absorbente, buscando que tenga firmeza y se mantenga inmóvil durante el proceso. Se recomienda pisar las aletas del mismo para asegurar ello.

Se procede a vaciar con el cucharón de concreto, de manera que cada ocupe la tercera parte del volumen en total del cono, cada una se compacta con 25 golpes con la barra compactadora, buscando uniformizar cada una.

Seguidamente, cuando se ha llenado la última capa, se enrasa la parte superior con una regla o plancha determinada, y se levanta el molde de manera vertical.

Finalmente, se procede a medir el asentamiento del concreto con una regla o wincha metálica.

(6) Cálculo

No existe cálculo alguno, solo la medición en campo o en laboratorio, durante el ensayo. Se realiza con wincha o una regla para así determinar su consistencia que presenta la mezcla realizada.

En siguiente tabla, se muestran los tipos de consistencias existentes en el concreto, la cual se divide en tres formas, consistencia seca, consistencia plásticas y fluidas, y dependerá de la medida que tenga el revenimiento obtenido durante el ensayo de Asentamiento del Concreto.

Tabla 8: Tipo de consistencia en el concreto

TIPO DE CONSISTENCIA	REVENIMIENTO (MM)
Consistencia Seca	0" a 2" (0 mm. A 50 mm.)
Consistencia Plásticas	3" a 4" (75 mm. A 100 mm.)
Consistencia Fluidas	> 5" (125 mm.)

Fuente: ACI 211.1

En la siguiente tabla, se muestran los revenimientos sugeridos según el ACI 211.1, que depende del tipo de estructura. El asentamiento puede incrementarse cuando se usan aditivos químicos o mediante métodos de corrección como "Corrección por asentamiento", donde influye un reajuste en el diseño de mezcla para obtener el slump deseado.

Tabla 9: Revenimientos sugeridos para varios tipos de infraestructuras en la construcción

	REVENIMIENTO (CM)	
	MAX	MIN
Muros y zapatas de cimentación de concreto armado	8	2
Cimentaciones simples, muros y cajones	8	2
Vigas y muros de concreto armado	10	2
Columnas de edificaciones	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Concreto masivo/ Concreto ciclópeo	5	2

Fuente: ACI 211.1

(7) Fotografías del ensayo



Figura 21: Se aplicó 25 golpes con barra compactadora en cada capa
Fuente: Elaboración Propia



Figura 22: Se mide con wincha
Fuente: Elaboración Propia

b) Peso Unitario del concreto fresco

(1) Definición

El peso unitario es la suma de todos sus componentes que intervienen en la mezcla, brindándonos un valor para compararlo tanto en su estado fresco como en su estado endurecido.

(2) Normativa

Este ensayo denominado “Método de ensayo normalizado para peso unitario de mezcla de hormigón (concreto) fresco” establecido por la N.T.P 339.046 es utilizada para la evaluación de la mezcla de concreto. [36]

(3) Objetivo del ensayo

Determinar el peso unitario del concreto u hormigón fresco.

(4) Instrumentos y equipos

- Balanza
- Trompo
- Cucharón
- Varilla lisa de 5/8”
- Martillo de goma o mazo

- Molde cilíndrico metálico
- Plancha de enrasar

(5) Procedimiento

Primero, se elige un molde cilíndrico metálico para proceder a pesarlo.

Segundo, se llena el molde en tres capas de concreto fresco, compactándose 25 veces con la varilla lisa y se procede a dar 15 golpes con la goma o mazo después de cada capa compactada.

Tercero, se pesa el molde con el concreto fresco contenido de la probeta.

(6) Cálculo

Para determinar el peso unitario del concreto en estado fresco, se obtuvo de la siguiente manera.

Donde:

A= Peso del molde cilíndrico de metal vacío

B= Peso del molde cilíndrico de metal + mezcla de concreto

V= Volumen del molde cilíndrico de metal

- Peso Unitario del concreto en estado fresco (P.U.)

$$P.U = \frac{(B-A)}{\frac{V}{1000}} \quad (\text{Ecuación 9})$$

(7) Fotografías del ensayo



Figura 23: Se pesa la probeta de metal
Fuente: Elaboración Propia



Figura 24: Se pesa la probeta con
concreto fresco
Fuente: Elaboración Propia

c) Contenido de aire del concreto

(1) Definición

El contenido de aire atrapado en la mezcla de concreto, está en función de las proporciones en el que se combinan todos los componentes de la mezcla, de sus características físicas de los agregados y el método de compactación.

(2) Normativa

Este ensayo denominado “Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco, por el método de presión” establecido por la N.T.P 339.083 es utilizada para la evaluación de la mezcla de concreto (estado fresco).
[37]

(3) Objetivo del ensayo

Determinar el contenido de aire de una mezcla de concreto en su estado fresco, recién mezclado excluyendo cualquier cantidad de aire que puede contener las partículas que tienen los agregados en el hormigón.

(4) Instrumentos y equipos

Para este ensayo del contenido de aire atrapado de la mezcla, se hicieron uso de los siguientes instrumentos:

- Medidor de aire, las cuales existen dos tipos de aparatos satisfactoriamente diseñados, empleando un principio de la Ley de Boyle.
 - Medidor de aire Tipo A: Este medidor consiste en introducir agua hasta una determinada altura por encima de la muestra de concreto de volumen conocido aplicando una presión de aire sobre el agua. Este consiste en reducir el volumen de aire en la muestra de concreto, el nivel del agua más abajo que la presión es aplicada y se determina mediante la observación.
 - Medidor de aire Tipo B: Este medidor consiste en hacer que el volumen de aire y la presión sean iguales de la mezcla de concreto, mediante un recipiente cilíndrico y una sección superior que lo cubra, puede ser metal u otro material reactivo al cemento. La aguja que presente este medidor debe ser calibrado en términos de porcentajes de aire de presión igualando ambas. Se han hecho uso satisfactoriamente presiones operacionales de 7.5 a 30.0 psi (51 a 207 kPa). El

dial de la sección superior para medir el contenido de aire debe estar graduado en un rango de al menos 8 %, legible con una aproximación de 0.1 % bajo las operaciones normales de presión.

- Recipientes de medición, con un diámetro de 0.75 a 1.25 veces la altura y una capacidad por lo menos de 0.20 ft³ (5.7 L).
- Varilla, redonda, de acero de 5/8" (16 mm) de diámetro y no menor a 16" (400 mm) de longitud, teniendo el extremo redondeado o semihemisférica con diámetro de 5/8" (16 mm)
- Paleta común.
- Placa, sirve para remover el exceso de concreto, rectangular y plana
- Tamices, de 37.5 mm (1 1/2" de pulg.) con un área de tamizado no menor de 0.19 m² (2 pies²).
- Goma o mazo
- Embudo
- Medidor para agua
- Vibrador
- Cucharón

(5) Procedimiento

Primero, se procede a humedecer la parte interna del recipiente para llenar el mismo con tres capas de volumen, sobrellenando la última capa, teniendo en cuenta que este paso, se debe realizar sobre una superficie plana, firme y completamente nivelada.

Segundo, se debe compactar cada capa con 25 penetraciones de la punta semihemisférica de la varilla, distribuyendo uniformemente las penetraciones en toda la sección.

Tercero, dar 10 a 15 golpes con la goma o mazo después de compactar cada capa, para así eliminar burbujas de aire y no queden atrapadas en el interior de la misma.

Cuarto, se enrasa el hormigón haciendo uso de la placa enrasadora, y se coloca sobre el recipiente con la mezcla, la cubierta una vez limpia y humedecida.

Quinto, abrir ambas llaves de purga, cerrar inmediatamente la válvula principal de aire entre el tazón y la cámara, para luego abrir ambas llaves de purga a través de la cubierta.

Sexto, inyectar agua por la llave de purga, mientras movemos y golpeamos el medidor para asegurar que todo el aire de su interior sea expulsado, seguidamente cerramos la válvula de escape de aire y bombeamos aire dentro de la cámara. Se espera unos

segundos, para que el aire comprimido llegue a la temperatura normal y obtengamos una lectura de presión correcta.

Séptimo, se ajusta el manómetro en la línea de presión inicial por bombeo o deje de escapar aire, dando golpes ligeros si es necesario.

Octavo, cerrar ambas llaves de purga y abrir la válvula principal entre el tazón y la cámara de aire, dar pequeños golpes en los lados del tazón con la goma o mazo. Se procederá a leer el porcentaje de aire, golpeando ligeramente el manómetro para estabilizar la lectura y tomar apunte de la correcta.

(6) Cálculo

Para la determinación del contenido de aire mediante este ensayo, no existe cálculo alguno, solo se toma los respectivos valores que se obtienen de los medidores de aire.

(7) Fotografías del ensayo



Figura 25: Introducir agua en una válvula para eliminar el aire en la mezcla.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 26: Tomar medida del contenido de aire.

Fuente: Elaboración Propia

d) *Temperatura del concreto*

(1) Definición

La temperatura del concreto es una medida que se realiza en un control de calidad del concreto, y éste va a tener influencia directa del aporte calorífico de cada uno de sus componentes, ésta va a determinar su calor específico de su masa y de su temperatura, considerando así el calor liberado por la hidratación del cemento y su energía de mezclado.

(2) Normativa

Este ensayo denominado “Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto), por el método de presión” establecido por la N.T.P 339.184 es utilizada para el control de calidad de la mezcla de concreto (estado fresco). [38]

(3) Objetivo del ensayo

Determinar la temperatura del concreto (hormigón) en estado fresco.

(4) Instrumentos y equipos

- Contenedor para depositar el concreto, de material no absorbente y de tamaño necesario para proveer al menos 3 pulgadas de concreto en todas sus direcciones.
- Termómetro, dispositivo para realizar la medida de su temperatura, con una aproximación de 0.5 ° C a lo largo de todo el rango de temperatura con un rango de 0 °C a 50 °C

(5) Procedimiento

Primero, se procede a introducir el termómetro, dispositivo para tomar lectura de la temperatura del concreto, se coloca e introduce de manera que quede cubierto al menos 7.5 cm.

Segundo, presionar de manera ligera y suave el concreto, de manera que la temperatura ambiente no afecte ni altere la lectura correcta.

Tercero, esperar 2 minutos o hasta verificar que la lectura se estabilice totalmente.

Cuarto, tomar la lectura y anotar.

(6) Cálculo

Para el presente ensayo, no existe cálculo alguno, se hace toma los respectivos valores que se obtiene del termómetro.

(7) Fotografías del ensayo



e) Elaboración y curado de probetas cilíndricas

(1) Definición

Esta práctica determina los requisitos necesarios para la elaboración, curado, protección y transporte de las muestras de hormigón para el ensayo bajo las condiciones de laboratorio y en obra.

(2) Normativa

Este ensayo denominado “Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio” establecido por la N.T.P 339.183, es utilizada para el control de estas muestras de concreto patrón, y “Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo” establecido por la N.T.P 339.033. [39]

(3) Objetivo del ensayo

Establecer un procedimiento definitivo para la elaboración y curado de los especímenes de concreto en laboratorio y para la elaboración de los especímenes de concreto en campo, considerando que estas mismas se han optado curar de manera superficial por 7 días.

(4) Instrumentos y equipos

- Trompo, para realizar la mezcla
- Buggie o carretilla
- Moldes cilíndricos y prismáticos
- Cucharones y planchas de albañilería
- Balanza
- Recipientes
- Varilla de 5/8" y 60 cm de longitud
- Goma o mazo

(5) Procedimiento

Primero, se procede a preparar los moldes, y debe presentar sus superficies limpias y lisas en su interior.

Segundo, se prepara la muestra, tener listos los pesos indicados de nuestro de diseño de mezcla aprobado de cada material para la elaboración del concreto.

Tercero, se realiza el procedimiento del ensayo de Asentamiento con el cono de Abrams, buscando obtener el slump deseado.

Cuarto, se llenan las probetas en tres etapas, sin olvidar los 25 golpes con la varilla de 5/8" y 15 golpes con la goma o mazo después del llenado de cada capa, en una zona libre de vibraciones.

Quinto, se enrasa la superficie de cada espécimen de concreto elaborado.

Sexto, se desencofra después de 24 horas del llenado, para luego colocar cada espécimen de concreto patrón en una poza de agua, para sumergirlo y pasar su tiempo de curado.

* Se debe tomar en cuenta, que las probetas elaboradas para el estudio y evaluación, muestras de mi presente tesis, se han curado de manera superficial durante 7 días, regándoles agua en horarios determinados durante todo el día.

(6) Cálculo

No existe cálculo alguno para el presente ensayo.

(7) Fotografías del ensayo

- Elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio



Figura 28: Elaboración de especímenes de concreto en laboratorio
Fuente: Elaboración Propia



Figura 29: Curado en laboratorio de muestras patrón
Fuente: Elaboración Propia

- Elaboración de especímenes de concreto en obra y curado superficial



Figura 30: Elaboración de especímenes de concreto en campo
Fuente: Elaboración Propia



Figura 31: Curado superficial
Fuente: Elaboración Propia

(8) Verificación del ángulo de reposo (45° aproximadamente)

- En el caso de las probetas, para obtener el ángulo de reposo deseado, fue necesario hacer empleo de un taco de madera con inclinación, de esta manera estos especímenes eran colocados sobre esta base para así la mezcla de concreto se adapte a la inclinación del molde de la probeta con un ángulo aproximado de 45°
- En el caso de las vigas, al haberse realizado una mezcla fluida de concreto con un asentamiento de 4" y ser vaciada en el molde de la viga, adapta inmediatamente el ángulo elegido por su propia fluidez de la mezcla, sin necesidad de forzarlo.



Figura 32: Taco de madera con inclinación
Fuente: Elaboración Propia



Figura 33: Medición del ángulo obtenido de manera aproximada con escuadra de 45°



Figura 34: Ángulo de 45° aproximadamente en las probetas
Fuente: Elaboración Propia



Figura 35: Vigas llenadas con ángulo de 45° aproximadamente
Fuente: Elaboración Propia

Ensayos del concreto endurecido

a) *Ensayo a la compresión*

(1) Definición

La resistencia a la compresión simple es una de las características mecánicas del concreto más importante, se expresa en kg/cm². Es el esfuerzo máximo que puede soportar el concreto bajo una carga de aplastamiento.

(2) Normativa

Este ensayo denominado “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a compresión simple del concreto de una probeta cilíndrica” establecido

por la N.T.P 339.034 es utilizada para el control de calidad del concreto endurecido.
[16]

(3) Objetivo del ensayo

El objetivo principal del ensayo consiste en determinar la máxima resistencia a la compresión de un cilindro de muestra de un concreto frente a una carga aplicada axialmente.

(4) Instrumentos y equipos

- Cilindro de concreto con medidas que cumplan con las medidas especificadas en la norma, altura 30 cm y diámetro de 15 cm.
- Máquina universal, aquella que aplica la carga al espécimen cilíndrico.

(5) Procedimiento

Primero, colocar el espécimen cilíndrico de concreto una vez ya seco, se debe considerar que existe una tolerancia de tiempo para el presente ensayo según su edad.

Tabla 10: Tolerancia de tiempo para el ensayo a la compresión

EDAD	TOLERANCIA DE TIEMPO DE ENSAYO
24 horas	± 0.5 horas
3 días	2 horas
7 días	6 horas
28 días	20 horas

Fuente: Norma N.T.P. 330.034

Segundo, se alinea la muestra al eje del bloque de empuje superior y verificar el indicador de la cara se encuentre en cero.

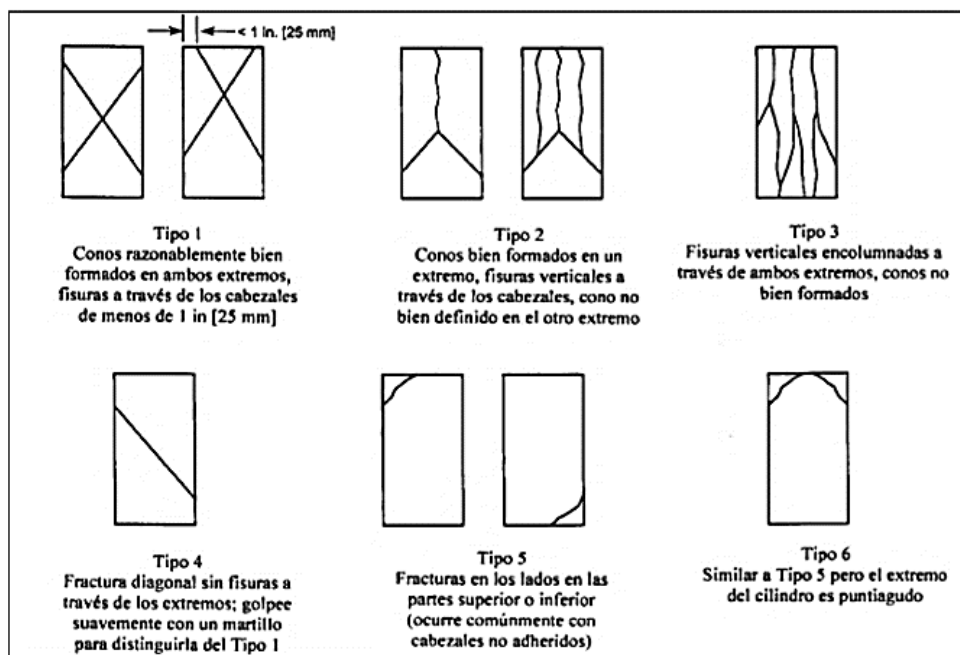
Tercero, aplicar la carga continua evitando el impacto brusco aumentando aceleradamente la misma.

Tercero, aplicar la carga de compresión en aumento progresivamente.

Cuarto, se anota la lectura brindada por la máquina, cuando la probeta de concreto haya alcanzado su capacidad última.

Quinto, se identifica el tipo de falla, las cuales tenemos en la siguiente imagen

Figura 36: Tipos de fallas del ensayo a la compresión



Fuente: Norma N.T.P. 339.934

(6) Cálculo

Para obtener la resistencia que les corresponde a las medidas de cada probeta ensayada, es necesario tomar nota de la carga que se obtiene de la máquina universal Internacional ELE, la cual nos marca una resistencia, pero no es la que corresponde para la probeta ensayada, puesto que ésta está ya programada para una probeta de medidas exactas con altura de 30 cm y diámetro 15 cm, es por ello que se actualiza ese valor de la siguiente manera:

- Resistencia a la compresión (R)

$$R = \frac{P}{A} \quad (\text{Ecuación 10})$$

Donde:

R= Resistencia a la compresión en kg/cm²

P= Máxima carga aplicada en kgf

A= Área del espécimen sometido en cm²

(7) Fotografías del ensayo



Figura 37: Se extraen de la poza de curado de las probetas patrón
Fuente: Elaboración Propia



Figura 38: Tomar las medidas exactas de las probetas
Fuente: Elaboración Propia



Figura 39: Centrar la probeta en la máquina de carga
Fuente: Elaboración Propia



Figura 40: Tomar nota de la lectura de carga obtenida
Fuente: Elaboración Propia

b) Ensayo a la tracción indirecta por compresión diametral

(1) Definición

Este es un ensayo que consiste en someter a compresión diametral un espécimen de concreto endurecido, también conocida como ensayo Marshall, se aplica una carga de manera uniforme a lo largo de dos líneas o generatrices opuestas hasta lograr alcanzar su máxima carga para la ruptura.

(2) Normativa

Este ensayo denominado “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta

cilíndrica” establecido por la N.T.P 339.084, utilizada para el control de calidad del concreto endurecido. [19]

(3) Objetivo del ensayo

El objetivo principal es obtener el esfuerzo máximo que soporta la probeta a compresión diametral, esfuerzo distribuido a lo largo del espécimen.

(4) Instrumentos y equipos

- Cilindro de concreto con medidas que cumplan con las medidas especificadas en la norma, altura 30 cm y diámetro de 15 cm.
- Máquina universal, aquella que aplica la carga al espécimen cilíndrico.

(5) Procedimiento

Primero, colocar el espécimen cilíndrico de concreto una vez ya seco, se debe considerar que existe una tolerancia de tiempo para el presente ensayo según su edad.

(6) Cálculo

Dentro de esta área, se encuentra la ecuación 11, donde se determina el esfuerzo de tracción indirecta obtenida mediante compresión diametral de una probeta de concreto.

- Esfuerzo de tracción indirecta (T)

$$Rd = \frac{2(P)}{\pi Ld} \quad (\text{Ecuación 11})$$

Donde:

T= Resistencia a la compresión diametral en kg/cm²

P= Máxima carga aplicada por la máquina en kg

L= Longitud del espécimen en cm

d= Diámetro del espécimen en cm

(7) Fotografías del ensayo



Figura 41: Se dejan secar las probetas
Fuente: Elaboración Propia



Figura 42: Se trazan los ejes a la probeta de concreto
Fuente: Elaboración Propia



Figura 43: Centrar la probeta en la máquina de carga
Fuente: Elaboración Propia



Figura 44: Tomar nota de la lectura de carga obtenida
Fuente: Elaboración Propia

c) Ensayo a la flexión

(1) Definición

La resistencia a flexión podría considerarse una medida indirecta de la resistencia a la tracción del concreto, se expresa como módulo de rotura (M_r) en Mpa. Aproximadamente representa entre un 10% a un 20% de la resistencia obtenida a compresión.

(2) Normativa

Este ensayo denominado “Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo” establecido por la N.T.P 339.078 es utilizada para el control de calidad del concreto endurecido. [18]

(3) Objetivo del ensayo

El objetivo principal del ensayo es determinar la medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto que no está reforzada, de esta manera, es un factor que influye directamente de la calidad del concreto.

(4) Instrumentos y equipos

- Espécimen prismático, viga de concreto con medidas que cumplan con las medidas especificadas en la norma, base de 15 cm, altura de 15 cm y una longitud de 55 cm.
- Máquina universal, aquella que aplica la carga al espécimen prismático.

(5) Procedimiento

Primero, Se extraen las vigas de la poza de curado, para su secado superficial de cada espécimen.

Segundo, se centran las vigas sobre las placas de apoyo, buscando que los apoyos estén exactamente ubicados a los tercios de su longitud total.

Tercero, se aplica la carga de forma continua al espécimen, pero sin impactos bruscos, aplicando una velocidad constante hasta un punto de ruptura de 0.9 Mpa/min y 1.2 Mpa/min, hasta producir la rotura de la viga.

(6) Cálculo

Dentro de los cálculos, encontramos la ecuación 12, donde se determina el esfuerzo de flexión.

- Relación de la carga (r)

$$r = \frac{Sbd^2}{L} \quad (\text{Ecuación 12})$$

Donde:

r = Relación de carga, en N/min

S = Tasa de incremento de la tensión máxima en la cara de tracción en Mpa/min

b = ancho promedio de la viga según su disposición y disponibilidad para el ensayo, mm

d = altura promedio de la viga según su disposición y disponibilidad para el ensayo, mm

L = Longitud del tramo, en mm

(7) Fotografías del ensayo



Figura 45: Se dejan secar a temperatura ambiente las vigas (especímenes prismáticos)

Fuente: Elaboración Propia



Figura 46: Centrar la viga en la máquina de carga, para que apoyos queden a cada tercio de la misma.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 47: Tomar nota de la lectura de carga obtenida

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezclas según método ACI 211.91

Este método gira alrededor de la resistencia buscada para la elaboración del concreto, la cual fija su relación de agua/ cemento, asegurando así la resistencia requerida.

El método American Concrete Institute (ACI 211.1-91) es el más común y más utilizado a nivel nacional e internacional, considerando la importancia de la resistencia del concreto elaborado para diversas obras de construcción civil. Presenta tablas basadas de ensayos en laboratorio con el fin de brindar una guía más cercana a la realidad a los encargados de la elaboración y control de calidad del concreto, para obtener así la dosificación más adecuada en función a la resistencia deseada.

El procedimiento para la elaboración del diseño de mezclas es el siguiente:

a) Paso 1: Selección del Slump o Asentamiento

Cuando no se tiene un slump deseado o necesario, se toma como referencia a una tabla brindada por el ACI 211.1, la cual recomiendan diferentes valores de slump según el tipo de estructura u obra de construcción civil. *Ver Tabla 9: Revenimientos sugeridos para varios tipos de infraestructuras en la construcción.*

b) Paso 2: Selección de la resistencia promedio

Se determina una resistencia promedio (f'_{cr}), aquella resistencia en función de la resistencia especificada (f'_c). Cuando no se tiene registros exactos o valederos de resistencias de especímenes de concreto de proyectos ejecutados anteriormente, es necesario emplear un factor de seguridad sugerido por el ACI 211.1

Tabla 11: Resistencia requerida para diseño de mezcla

RESISTENCIA REQUERIDA	
f'_c	f'_{cr}
< 210, kg/cm ²	$f'_c + 70$
210 a 350, kg/cm ²	$f'_c + 84$
> 350, kg/cm ²	$f'_c + 98$

Fuente: ACI 211.1

c) Paso 3: Selección del tamaño máximo nominal de agregados

Se debe considerar importante para la selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso, que la mezcla de concreto debe ser colocado sin dificultad en los vaciados respectivos, buscando que no queden espacios vacíos ni cangrejeras.

Es importante tener en cuenta que el tamaño máximo nominal elegido de los agregados no deberá ser un obstáculo para la fácil colocación del concreto en encofrados. [26]

d) Paso 4: Estimación del volumen de agua para mezclado

La selección del volumen unitario de agua hace referencia a la selección de una determinada cantidad de agua que sea necesario incorporar para obtener una consistencia deseada cuando el agregado está inicialmente seco. [26]

El agua necesaria para la mezcla, el ACI 211.1 recomienda que se considere en función del slump deseado o requerido y el tamaño máximo del agregado que compone el concreto, considerando o no aire incluido y se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla 12: Agua en lt/m^3 , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso

Asentamiento	Agua en l/m^3 , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
% aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Fuente: ACI 211.1

e) Paso 5: Estimación del aire contenido

Las burbujas de aire pueden presentarse en la mezcla de concreto como resultado de diversos procesos que pueden suceder en puesta en obra, cuyo caso se le denomina aire atrapado o contenido. [26]

La presencia de aire en la mezcla no tiende a disminuir su resistencia del concreto por incremento en la porosidad del mismo. En los concretos, siempre hay un pequeño porcentaje de aire atrapado, y éste depende del aporte de los materiales que conforma la mezcla del concreto, su granulometría, tamaño máximo del agregado. En la mezcla preparada para la presente investigación, no se consideró la incorporación de aire, solo diseñar un concreto convencional.

Tabla 13: Contenido de aire atrapado

Tamaño máximo nominal	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%
6"	0.2%

Fuente: ACI 211.1

f) Paso 6: Selección de la relación a/c por resistencia

El ACI 211.1 brinda una tabla que permite determinar la relación agua/ cemento que es influenciado por el tipo de concreto por diseñar (con o sin aire incorporado) y su $f'c$ a los 28 días. Siendo necesario que la mezcla se mantenga dentro de los límites especificados, buscando no exceder ni reducir su resistencia notablemente.

Tabla 14: Relación agua/cemento de diseño en peso

F'c (28 días)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto 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: ACI 211.1

g) Paso 7: Cálculo del contenido de cemento

El contenido de cemento, se determina con el volumen unitario de agua entre la relación agua cemento, calculados en los pasos 3 y 4 respectivamente.

De esta manera se obtiene un peso específico kg por m³, necesario para la mezcla de concreto.

h) Paso 8: Cálculo del volumen de agregado grueso

Para el presente paso 8, el ACI 211.1 brinda una tabla con el volumen del agregado grueso por volumen unitario de agua especificada en el diseño en el paso 3. Los valores dependerán del tamaño máximo nominal del agregado grueso, piedra, y directamente del módulo de fineza del agregado fino, arena.

Se manifiesta la cantidad del agregado grueso en m³ es calculado para un metro cúbico de concreto.

Tabla 15: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

T.M.N del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto para diversos MF.			
	2.4	2.6	2.8	3.0
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"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211.1

i) Paso 9: Cálculo del volumen de agregado fino

El cálculo del volumen de agregado fino en la mezcla de concreto es la diferencia de la suma de todos los elementos anteriores ya calculados. Al ya conocer los volúmenes del cemento, aire, agua y agregado grueso, se realiza el cálculo de la diferencia de 1 m³, obteniendo así el peso del agregado fino.

j) Paso 10: Ajuste de la mezcla por humedad de agregados

El último paso permite que se ajuste la mezcla por humedad de sus agregados, el agua que se le añade a la mezcla de concreto, debemos reducirle la humedad total menos la absorción de la mezcla final.

Procedimientos

En la presente investigación se elaboró un cronograma detallado en el cual se presentan las actividades que se deben realizar por cada día durante la ejecución de todo el proyecto.

Primero, se empieza con la recopilación de toda información importante y necesaria para llevar a cabo la investigación, las cuales se encontró libros, tesis que dejaron líneas de investigación abiertas sobre la evaluación del uso de aditivos epóxicos, normas utilizadas de ensayos necesarios para la realización del proyecto.

Seguidamente, se eligieron los materiales, teniendo en cuenta su uso común en el sector de la construcción en el caso del aditivo epóxico y del cemento, para los agregados, se optó por

los agregados finos de la Cantera “La Victoria” y la Cantera “Tres Tomas”, las cuales, al ser evaluadas, presentaron mejores propiedades.

Se elaboró las muestras control de concreto con la dosificación elegida con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, para la verificación del diseño y resistencias obtenidas a los 7, 14 y 28 días. Después de los ensayos de los especímenes control, se procedió a realizar las probetas a evaluar en la presente tesis, que compara los bloques de concreto monolítico y los bloques de concreto unido con aditivo epóxico, con curado superficial de obra con dos variables intervinientes, las cuales fueron el sol y la sombra.

Después de su respectivo curado, superficialmente durante 7 días como mínimo, se procedió a almacenar los especímenes de concreto para los ensayos de compresión simple, compresión diametral y flexión simple a los 14, 21 y 28 días.

Finalmente, se encuentran ensayos comparativos, que son el objetivo principal en la presente investigación, para evaluar el comportamiento ante estos esfuerzos de un concreto monolítico en las mismas condiciones de un concreto con aditivo epóxico.

Plan de procesamiento y análisis de datos

Esta investigación presenta un plan de procesamiento para su análisis de datos bien detallado y organizado, la cual se divide en 5 fases, y son especificadas a continuación:

FASE I: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA

1. Recopilación de información bibliográfica y antecedentes del proyecto
2. Análisis de información de proyectos similares.
3. Revisión de la normativa nacional vigente.
4. Revisión de ensayos disponibles.

FASE II: DESARROLLO DEL PROYECTO: OBTENCIÓN DE MATERIALES, ENSAYOS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

1. Obtención de los materiales: Cantera Tres Tomas y La Victoria
2. Ensayos de laboratorio de los agregados
 - a. Granulometría
 - b. Contenido de humedad
 - c. Pesos Unitarios Suelto y Compactado
 - d. Pesos Específicos
 - e. Contenido de Absorción

3. Ensayos del concreto fresco
 - a. Asentamiento
 - b. Peso Unitario
 - c. Contenido de aire
 - d. Temperatura
4. Elaboración de probetas control cilíndricas de concreto.
5. Ensayo a compresión de probetas control (Verificar $f'c$).
6. Elaboración de probetas cilíndricas de concreto monolítico y con epóxico.
7. Ensayo a compresión simple de probetas cilíndricas.
8. Ensayo a compresión diametral de probetas cilíndricas.
9. Elaboración de vigas de concreto monolítico y con epóxico.
10. Ensayo a flexión simple de vigas.

FASE III: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

1. Análisis de las resistencias de los especímenes de concreto sometidos a compresión simple, compresión diametral y flexión.
2. Elaboración de gráficos comparativos de los especímenes de concreto monolítico y de concreto unidos con aditivo epóxico.
3. Elaboración de conclusiones y recomendaciones
4. Ensayo a flexión simple de vigas.

FASE IV: PRESENTACIÓN FINAL

1. Presentación del proyecto definitivo a los jurados.
2. Levantamiento de observaciones.
3. Impresión del proyecto definitivo.
4. Definición de fecha y sustentación final de tesis.

Tabla 16: Matriz de consistencia

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>¿Cuánto variará su resistencia a flexión y compresión del concreto simple unidos con epóxico frente a un concreto monolítico?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar la resistencia a flexión y compresión de concreto simple con epóxico frente a un concreto monolítico.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Realizar los ensayos necesarios del agregado fino y grueso de las canteras La Victoria y Tres Tomas respectivamente para el diseño de mezcla.</p> <p>Definir el diseño de mezclas que se necesita para la elaboración de los especímenes de concreto.</p> <p>Realizar ensayos al concreto fresco para la evaluación de sus características en ese estado.</p> <p>Elaborar especímenes patrón para la verificación del diseño y las muestras de estudio conformadas por los especímenes de concreto monolítico y con epóxico.</p> <p>Verificar las resistencias a la compresión obtenidas de las probetas patrón a los 7, 14 y 28 días.</p> <p>Efectuar los ensayos a compresión simple de probetas cilíndricas según la NTP 339.034.</p> <p>Realizar los ensayos a compresión diametral probetas cilíndricas según la NTP 339.084.</p> <p>Efectuar el ensayo a flexión de vigas de concreto simple monolíticas y de vigas unidas con epóxico según la NTP 339.078.</p> <p>Realizar un análisis ambiental que origina el uso del aditivo epóxico en la ciudad de Chiclayo.</p>	<p>“El uso de Chema Epox Adhesivo 32 en el concreto fresco-endurecido conserva la resistencia a esfuerzos de flexión y compresión como un concreto monolítico.”</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Uso de epóxico Chema Epox Adhesivo 32</p> <p>Variable Independiente:</p> <p>Propiedades de los agregados.</p> <p>Propiedades del concreto fresco</p> <p>Probetas patrón</p> <p>Probetas cilíndricas y vigas con y sin epóxico.</p>	<p>Tipo y Nivel de Investigación:</p> <p>El tipo de investigación de la presente tesis es considerado experimental, puesto que mediante diversos experimentos y/o ensayos se logra obtener resultados para su respectiva interpretación de las hipótesis planteadas. [23]</p> <p>El nivel de la investigación se considera nivel descriptivo, puesto que, mediante esta tesis, se evalúa la aplicación de un aditivo epóxico muy empleado por el sector de la construcción civil, logrando describir el comportamiento del concreto simple con y sin la aplicación de Chema Epox Adhesivo 32.</p> <p>Diseño de Investigación:</p> <p>El diseño para esta investigación se ha planteado tener un enfoque cuantitativo, puesto que se requiere registrar, cuantificar y analizar para verificar la certeza de las hipótesis planteadas.</p>	<p>Técnicas y Herramientas:</p> <p>Observación científica</p> <p>Experimentos</p> <p>Análisis de contenidos</p>	<p>Población:</p> <p>No existe una población específica en esta investigación, sin embargo, se considera en general al concreto utilizado en obras de construcción civil.</p> <p>Muestras:</p> <p>144 especímenes de concreto simple con curado superficial bajo sol y sombra</p> <p>108 especímenes de concreto simple con curado superficial y sumergido bajo sombra.</p>

Fuente: Elaboración Propia

Criterios éticos

Se garantiza la autenticidad y originalidad en los resultados obtenidos en laboratorio, sin alteración alguna durante el procesamiento de resultados con la finalidad de obtener valores valederos de su resistencia a flexión y compresión del concreto. Por otro lado, las investigaciones que han sido tomadas como referencia, se encuentran descritas en el Marco Teórico de esta investigación, en la sección de antecedentes. Ahí, cada una es detallada, describiendo sus objetivos, resultados y sus conclusiones, así como también la manera en la que cada una aporta a mi investigación. Dichas investigaciones son: “Evaluación sobre adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo con dos tipos de epóxicos” escrita por Gustavo Adolfo Archila Ortiz de la Universidad de San Carlos de Guatemala; “Evaluación de la resistencia a compresión, de especímenes de concreto usando aditivo adherente Chema Epox Adhesivo 32”, escrita por Eduardo Salomón Valencia Zafra de la Universidad Nacional de Cajamarca- Perú; otra de las investigaciones tomadas como antecedente y referencia es: “Eficiencia del cemento epóxico en el concreto y la calidad de obras reconstruidas en la ciudad de Ica”, escrita por Raúl Vásquez de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga; “Resistencia a la compresión de concretos con epóxicos adherentes” escrita por José Antony Zeña Sandoval de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Además de la investigación denominada “Análisis de la resistencia de mezclas de concreto fresco y endurecido unidos con Sikadur 32 y Chema Epox adhesivo 32” escrita por Betsy Danicsa Maza Idrogo de la Universidad Nacional de Cajamarca. Finalmente: “Análisis de la resistencia a la tracción en la unión de concreto nuevo y endurecido tratada” brindada por Lessly Jeniffer Rivera Avalos.

IV. Resultados

A continuación, se presenta el resultado de los ensayos a los agregados tanto finos como gruesos, así como los resultados de los ensayos al concreto fresco, endurecido de los especímenes control y especímenes con epóxico.

Resultados de los ensayos de agregados

Los ensayos que se realizaron según la metodología descrita, donde se puede obtener la información de manera clara del procedimiento para cada ensayo de los agregados las cuales fueron realizados en la presente investigación

Resultados del análisis granulométrico del agregado fino y grueso

Análisis granulométrico del agregado fino

a) Cantera “La Victoria”, distrito de Pátapo

ENSAYO:	AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
REFERENCIA:	NTP 400.012 o ASTM C-136
Muestra:	Arena
Cantera:	La Victoria
	Caserío Las Canteras km. 4- Pátapo- Carretera
Ubicación:	Chongoyape

Tabla 17: Análisis granulométrico del agregado fino de la Cantera “La Victoria”

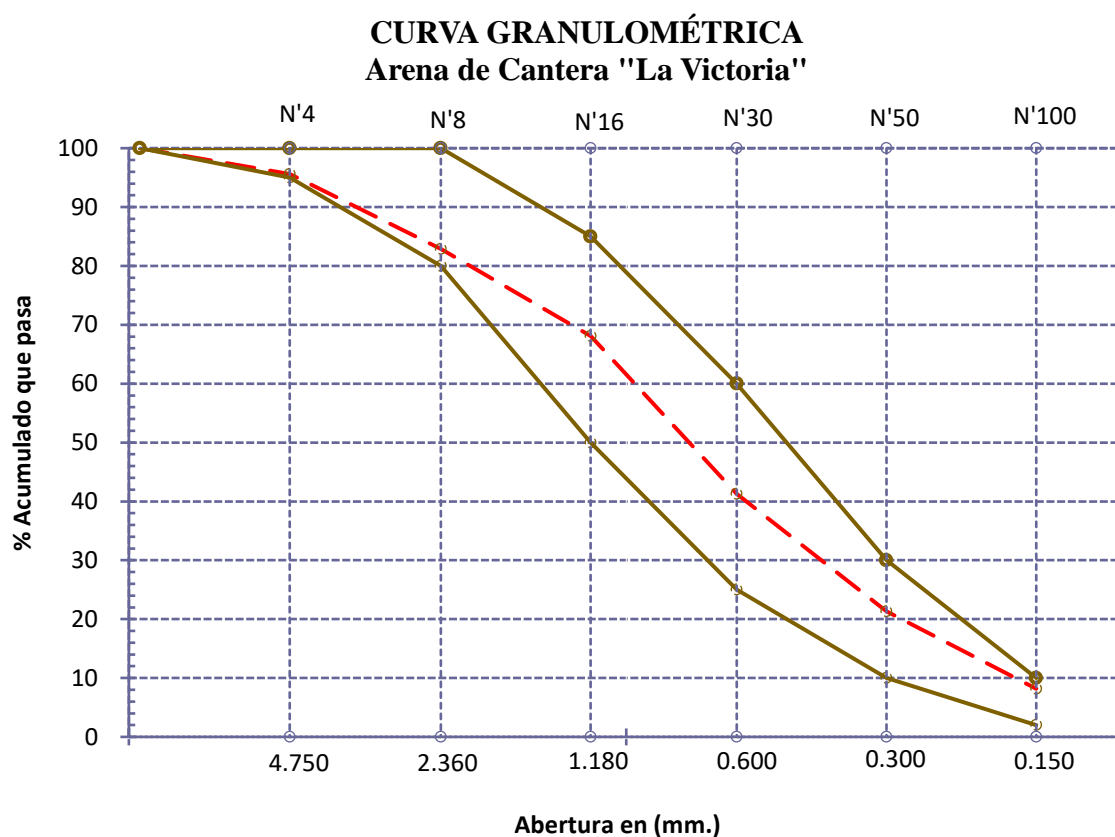
Peso Inicial:	500.00 gr.
Módulo de Fineza:	2.83

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 04	22.03	4.41	4.41	95.59
N° 08	63.48	12.70	17.10	82.90
N° 16	74.15	14.83	31.93	68.07
N° 30	133.90	26.78	58.71	41.29
N° 50	99.79	19.96	78.67	21.33
N° 100	65.73	13.15	91.82	8.18
N° 200	29.90	5.98	97.80	2.20
FONDO	11.02	2.20	100.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior, muestra los pesos retenidos del agregado fino proveniente de la Cantera “La Victoria”, además el cálculo del porcentaje retenido, porcentaje retenido acumulado y el porcentaje que pasa en su totalidad por cada tamiz. Obteniendo de esta manera, un módulo de finza de 2.83, cumpliendo los rangos recomendables de 2.3 a 3.1.

Gráfico 1: Curva hipsométrica de agregado fino de la Cantera “La Victoria”



Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 1, se puede evidenciar que la curva granulométrica del agregado fino de la Cantera “La Victoria”, se encuentra dentro de los rangos permisibles según la Norma ASTM C-33, quien brinda especificaciones de límites que se debe tomar en consideración dependiendo de cada tamiz en relación con el porcentaje que pasa del agregado de estudio.

Los límites totales para el agregado fino, lo podemos observar en la *Tabla 5: Requisitos granulométricos para el agregado fino*, donde se detalla el límite de porcentaje que pasa en cada tamiz retenido.

b) Cantera “Tres Tomas”, distrito Mesones Muro

ENSAYO:	AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
REFERENCIA:	NTP 400.012 o ASTM C-136
Cantera:	Tres Tomas
Muestra:	Arena
Ubicación:	Distrito Mesones Muro- Ferreñafe

Tabla 18: Análisis granulométrico del agregado fino de la Cantera “Tres Tomas”

Peso Inicial:	500.00 gr.
Módulo de Fineza:	2.89

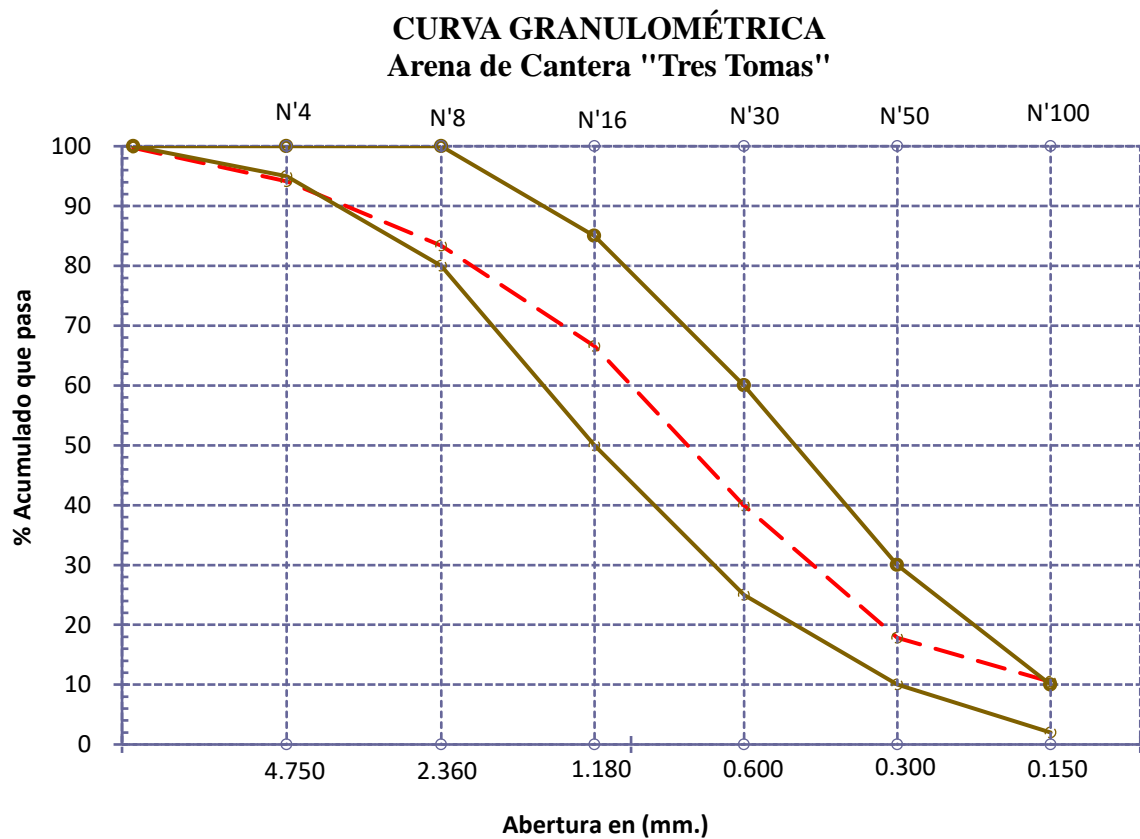
Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	2.36	0.47	0.47	99.53
Nº 04	27.92	5.58	6.06	93.94
Nº 08	53.87	10.77	16.83	83.17
Nº 16	84.10	16.82	33.65	66.35
Nº 30	132.90	26.58	60.23	39.77
Nº 50	110.54	22.11	82.34	17.66
Nº 100	36.85	7.37	89.71	10.29
Nº 200	19.00	3.80	93.51	6.49
FONDO	32.46	6.49	100.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior, muestra los pesos retenidos del agregado fino proveniente de la Cantera “Tres Tomas”, además del cálculo del porcentaje retenido, porcentaje retenido acumulado y el porcentaje que pasa por cada tamiz. Obteniendo así un módulo de fineza de 2.89, índice del grosor, determinando así ser un agregado con partículas medianas.

Pese a ello, se observa un peso retenido en el tamiz de 3/8” de 2.36 gramos y un porcentaje que pasa en este mismo tamiz de 99.53, cuando el límite permisible es 100%, por tratarse de un agregado fino.

Gráfico 2: Curva hipsométrica de agregado fino de la Cantera “Tres Tomas”



Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 2, se puede evidenciar la curva granulométrica del agregado fino de la Cantera “Tres Tomas”, presenta una pequeña y ligera desviación en su porcentaje de agregado que pasa en la malla 3/8”, y luego se regulariza en los demás tamices dentro de los rangos permisibles según la Norma ASTM C-33.

Los límites granulométricos permisibles se pueden visualizar en la *Tabla 5: Requisitos granulométricos para el agregado fino*, donde se detalla el límite de porcentaje que pasa en cada tamiz retenido.

Análisis granulométrico del agregado grueso

*a) Chancadora “Granda” de la Cantera “Tres Tomas”, distrito
Mesones Muro*

ENSAYO:	AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
REFERENCIA:	NTP 400.012 o ASTM C-136
Cantera:	Tres Tomas
Muestra:	Piedra Chancada
Ubicación:	Chancadora “Granda” Mesones Muro- Ferreñafe

Tabla 19: Análisis granulométrico del agregado grueso de la Chancadora “Granda”, Cantera “Tres Tomas”

Peso Inicial:	5000.00 gr.
Módulo de Fineza:	3.96

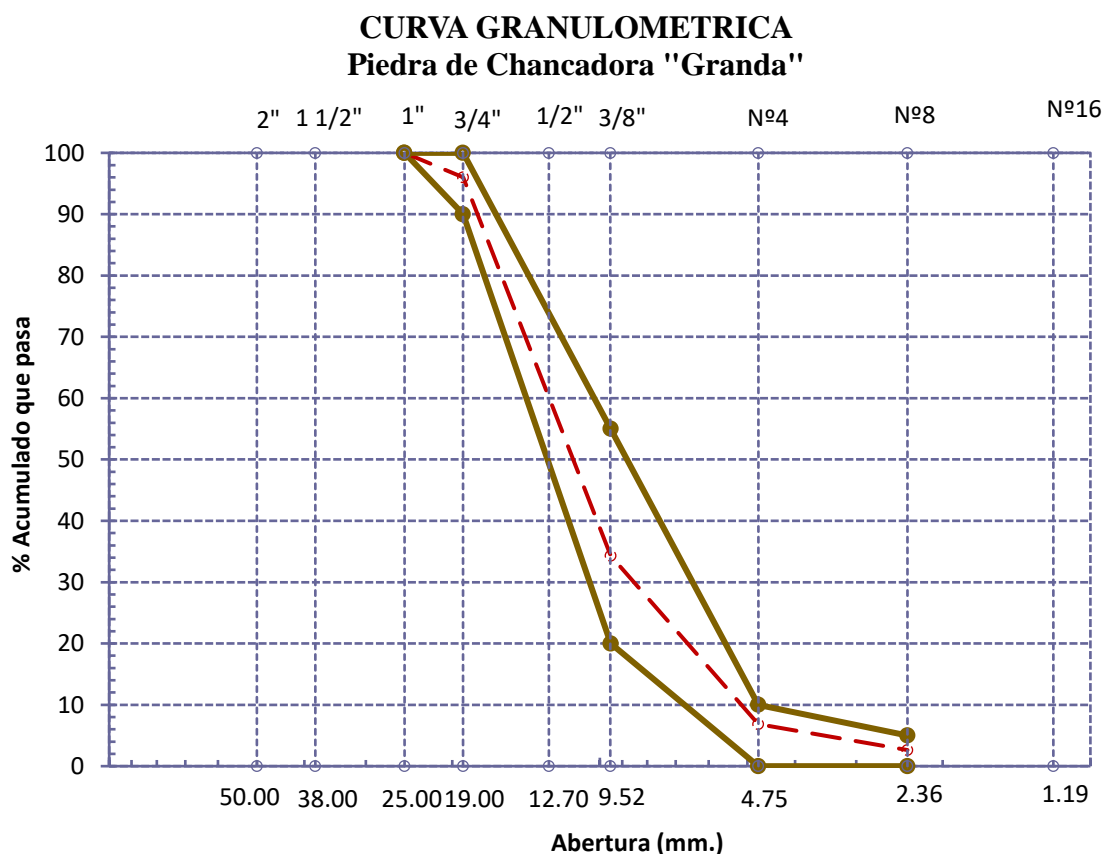
<i>Malla</i>	<i>Peso Retenido</i>	<i>% Retenido</i>	<i>% Ret. Acum.</i>	<i>% Que Pasa</i>
2"	0.00		0.0	100.0
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	115.60	2.31	2.31	97.69
1/2"	3494.00	69.88	72.19	27.81
3/8"	1064.00	21.28	93.47	6.53
Nº4	318.97	6.38	99.85	0.15
Nº8	4.16	0.08	99.93	0.07
Nº16	0.20	0.00	99.94	0.06
FONDO	3.07	0.06	100.00	0.00
Tamaño Maximo		1"	25.00	
Tamaño Maximo Nominal		3/4"	19.00	

Fuente: Elaboración Propia

En esta tabla se muestra los pesos retenidos del agregado grueso proveniente de la Chancadora “Granda” de la Cantera “Tres Tomas”, el cálculo del porcentaje retenido, porcentaje retenido acumulado y el porcentaje que pasa por cada tamiz. Además, se puede

visualizar que se determinó mediante este ensayo el Tamaño Máximo (TM.) de 1", el Tamaño Máximo Nominal (TMN.) de $\frac{3}{4}$ ", y un módulo de fineza de 3.6, considerándose así un agregado con partículas gruesas.

Gráfico 3: Curva hipsométrica de agregado grueso de la Chancadora "Granda",
Cantera "Tres Tomas"



Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 3, se puede evidenciar la curva granulométrica del agregado grueso de la Chancadora "Granda" de la Cantera "Tres Tomas", la cual cumple con los requisitos granulométricos del Huso N° 67, considerando los rangos de este huso, puesto que tiene agregado pasante por la malla $\frac{3}{4}$ " y N°4.

Los límites permisibles para el agregado grueso, lo podemos observar en la *Tabla 6: Requisitos granulométricos para el agregado grueso*, donde se detalla el límite de porcentaje que pasa en cada tamiz retenido, y en la *Tabla 7: Requisitos granulométricos considerados para el Huso N° 67*.

b) Chancadora “Cabrerá” de la Cantera “Tres Tomas”, distrito Mesones Muro

ENSAYO:	AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global
REFERENCIA:	NTP 400.012 o ASTM C-136
Cantera:	Tres Tomas
Muestra:	Piedra Chancada
Ubicación:	Chancadora “Cabrerá” Mesones Muro- Ferreñafe

Tabla 20: Análisis granulométrico del agregado grueso de la Chancadora “Cabrerá”, Cantera “Tres Tomas”

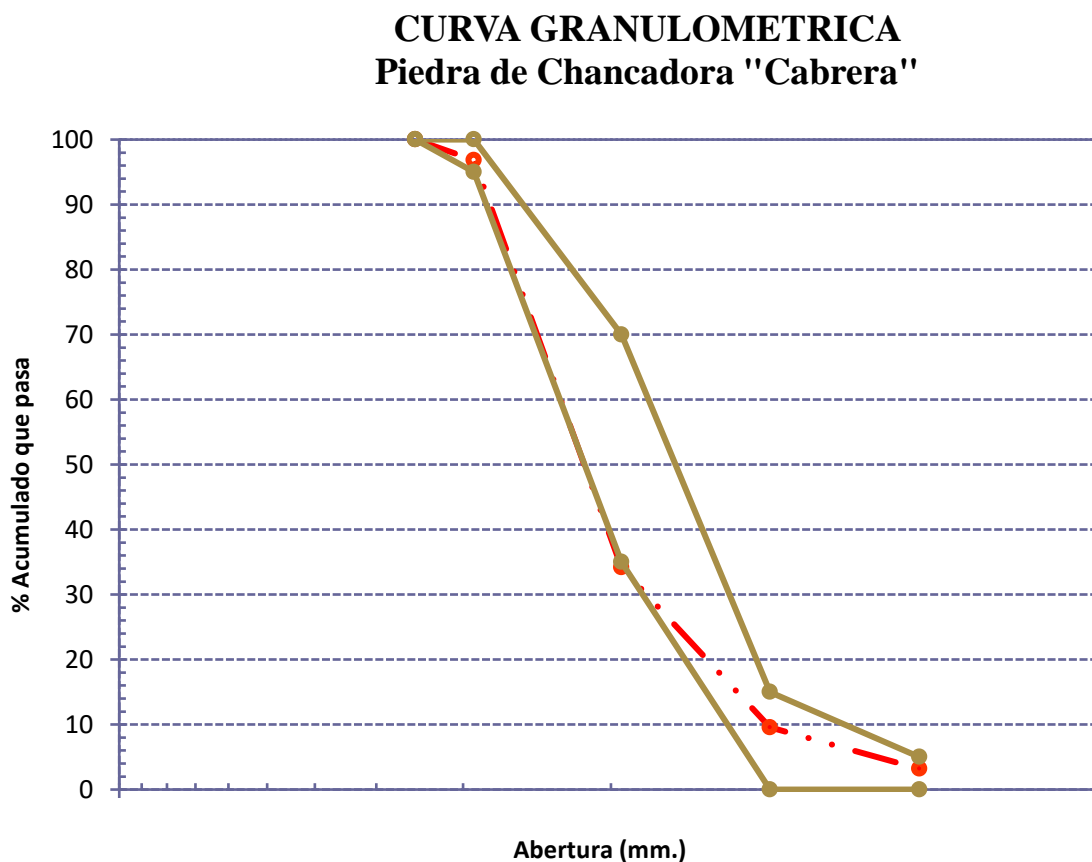
Peso Inicial:	5000.00 gr.
Módulo de Fineza:	4.52

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acum.	% Que Pasa
2"	0.00	0.00	0.00	100.0
1 1/2"	158.74	3.17	3.17	96.83
1"	3018.00	60.36	63.53	36.47
3/4"	115.75	2.32	65.85	34.15
1/2"	1194.00	23.88	89.73	10.27
3/8"	35.36	0.71	90.44	9.56
Nº4	318.97	6.38	96.82	3.18
Nº8	47.87	0.96	97.77	2.23
Nº16	1.49	0.03	97.80	2.20
FONDO	109.82	2.20	100.00	0.00
Tamaño Maximo		2"	50.00	
Tamaño Maximo Nominal		1 1/2"	38.00	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior, se puede observar los pesos retenidos del agregado grueso proveniente de la Chancadora “Cabrerá” de la Cantera “Tres Tomas”, además el cálculo del porcentaje retenido, porcentaje retenido acumulado y el porcentaje que pasa por cada tamiz. Además, de haberse determinado el Tamaño Máximo del agregado (TM.) de 2” y el Tamaño Máximo Nominal (TMN.) de 1 ½”, y un módulo de fineza de 4.52.

Gráfico 4: Curva hipsométrica de agregado grueso de la Chancadora “Cabrerera”, Cantera “Tres Tomas”



Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 4, se logra evidenciar la curva granulométrica del agregado grueso de la Chancadora “Cabrerera” de la Cantera “Tres Tomas” cumple con los requisitos granulométricos del Huso N° 467, a pesar de presentar rangos bien aproximados a los límites inferiores de este huso detallado en la Norma ASTM C-33. Se consideró la evaluación de los límites granulométricos del Huso N° 467, puesto que tiene agregado pasante por la malla 1 ½” a N°4, logrando así visualizar que la línea roja que representa la línea del agregado pasante está coincidiendo con el límite granulométrico del Huso, pero pese a ello, no sobrepasa considerablemente de éste.

Los límites totales para el agregado grueso, lo podemos observar en la *Tabla 6: Requisitos granulométricos para el agregado grueso*, donde se detalla el límite de porcentaje que pasa en cada tamiz retenido, habiendo utilizado aquellos límites que especifica el Huso para este agregado (Huso N° 647).

Según ASOCEM, en caso de tener una desviación mayor en la curva granulométrica del agregado de estudio frente a las gradaciones granulométricos especificadas en la Norma ASTM C-33, se sugiere descartar el agregado por otro de mejor calidad, caso contrario, solo se permitirá su uso siempre y cuando existan estudios calificados que garanticen la producción de un concreto con la calidad requerida.

Contenido de Humedad del agregado fino y grueso.

Contenido de humedad del agregado fino

a) Cantera “La Victoria”, distrito de Pátapo

ENSAYO:	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
REFERENCIA:	NTP 339.185 o ASTM C-535
Cantera:	La Victoria
Muestra:	Arena
Ubicación:	Caserío Las Canteras km. 4- Pátapo- Carretera Chongoyape

Tabla 21: Contenido de humedad del agregado fino de la Cantera “La Victoria”

<i>Peso de la muestra húmeda (gr):</i>	500.00 gr.	500.00 gr.
<i>Peso de la muestra seca (gr):</i>	496.39 gr.	495.53 gr.
<i>Peso del recipiente (gr):</i>	79.48 gr.	79.48 gr.
<i>Contenido de humedad:</i>	0.727	0.902
<i>Contenido de humedad promedio:</i>	0.81	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 21 mostrada anteriormente, se pueden observar los pesos obtenidos de las muestras húmedas y secas retiradas después de 24 horas en el horno, con la finalidad de eliminar el agua de esta misma. Obteniendo de esta manera el agregado fino de la Cantera “La Victoria”, un contenido de humedad de 0.81.

b) Cantera “Tres Tomas”, distrito Mesones Muro

ENSAYO:	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
REFERENCIA:	NTP 339.185 o ASTM C-535
Cantera:	Tres Tomas
Muestra:	Arena
Ubicación:	Distrito Mesones Muro- Ferreñafe

Tabla 22: Contenido de humedad del agregado fino de la Cantera “Tres Tomas”

<i>Peso de la muestra húmeda (gr):</i>	500.00 gr.	500.00 gr.
<i>Peso de la muestra seca (gr):</i>	491.33 gr.	493.51 gr.
<i>Peso del recipiente (gr):</i>	88.57 gr.	88.57 gr.
<i>Contenido de humedad:</i>	1.765	1.315
<i>Contenido de humedad promedio:</i>	1.54	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 22, se especifican los pesos obtenidos de las muestras húmedas y secas del agregado fino obtenido de la Cantera “Tres Tomas”, donde se determina un contenido de humedad promedio de 1.54.

Contenido de humedad del agregado grueso

a) Chancadora “Granda” de la Cantera “Tres Tomas”, distrito Mesones Muro

ENSAYO:	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
REFERENCIA:	NTP 339.185 o ASTM C-535
Cantera:	Tres Tomas
Muestra:	Piedra Chancada
Ubicación:	Chancadora “Granda” Mesones Muro- Ferreñafe

Tabla 23: Contenido de humedad del agregado grueso de la Chancadora “Granda”, Cantera “Tres Tomas”

<i>Peso de la muestra húmeda (gr):</i>	5000.00 gr.	5000.00 gr.
<i>Peso de la muestra seca (gr):</i>	4989.00 gr.	4991.00 gr.
<i>Peso del recipiente (gr):</i>	410.00 gr.	410.00 gr.
<i>Contenido de humedad:</i>	0.220	0.180
<i>Contenido de humedad promedio:</i>	0.20	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior mostrada, son los resultados obtenidos del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso de la Chancadora “Granda” ubicada en la Cantera “Tres Tomas”, obteniendo así un contenido de humedad promedio de 0.20.

b) Chancadora “Cabrera” de la Cantera “Tres Tomas”, distrito Mesones Muro

ENSAYO:	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
REFERENCIA:	NTP 339.185 o ASTM C-535
Cantera:	Tres Tomas
Muestra:	Piedra Chancada
Ubicación:	Chancadora “Cabrera” Mesones Muro- Ferreñafe

Tabla 24: Contenido de humedad del agregado grueso de la Chancadora “Cabrera”, Cantera “Tres Tomas”

<i>Peso de la muestra húmeda (gr):</i>	5000.00 gr.	5000.00 gr.
<i>Peso de la muestra seca (gr):</i>	4935.00 gr.	4941.70 gr.
<i>Peso del recipiente (gr):</i>	442.00 gr.	442.00 gr.
<i>Contenido de humedad:</i>	1.317	1.180
<i>Contenido de humedad promedio:</i>	1.25	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior muestra los pesos de las muestras húmedas y secas, obteniendo de esta manera un contenido de humedad promedio de 1.25 para el agregado grueso de la Chancadora “Cabrera” ubicada en la Cantera “Tres Tomas”.

Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado fino y grueso.

Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado fino

a) Cantera “La Victoria”, distrito de Pátapo

ENSAYO:	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados
REFERENCIA:	NTP 400.017 o ASTM C-29
Cantera:	La Victoria
Muestra:	Arena
Ubicación:	Caserío Las Canteras km. 4- Pátapo- Carretera Chongoyape

Tabla 25: Pesos Unitarios del agregado fino de la Cantera “La Victoria”

<i>Contenido de humedad</i>	0.810
<i>Peso de la probeta</i>	10115.000

PESO UNITARIO SUELTO		
<i>Peso de muestra húmeda:</i>	8661.00 gr.	8665.00 gr.
<i>Volumen del molde:</i>	0.0053	
<i>Peso Unitario Suelto Húmedo:</i>	1635	
<i>Peso Unitario Suelto Seco:</i>	1621	

PESO UNITARIO COMPACTADO		
<i>Peso de muestra húmeda:</i>	9696.00 gr.	9706.00 gr.
<i>Volumen del molde:</i>	0.0053	
<i>Peso Unitario Compactado Húmedo:</i>	1830	
<i>Peso Unitario Compactado Seco:</i>	1816	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 25, se puede visualizar los cálculos que se realizaron para llegar a obtener los pesos unitarios suelto seco y compactado seco del agregado fino proveniente de la Cantera “La Victoria”, obteniendo así 1621 kg/m³ y 1816 kg/m³ respectivamente.

b) Cantera “Tres Tomas”, distrito Mesones Muro

ENSAYO:	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados
REFERENCIA:	NTP 400.017 o ASTM C-29
Cantera:	Tres Tomas
Muestra:	Arena
Ubicación:	Distrito Mesones Muro- Ferreñafe

Tabla 26: Pesos Unitarios del agregado fino de la Cantera “Tres Tomas”

<i>Contenido de humedad</i>		1.540
<i>Peso de la probeta</i>	10112.000	

PESO UNITARIO SUELTO		
<i>Peso de muestra húmeda:</i>	8696.00 gr.	8738.00 gr.
<i>Volumen del molde:</i>	0.0053	
<i>Peso Unitario Suelto Húmedo:</i>	1660	
<i>Peso Unitario Suelto Seco:</i>	1635	

PESO UNITARIO COMPACTADO		
<i>Peso de muestra húmeda:</i>	9918.00 gr.	9884.00 gr.
<i>Volumen del molde:</i>	0.0053	
<i>Peso Unitario Compactado Húmedo:</i>	1868	
<i>Peso Unitario Compactado Seco:</i>	1840	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se detallan los pesos unitarios obtenidos del agregado fino de la Cantera “Tres Tomas”, las cuales se determinaron un peso unitario suelto seco de 1635 kg/m³ y peso unitario compactado seco de 1840 kg/m³ respectivamente.

Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado grueso

a) Chancadora “Granda” de la Cantera “Tres Tomas”, distrito Mesones Muro

Tabla 27: Pesos Unitarios del agregado grueso de la Chancadora “Granda”,
Cantera “Tres Tomas”

<i>Contenido de humedad</i>	0.200
<i>Peso de la probeta</i>	10116.000

PESO UNITARIO SUELTO		
<i>Peso de muestra húmeda:</i>	7984.00 gr.	7978.00 gr.
<i>Volumen del molde:</i>	0.0055	
<i>Peso Unitario Suelto Húmedo:</i>	1451	
<i>Peso Unitario Suelto Seco:</i>	1448	

PESO UNITARIO COMPACTADO		
<i>Peso de muestra húmeda:</i>	8954.00 gr.	8998.00 gr.
<i>Volumen del molde:</i>	0.0055	
<i>Peso Unitario Compactado Húmedo:</i>	1573	
<i>Peso Unitario Compactado Seco:</i>	1570	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla mostrada anteriormente, se detallan los resultados obtenidos en laboratorio durante la realización de este ensayo del agregado grueso de la Chancadora “Granda” de la Cantera “Tres Tomas”, mostrando así un peso unitario suelto de 1448 kg/m³ y un peso unitario compactado de 1570 kg/m³.

b) Chancadora “Cabrerera” de la Cantera “Tres Tomas”, distrito Mesones Muro

Tabla 28: Pesos Unitarios del agregado grueso de la Chancadora “Cabrerera”,
Cantera “Tres Tomas”

<i>Contenido de humedad</i>		1.250
<i>Peso de la probeta</i>	10112.000	

PESO UNITARIO SUELTO		
<i>Peso de muestra húmeda:</i>	7988.00 gr.	7982.00 gr.
<i>Volumen del molde:</i>	0.0053	
<i>Peso Unitario Suelto Húmedo:</i>	1507	
<i>Peso Unitario Suelto Seco:</i>	1488	

PESO UNITARIO COMPACTADO		
<i>Peso de muestra húmeda:</i>	8954.00 gr.	8998.00 gr.
<i>Volumen del molde:</i>	0.0053	
<i>Peso Unitario Compactado Húmedo:</i>	1694	
<i>Peso Unitario Compactado Seco:</i>	1673	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla se puede visualizar los cálculos que se realizaron para llegar a obtener los pesos unitarios del agregado grueso de la Chancadora “Cabrerera” de la Cantera “Tres Tomas”, obteniendo así un peso unitario suelto seco de 1488 kg/m³ y su peso unitario compactado seco de 1673 kg/m³

*Peso Específico y absorción del agregado fino y grueso.**Peso Específico y absorción del agregado fino**a) Cantera “La Victoria”, distrito de Pátapo*

Tabla 29: Peso Específico del agregado fino de la Cantera “La Victoria”

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN			PROMEDIO
1. Peso del Recipiente	89.78 gr.	89.19 gr.	89.49 gr.
2. Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca	500.00 gr.	500.00 gr.	500.00 gr.
3. Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso Agua	983.58 gr.	985.87 gr.	984.73 gr.
4. Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco	677.35 gr.	677.92 gr.	677.64 gr.
5. Peso del Agua	306.23 gr.	307.95 gr.	307.09 gr.
6. Peso del frasco	177.35 gr.	177.92 gr.	177.64 gr.
7. Peso de la Muest. Secada a horno + Peso del frasco	672.88 gr.	671.23 gr.	672.06 gr.
8. Peso de la Muest. Seca en el horno	495.53 gr.	493.31 gr.	494.42 gr.
9. Volumen del frasco	500.00 cm ³	500.00 cm ³	500.00 cm ³
RESULTADOS			
1. Peso Específico de la Arena	2.56 g/cm ³	2.57 g/cm ³	2.56 g/cm ³
2. Peso Específico de la Masa S.S.S	2.58 g/cm ³	2.60 g/cm ³	2.59 g/cm ³
3. Peso Específico Aparente	2.62 g/cm ³	2.66 g/cm ³	2.64 g/cm ³
4. Porcentaje de Absorción	0.90 %	1.36 %	1.13 %

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla mostrada, se puede visualizar los datos recopilados en laboratorio durante el desarrollo del presente ensayo realizado para el agregado fino de la Cantera “La Victoria”, detallando en la parte inferior de la tabla los resultados de este mismo, la cual presenta un peso específico de la arena de 2.56 g/cm³ y un porcentaje de absorción de 1.13%

b) Cantera “Tres Tomas”, distrito Mesones Muro

Tabla 30: Peso Específico del agregado fino de la Cantera “Tres Tomas”

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN			PROMEDIO
1. Peso del Recipiente	89.78 gr.	88.57 gr.	89.18 gr.
2. Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca	500.00 gr.	500.00 gr.	500.00 gr.
3. Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso Agua	993.77 gr.	948.09 gr.	970.93 gr.
4. Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco	677.80 gr.	677.30 gr.	677.55 gr.
5. Peso del Agua	315.97 gr.	270.79 gr.	293.38 gr.
6. Peso del frasco	177.80 gr.	177.30 gr.	177.55 gr.
7. Peso de la Muest. Secada a horno + Peso del frasco	667.15 gr.	670.43 gr.	668.79 gr.
8. Peso de la Muest. Seca en el horno	489.35 gr.	493.13 gr.	491.24 gr.
9. Volumen del frasco	500.00 cm ³	500.00 cm ³	500.00 cm ³
RESULTADOS			
1. Peso Específico de la Arena	2.66 g/cm ³	2.15 g/cm ³	2.41 g/cm ³
2. Peso Específico de la Masa S.S.S	2.72 g/cm ³	2.18 g/cm ³	2.45 g/cm ³
3. Peso Específico Aparente	2.82 g/cm ³	2.22 g/cm ³	2.52 g/cm ³
4. Porcentaje de Absorción	2.18 %	1.39 %	1.78 %

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 30, se detallan los resultados obtenidos del agregado fino de la Cantera “Tres Tomas”, el cual obtuvo un peso específico de 2.41 g/cm³ y un porcentaje de absorción de 1.78%

Peso Específico y absorción del agregado grueso

a) Chancadora “Granda” de la Cantera “Tres Tomas”, distrito Mesones Muro

Tabla 31: Peso Específico del agregado grueso de la Chancadora “Granda”,
Cantera “Tres Tomas”

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN			PROMEDIO
1. Peso del Recipiente	445.00 gr.	445.00 gr.	445.00 gr.
2. Peso de la Muest. Seca al horno	3584.00 gr.	3538.00 gr.	3561.00 gr.
3. Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca	3610.00 gr.	3554.00 gr.	3582.00 gr.
4. Peso de la Muest. Sat. Dentro del agua + Peso Canastilla	3186.00 gr.	3192.90 gr.	3189.45 gr.
5. Peso de Canastilla	892.50 gr.	893.95 gr.	893.23 gr.
6. Peso de la Muest. Sat. dentro del agua	2293.50 gr.	2298.95 gr.	2296.23 gr.
RESULTADOS			
1. Peso Específico de la Arena	2.72 g/cm ³	2.82 g/cm ³	2.77 g/cm ³
2. Peso Específico de la Masa S.S.S	2.74 g/cm ³	2.83 g/cm ³	2.79 g/cm ³
3. Peso Específico Aparente	2.78 g/cm ³	2.86 g/cm ³	2.82 g/cm ³
4. Porcentaje de Absorción	0.73 %	0.45 %	0.59 %

Fuente: Elaboración Propia

Se puede evidenciar en la tabla anterior, los datos recopilados en laboratorio durante el desarrollo del presente ensayo realizado para el agregado grueso de la Chancadora “Granda”, ubicada en la Cantera “Tres Tomas”, detallando en la parte inferior de la tabla los resultados de este mismo, determinando así un peso específico de la piedra de 2.77 g/cm³ y un porcentaje de absorción de 0.59 %

b) Chancadora “Cabrerera” de la Cantera “Tres Tomas”, distrito Mesones Muro

Tabla 32: Peso Específico del agregado grueso de la Chancadora “Cabrerera”,
Cantera “Tres Tomas”

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN			PROMEDIO
1. Peso del Recipiente	410.00 gr.	460.00 gr.	435.00 gr.
2. Peso de la Muest. Seca al horno	2884.00 gr.	2916.00 gr.	2900.00 gr.
3. Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca	2940.00 gr.	2938.00 gr.	2939.00 gr.
4. Peso de la Muest. Sat. Dentro del agua + Peso Canastilla	2749.00 gr.	2945.56 gr.	2847.28 gr.
5. Peso de Canastilla	909.00 gr.	891.24 gr.	900.12 gr.
6. Peso de la Muest. Sat. dentro del agua	1840.00 gr.	2054.32 gr.	1947.16 gr.
RESULTADOS			
1. Peso Específico de la Arena	2.62 g/cm ³	3.30 g/cm ³	2.96 g/cm ³
2. Peso Específico de la Masa S.S.S	2.67 g/cm ³	3.32 g/cm ³	3.00 g/cm ³
3. Peso Específico Aparente	2.76 g/cm ³	3.38 g/cm ³	3.07 g/cm ³
4. Porcentaje de Absorción	1.94 %	0.75 %	1.35 %

Fuente: Elaboración Propia

La presente tabla muestra, datos obtenidos en laboratorio durante el desarrollo del presente ensayo realizado para el agregado grueso de la Chancadora “Cabrerera”, ubicada en la Cantera “Tres Tomas”, aquel agregado que presenta un peso específico de la piedra de 2.96 g/cm³ y un porcentaje de absorción de 1.35%.

Resultados del concreto fresco

Los ensayos que se realizaron según la metodología descrita 3.6.4.2, se puede observar claramente la descripción del procedimiento para cada uno.

Resultados del asentamiento del concreto

El ACI 211.1 sugiere un asentamiento de 1” a 4” para vigas, es por ello que para la presente investigación optamos por un asentamiento de 3” a 4”, puesto que nuestra finalidad fue obtener

una mezcla plástica y trabajable. Se decidió ello, porque era necesario tener en cuenta las juntas que se dejarían para la incorporación del concreto nuevo. Una vez elegido el diseño de mezcla, se realizó un reajuste necesario para obtener el asentamiento deseado. En esta tesis, se realizaron los llenados en laboratorio y en campo, obteniendo el mismo slump deseado en ambos lugares de elaboración del concreto.



Figura 48: Slump en laboratorio (4'')

Fuente: Elaboración Propia



Figura 49: Slump en campo (4'')

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se puede visualizar, el incremento de agua necesario para obtener el slump deseado. En este caso, por tabla se obtuvo un volumen unitario de agua, que está en función al asentamiento de diseño y el Tamaño Máximo Nominal (TMN) del agregado grueso elegido, la cual se determina 205 lt/m³, obteniendo un slump de 1''. Seguidamente, al realizarse la corrección por slump, se determina el incremento de +15.24 lt/m³, teniendo un nuevo volumen unitario de agua para realizar el diseño final de 220.24 lt/m³, con el cual se obtuvo el slump de 4''.


Tabla 33: Asentamiento obtenido por contenido de agua

Contenido de agua de diseño	Slump obtenido
205 l/m ³	1''
205 + 15.24 l/m ³ (Corrección por slump)	4''

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se puede observar la tabla resumen de los asentamientos teóricos de diseño y obtenidos de las muestras patrón y muestras de estudio.

Tabla 34: Asentamiento obtenido por contenido

<i>Consistencia del concreto fresco (Slump)</i>			
		Patrón	Probetas Estudio
Slump teórico de diseño	pulg	4	4
	mm	101.6	101.6
Slump obtenido en comprobación	pulg	1	4
Se realizó corrección por slump al diseño	mm	25.4	101.6
Slump obtenido después de reajuste	pulg	4	
	mm	101.6	

Fuente: Elaboración propia

Resultados de los pesos unitarios del concreto

Se realizó este ensayo para cada llenado de los especímenes de concreto, tanto para las probetas patrón como para las probetas de evaluación para la presente tesis. Mostrando en la siguiente tabla los pesos unitarios obtenidos con nuestro diseño, de esta manera, determinamos que el concreto elaborado es un concreto normal, puesto que presenta un peso unitario en un rango de 2200 a 2400 kg/m³.

En la tabla se muestran dos pesos representativos obtenidos, las cuales son 2367 kg/m³ y 2349 kg/m³.

Tabla 35: Peso unitario del concreto fresco

Prueba del concreto	Muestra 01	Muestra 02
N° del molde / muestra	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	23250	23166
Peso del molde	10016	10036
Volumen o constante del molde	0.00559	0.00559
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	2367	2349

Fuente: Elaboración propia

Resultados del contenido de aire del concreto

Se realizó el presente ensayo para determinar si el concreto obtuvo el contenido de aire de diseño para el cual fue diseñado, tanto para las probetas control como las probetas elaboradas para la presente evaluación.

Esta prueba determina la cantidad de aire que puede tener internamente el concreto recién mezclado sin considerar cualquier cantidad de aire que puedan contener las partículas de agregados.

En este caso, se realizó el presente ensayo a dos muestras de concreto, donde se logró determinar el contenido de aire in situ de 2.00% y 2.20 % como se muestra en la siguiente tabla

Tabla 36: Contenido de aire del concreto.

Prueba del concreto	Muestra 01	Muestra 02
N° del molde / muestra	1	2
Contenido de aire teórico (diseño)	2.00%	2.00%
Contenido de aire obtenido en comprobación	2.00%	2.20%

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de la temperatura del concreto

Se realizó el presente ensayo según la NTP 339.184: HORMIGÓN (CONCRETO). “Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto)”. Esta prueba realizada, se obtuvieron las temperaturas mencionadas en la siguiente tabla.

Tabla 37: Temperatura del concreto.

Prueba del concreto	Muestra 01	Muestra 02
N° del molde / muestra	1	2
Temperatura determinada	25.4 °C	25.5 °C

Fuente: Elaboración Propia

Resultados del diseño de mezcla

ENSAYO:	Diseño de Mezcla de Concreto (Sin aire incorporado)
REFERENCIA:	Recomendación ACI 211.1-91
Canteras seleccionadas	
A. Fino	Cantera "La Victoria"
A. Grueso	Chancadora "Granda", Cantera "Tres Tomas"

Resistencia del diseño:

$f'_c =$	210 kg/cm ²
----------	---------------------------

I) Datos de los agregados

	"La Victoria"	"Tres Tomas"
01. Tamaño Máximo Nominal	-	3/4"
02. Peso Unitario Suelto Seco	1621.00	1448.00
03. Peso Unitario Compactado Seco	1816.00	1570.00
04. Peso Específico de masa Seco	2.56	2.77
05. Contenido de humedad	0.81	0.2
06. Contenido de absorción	1.13	0.59
07. Módulo de fineza	2.83	-

II) Datos de la mezcla

08. Resistencia requerida a los 28 días	294	kg/cm ²	
09. Asentamiento	4	plg.	
10. Volumen Unitario del agua	205	l/m ³	
11. Contenido de aire atrapado	2	%	
12. Relación a/c	0.556		
13. Factor cemento	368.71	kg/m ³	8.68 bolsas/m ³
	0.617		
14. Contenido de agregado grueso	968.69	kg/m ³	
15. Peso Específico	2.92	g/cm ³	

III) Determinación de volúmenes absolutos

Cemento	0.126 m ³
Agua	0.205 m ³
Aire	0.020 m ³
Agregado grueso	0.350 m ³
Agregado fino	0.299 m ³

16. Peso del agregado fino seco

765.50 g/m³

IV) Valores de Diseño

Cemento	369 kg/m ³
Agua	205 kg/m ³
Agregado fino	766 kg/m ³
Agregado grueso	969 kg/m ³

2308 kg/m³

V) Corrección por humedad del agregado grueso

Agregado fino	772 kg/m ³	Se calcula la humedad superficial de agregados	-0.320 %
Agregado grueso	971 kg/m ³		-0.390 %

Aporte de los agregados es:

Agregado fino	-2.45 l/m ³
Agregado grueso	-3.78 l/m ³
APORTE	-6.23 l/m ³
Agua efectiva	211.23 l/m ³

VI) Diseño Final

Diseño Final del Concreto	
Cemento	368.71 kg/m ³
Agua	211.23 kg/m ³
Agregado fino húmedo	771.70 kg/m ³
Agregado grueso húmedo	970.63 kg/m ³
Peso Unitario:	2322.26 kg/m ³

VII) Proporción en peso

Proporción sin corregir	1.00	2.08	2.63
Proporción corregida	1.00	2.09	2.63

Diseño Final del Concreto	
Cemento	368.71 kg/m ³
Agua	211.23 kg/m ³
Agregado fino húmedo	771.70 kg/m ³
Agregado grueso húmedo	970.63 kg/m ³

Anterior diseño (Sin reajuste)

Lo que se desea obtener 4 plg → 10.16 cm
Se obtuvo 1 plg → 2.54 cm

Lo que se necesita aumentar	7.62 cm	15.24 kg/m ³
-----------------------------	---------	-------------------------

Aire atrapado	Relación agua/cemento	
	f'cr	S/ aire incorporado
3	150	0.8
2.5	200	0.7
2	250	0.62
1.5	280	0.556
1	300	0.55
0.5	350	0.48
0.3	400	0.43

Resistencia del diseño:

f'c=	210 kg/cm ²
------	---------------------------

I) Datos de los agregados

	"La Victoria"	"Tres Tomas"
01. Tamaño Máximo Nominal	-	3/4"
02. Peso Unitario Suelto Seco	1473.00	1503.00
03. Peso Unitario Compactado Seco	1623.00	1556.00
04. Peso Específico de masa Seco	2.56	2.77
05. Contenido de humedad	0.55	0.19
06. Contenido de absorción	1.01	0.73
07. Módulo de fineza	2.83	-

II) Datos de la mezcla

08. Resistencia requerida a los 28 días	294 kg/cm ²	kg/cm ²	
09. Asentamiento	4	plg.	
10. Volumen Unitario del agua	220.24	l/m ³	
11. Contenido de aire atrapado	2	%	
12. Relación a/c	0.556	R a/c	
13. Factor cemento	396.12	kg/m ³	9.32 bolsas/m ³
	0.617	b/bo	
14. Contenido de agregado grueso	960.05	kg/m ³	
15. Peso Específico	2.92	g/cm ³	Cemento Extraforte Ico

III) Determinación de volúmenes absolutos

Cemento	0.136 m ³
Agua	0.220 m ³
Aire	0.020 m ³
Agregado grueso	0.347 m ³
Agregado fino	0.278 m ³

16. Peso del agregado fino seco

710.44	g/m ³
--------	------------------

IV) Valores de Diseño

Cemento	396 kg/m ³
Agua	220 kg/m ³
Agregado fino	710 kg/m ³
Agregado grueso	960 kg/m ³
	2287 kg/m ³

V) Corrección por humedad del agregado grueso

Agregado fino	714 kg/m ³	Se calcula la humedad superficial de agregados	-0.460 %
Agregado grueso	962 kg/m ³		-0.540 %

Aporte de los agregados es:

Agregado fino	-3.27 l/m ³
Agregado grueso	-5.18 l/m ³
APORTE	-8.45 l/m ³
Agua efectiva	228.69 l/m ³

VI) Diseño Final

Cemento	396.12 kg/m ³
Agua	228.69 kg/m ³
Agregado fino húmedo	714.35 kg/m ³
Agregado grueso húmedo	961.88 kg/m ³
Peso Unitario:	2301.03 kg/m ³

VII) Proporción en peso

Proporción sin corregir	1.00	1.79	2.42
Proporción corregida	1.00	1.80	2.43

Resultados del concreto endurecido

Resultados de las resistencias patrón

En la tabla que se muestra a continuación, se especifican las resistencias obtenidas de las probetas patrón evaluadas en la presente investigación, con la finalidad de garantizar el cumplimiento de la resistencia deseada, obteniendo de esta manera, una resistencia promedio a los 7 días de 149 kg/cm², a los 14 días se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 183 kg/cm² y 134 kg/cm² a los 28 días, representando así al 71%, 87% y 111% de la resistencia respectivamente por cada día de rotura.

Tabla 38: Resistencias a la compresión de probetas patrón

Fecha		Edad	Dmt (Ø)	Área (cm ²)	Cargas	Resistencia	Porcentaje (%)	Promedio (kg/cm ²)	Promedio (%)
Vaciado	Rotura	(días)			Lbs. /cm ²	kg/cm ²			
05/03/19	12/03/19	7	15.3	184	27017	147	70	149 kg/cm ²	71 %
05/03/19	12/03/19	7	15.3	184	27779	151	72		
05/03/19	19/03/19	14	15.3	184	33372	182	86	183 kg/cm ²	87 %
05/03/19	19/03/19	14	15.3	184	33811	184	88		
05/03/19	02/04/19	28	15.3	184	42333	230	110	234 kg/cm ²	111 %
05/03/19	02/04/19	28	15.3	184	43607	237	113		

Fuente: Elaboración propia




Es importante considerar que las probetas patrón hacen referencia a los especímenes de concreto que fueron curados sumergidos bajo el agua durante 7 días para asegurar que se cumple la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, donde el artículo 5.11.5, se indica que el concreto debe estar permanentemente húmedo por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación, manteniéndose encima de una temperatura de 10 °C.

Resultados de la resistencia a la compresión en especímenes curados superficialmente

a) Resultados de las probetas monolíticas bajo sol y sombra

A continuación, se muestran las resistencias a la compresión obtenidas de las probetas monolíticas que fueron curadas superficialmente bajo el sol y sombra.

Tabla 39: Resultados de probetas monolíticas curadas bajo sol y sombra

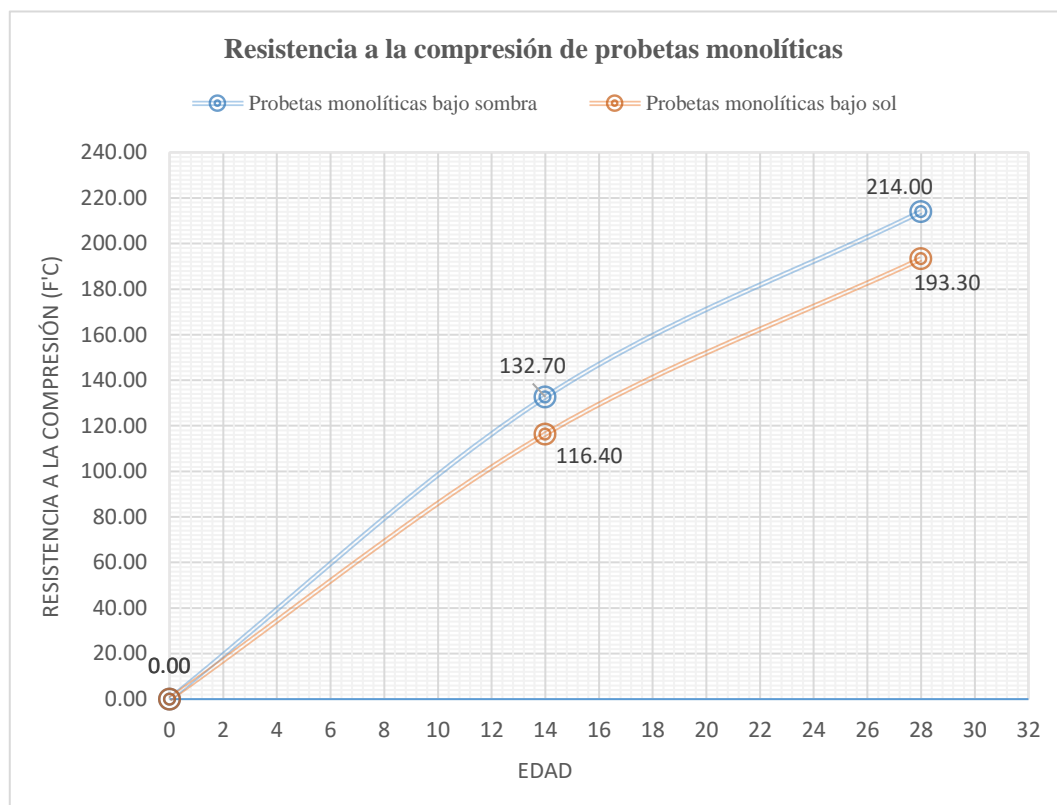
 SOMBRA	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant.	f'c prom (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	-	13/05/2019	14	132.70	63%
2	29/04/2019	-	27/05/2019	28	214.00	102%
 SOL	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant.	f'c prom (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	-	13/05/2019	14	116.40	55%
2	29/04/2019	-	27/05/2019	28	193.30	92%
	Estos son los resultados de la resistencia a la compresión de las probetas monolíticas que fueron curadas bajo el sol y bajo la sombra por 7 días					

Fuente: Elaboración propia

Las resistencias promedio obtenidas de las probetas curadas bajo la sombra a los 14 días, se obtuvo 132.70 kg/cm², mientras que las probetas curadas bajo el sol obtuvieron una resistencia de 116.40 kg/cm². A los 28 días, alcanzaron una resistencia promedio de 214.00 kg/cm² y 193.30 kg/cm², representando de esta manera, el 102% y 93% de la resistencia de diseño.

A continuación, se muestra el gráfico, donde se puede visualizar el comportamiento del concreto curado superficialmente bajo el sol y sombra durante 7 días.



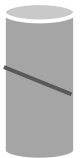
Gráfico 5: Curva de las resistencias obtenidas de muestras monolíticas



Fuente: Elaboración propia

b) Resultados de las probetas con epóxico sobre concreto antiguo de 1 día (C.A.= 1 día) bajo el sol y sombra

Tabla 40: Resultados a la compresión de probetas con epóxico CA=1d.

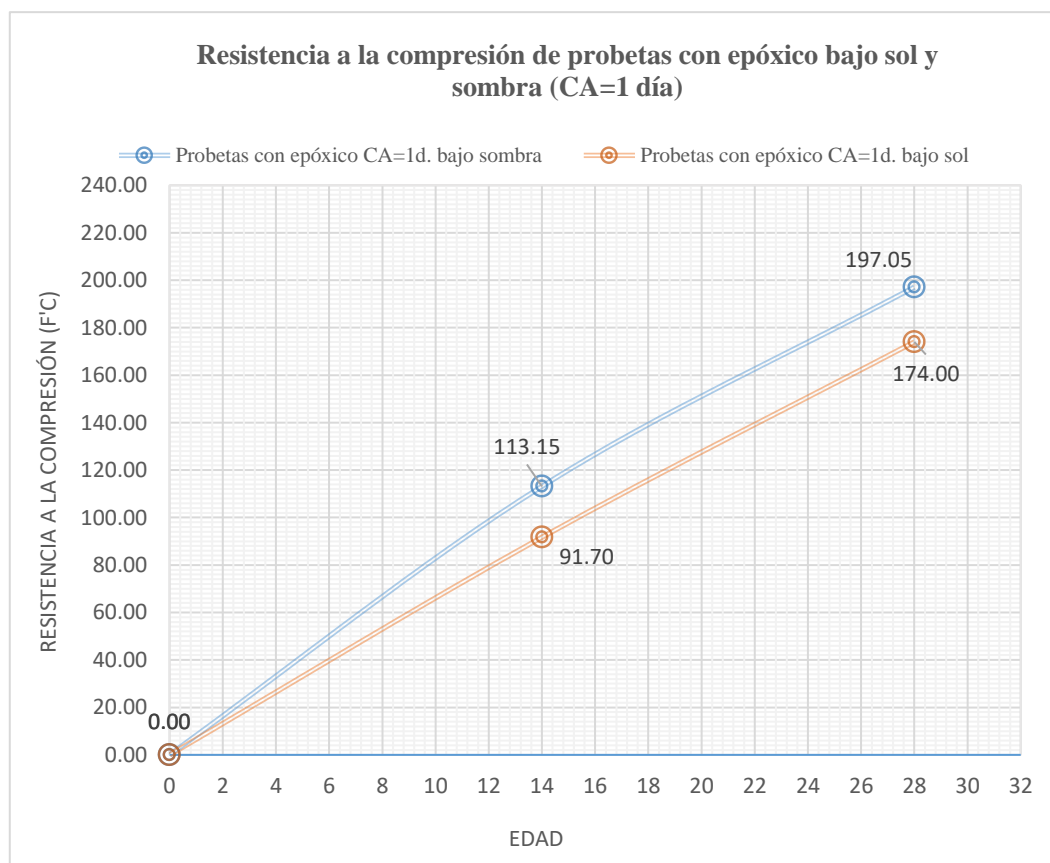
 SOMBRA	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	f'c prom (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	14	113.15	54%
3	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	28	197.05	94%
 SOL	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	f'c prom (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	14	91.70	44%
3	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	28	174.00	83%
Ángulo de junta, aproximadamente 45°						
	Resultados de las resistencia a la compresión de las probetas con epóxico curadas bajo sombra y sol por 7 días, presentando concreto antiguo de 1 día (sin curado)					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla mostrada anteriormente, se indican las resistencias promedio obtenidas de las probetas curadas superficialmente bajo la sombra y sol, obteniendo a los 14 días 113.15 kg/cm² y 91.70 kg/cm² respectivamente. Mientras que, a los 28 días, lograron una resistencia de 197.05 kg/cm² y 174.00 kg/cm², representando de esta manera, el 94% y 83% de la resistencia de diseño.

Para una mejor visualización, se ha creído conveniente realizar este gráfico que representa las curvas de las resistencias obtenidas del concreto antiguo de 1 día con epóxico, curados bajo el sol y sombra.

Gráfico 6: Curva de las resistencias obtenidas de las muestras con epóxico
(Concreto Antiguo 1 día)



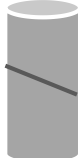


Fuente: Elaboración propia

La diferencia obtenida en su resistencia a la compresión de las probetas de concreto antiguo 1 día con epóxico curadas superficialmente bajo la sombra y bajo el sol, fue de 23.05 kg/cm² a los 28 días.

c) **Resultados de las probetas con epóxico sobre concreto antiguo de 3 días (C.A.= 3 días) bajo el sol y sombra**

Tabla 41: Resultados a la compresión de probetas con epóxico CA=3d.

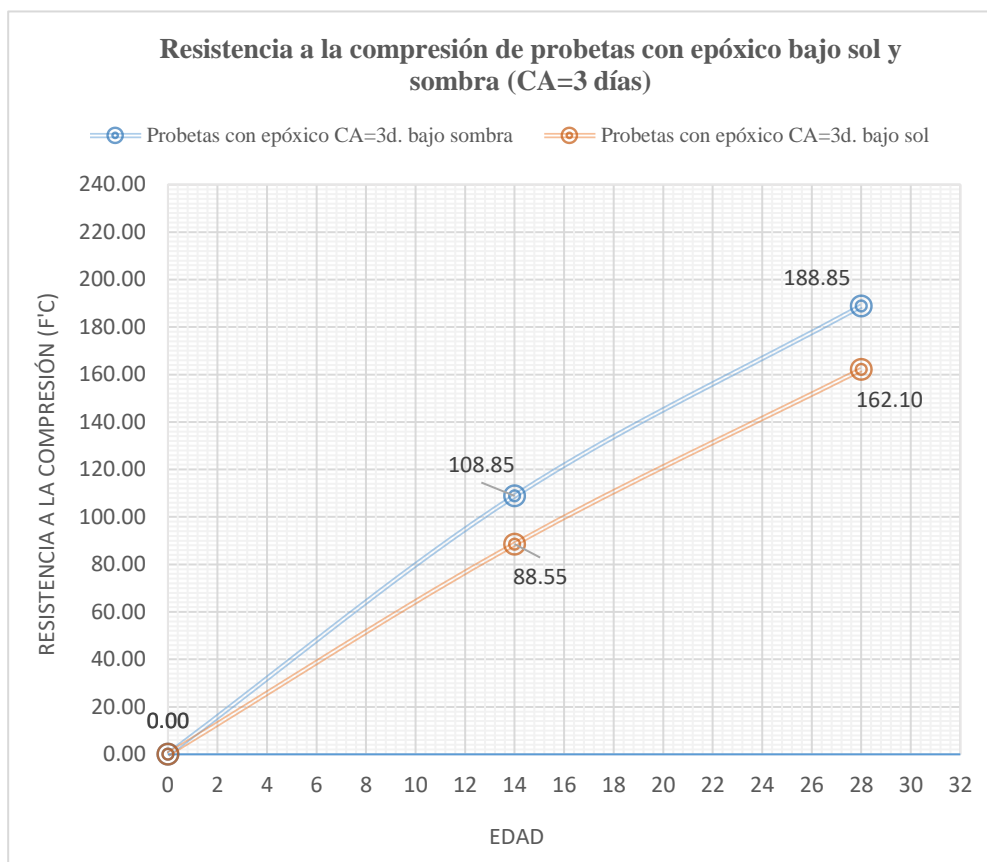
 SOMBRA	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	f'c prom (kg/cm2)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	14	108.85	52%
3	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	28	188.85	90%
 SOL	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	f'c prom (kg/cm2)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	14	88.55	42%
3	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	28	162.10	77%
Ángulo de junta, aproximadamente 45°						
	Resultados de las resistencia a la compresión de las probetas con epóxico curadas bajo sombra y sol por 7 días, presentando concreto antiguo de 3 días (sin curado)					

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra la resistencia promedio obtenidas de las probetas curadas bajo la sombra a los 14 días, presentando así una resistencia de 108.85 kg/cm², mientras que las probetas curadas bajo el sol obtuvieron una resistencia promedio de 88.55 kg/cm². A los 28 días, estas alcanzaron una resistencia promedio de 188.85 kg/cm² y 162.10 kg/cm², representando de esta manera, el 90% y 77% de la resistencia de diseño.

En el gráfico que se muestra más adelante, se logra visualizar la curva de sus resistencias obtenidas, representando de esta manera, el comportamiento del concreto antiguo de 3 días con epóxico curado bajo el sol y sombra.

Gráfico 7: Curva de las resistencias obtenidas de las muestras con epóxico
(Concreto Antiguo 7 días)






Fuente: Elaboración propia

d) Resultados de las probetas con epóxico sobre concreto antiguo de 7 días (C.A.= 7 días) bajo el sol y sombra

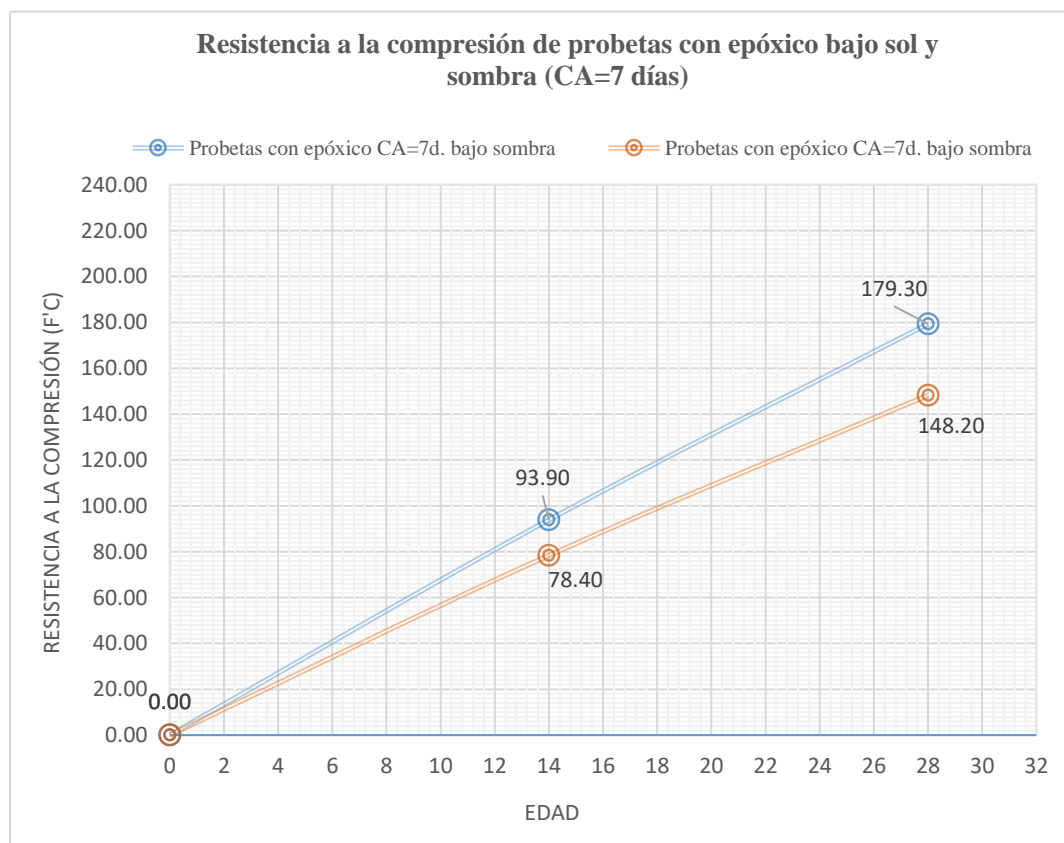
La siguiente tabla, muestra las resistencias promedio obtenidas a los 14 y 28 días de las probetas de concreto antiguo de 7 días con epóxico curadas bajo la sombra, obteniendo una resistencia promedio de 93.90 kg/cm² y 179.30 kg/cm² para cada día evaluado, mientras que las probetas curadas bajo el sol alcanzaron una resistencia promedio a los 14 días de 78.40 kg/cm² y a los 28 días 148.20 kg/cm².

Tabla 42: Resultados de probetas con epóxico CA=7d.

 SOMBRA	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	f'c prom (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	14	93.90	45%
3	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	28	179.30	85%
 SOL	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	f'c prom (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	14	78.40	37%
3	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	28	148.20	71%
Ángulo de junta, aproximadamente 45°						
	Resultados de las resistencia a la compresión de las probetas con epóxico curadas bajo sombra y sol por 7 días, presentando concreto antiguo de 7 días (sin curado)					

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8: Curva de las resistencias obtenidas de las muestras con epóxico (Concreto Antiguo 7 días)



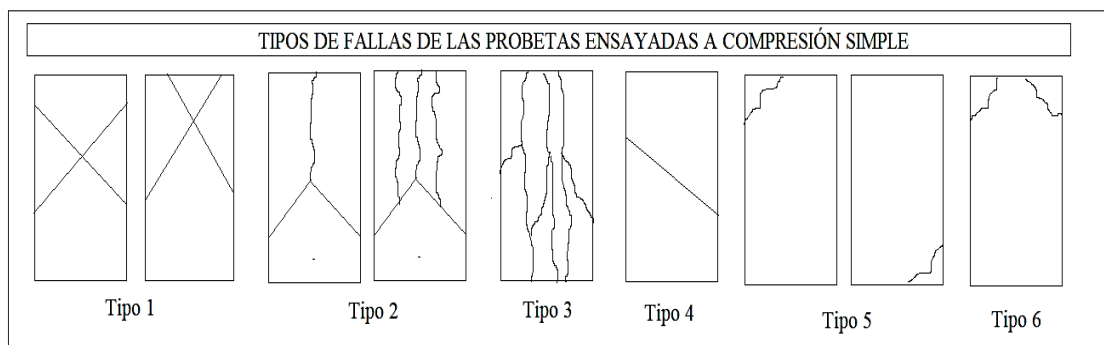
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico mostrado, se puede observar su curva de comportamiento del concreto antiguo de 7 días con epóxico curado bajo el sol y sombra durante 7 días. Además de ser claramente visible la diferencia de 31.10 kg/cm², en su resistencia obtenida de las probetas con epóxico curadas bajo el sol y sombra.

e) Resultados de los tipos de fallas de los especímenes de concreto ensayados a compresión simple

A continuación, se pueden mostrar los tipos de fallas existentes para los especímenes de concreto ensayados a compresión simple según la N.T.P 339.034. Este gráfico ha sido elaborado con la finalidad de tener a nuestro alcance de manera más clara las fallas teóricas brindadas por la Norma existente de la Resistencia a la compresión, y de esta manera presenta una más fácil identificación en las fallas reales obtenidas.

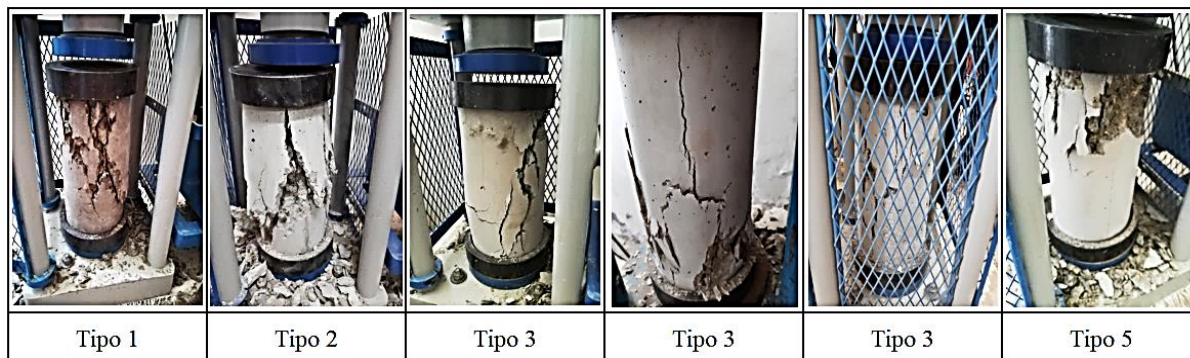
Figura 50: Tipos de fallas del ensayo a la compresión N.T.P. 339.034



Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se pueden visualizar las fallas reales obtenidas de los especímenes monolíticos a los 28 días, las cuales serán necesarios para su comparación frente a las fallas obtenidas de las probetas de concreto con epóxico.

Figura 51: Tipos de fallas reales de especímenes monolíticos a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia







En la figura que se muestra posteriormente, se visualizan los tipos de fallas reales obtenidas de los especímenes de concreto con epóxico a los 28 días. Sin embargo, en la figura 52, se muestran los tipos de fallas que no presentaron inconveniente en su junta debido al epóxico, mientras que en la figura 53, se visualizarán que las fallas empiezan a desviarse en la junta.

Figura 52: Tipos de fallas reales en los especímenes de concreto con epóxico a los 28 días de rotura.



Fuente: Elaboración propia

Figura 53: Tipos de fallas reales en los especímenes de concreto con epóxico a los 28 días de rotura (con abertura en junta)

					
Tipo 2	Tipo 2	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 3	Tipo 3
Condición 1 (C1)	Condición 1 (C1)	Condición 1 (C1)	Condición 2 (C2)	Condición 2 (C2)	Condición 2 (C2)
Observación	Observación	Observación	Observación	Observación	Observación
Inicia falla 2 y se abre en junta	Inicia falla 2 y se abre en junta	Inicia falla 2 y se abre en junta	Inicia falla 3 y se abre en junta	Empieza a presentar falla 3 y se abre en junta	Empieza a presentar falla 3 y colapsa en junta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Tipos de fallas de los especímenes curados bajo la sombra

ESPECÍMENES DE CONCRETO BAJO LA SOMBRA					
Muestra N°	Código	f'c	F'c prom	Tipo de Falla	Observación
<i>PROBETAS MONOLÍTICAS (MNL)</i>					
1	MNL- 3	213.60	214.00	Tipo 3	-
2	MNL- 4	214.40		Tipo 1	-
<i>PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SIGUIENTE DÍA (1D)</i>					
1	1DÍA- 3	194.90	197.05	Tipo 2	C1: Inicia en falla 2 y termina fallando en junta
2	1DÍA- 4	199.20		Tipo 1	-
<i>PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL TERCER DÍA (3D)</i>					
1	3DÍA- 3	187.00	188.85	Tipo 2	C1: Inicia en falla 2 y termina fallando en junta
2	3DÍA- 4	190.70		Tipo 3	C2: Inicia en falla 3 y termina fallando en junta
<i>PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SÉTIMO DÍA (7D)</i>					
1	7DÍA- 3	178.90	179.30	Tipo 3	C2: Inicia en falla 3 y termina fallando en junta
2	7DÍA- 4	179.70		Tipo 2	C1: Inicia en falla 2 y termina fallando en junta

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se detallan los tipos de fallas obtenidas de los especímenes curados bajo la sombra de manera superficial, obteniendo así en las probetas monolíticas el tipo de falla 1 y 3, mientras que las fallas obtenidas de las probetas de concreto antiguo 1 día con epóxico, resultó obtener un tipo de falla 1 y 2 (abriendo finalmente en la junta), motivo por el cual la máquina universal no llega a leer una carga mayor a la adquirida, por la cual podemos determinar que las probetas de concreto con epóxico llegan a obtener resistencias menores a las probetas monolíticas por presentar una desviación de su falla inicial, terminando la misma justo por su junta, de esta manera pasa lo mismo en el caso de las probetas de concreto antiguo 3 días y 7 días con epóxico presentaron inicialmente la falla 2 y 3, las cuales terminan fallando justo en la junta del epóxico.

Tabla 44: Tipos de fallas de los especímenes curados bajo el sol


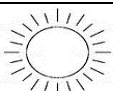

ESPECÍMENES DE CONCRETO BAJO EL SOL					
Muestra N°	Código	f'c	F'c prom	Tipo de Falla	Observación
<i>PROBETAS MONOLÍTICAS (MNL)</i>					
1	MNL- 3	189.80	193.30	Tipo 2	-
2	MNL- 4	196.80		Tipo 5	-
<i>PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SIGUIENTE DÍA (1D)</i>					
1	1DÍA- 3	175.90	174.00	Tipo 5	-
2	1DÍA- 4	172.10		Tipo 2	C1: Inicia en falla 2 y termina fallando en junta
<i>PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL TERCER DÍA (3D)</i>					
1	3DÍA- 3	164.60	162.10	Tipo 2	C1: Inicia en falla 2 y termina fallando en junta
2	3DÍA- 4	159.60		Tipo 3	-
<i>PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SÉTIMO DÍA (7D)</i>					
1	7DÍA- 3	143.80	148.20	Tipo 3	C2: Inicia en falla 3 y termina fallando en junta
2	7DÍA- 4	152.60		Tipo 3	C2: Inicia en falla 3 y termina fallando en junta

Fuente: Elaboración propia

Resultados de la compresión diametral en especímenes curados superficialmente***a) Resultados de las probetas monolíticas bajo sol y sombra***

A continuación, se muestran las resistencias a la rotura por tracción indirecta obtenidas de las probetas monolíticas que fueron curadas superficialmente bajo el sol y sombra.

Tabla 45: Resultados de la resistencia a compresión diametral de probetas monolíticas curadas bajo sol y sombra

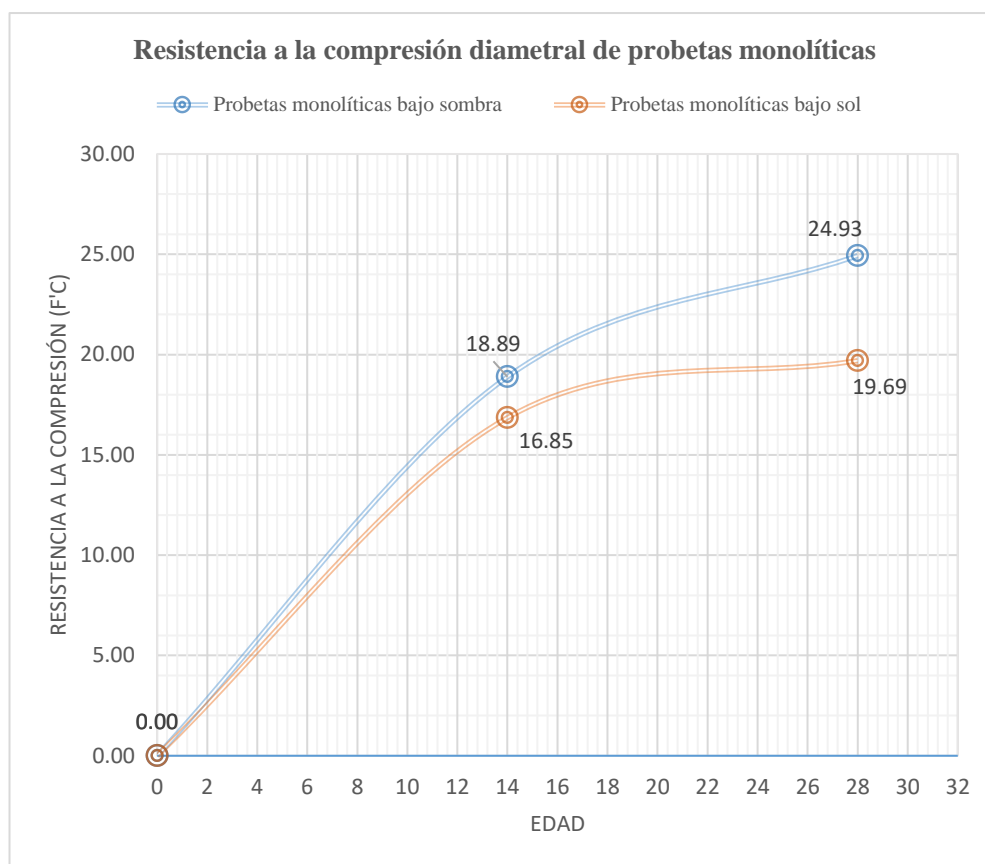
 SOMBRA	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant.	T prom (kg/cm ²)
1	29/04/2019	-	13/05/2019	14	18.89
2	29/04/2019	-	27/05/2019	28	24.93
 SOL	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant.	T prom (kg/cm ²)
1	29/04/2019	-	13/05/2019	14	16.85
2	29/04/2019	-	27/05/2019	28	19.69
	Estos son los resultados de la resistencia a la compresión diametral de las probetas monolíticas que fueron curadas bajo el sol y bajo la sombra por 7 días				

Fuente: Elaboración propia

A los 14 días, la resistencia promedio por tracción indirecta obtenida de las probetas curadas bajo la sombra y bajo el sol lograron una resistencia de 18.89 kg/cm² y 16.85 kg/cm², mientras que, a los 28 días, se alcanzó una resistencia promedio de 24.93 kg/cm² y 19.69 kg/cm² respectivamente.

A continuación, se muestra el gráfico, donde se puede visualizar el comportamiento del concreto curado superficialmente bajo el sol y sombra durante 7 días.

Gráfico 9: Curva de las resistencias a compresión diametral obtenidas de muestras monolíticas




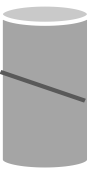
Fuente: Elaboración propia

b) Resultados de las probetas con epóxico sobre concreto antiguo de 1 día (C.A.= 1 día) bajo el sol y sombra

En la tabla que se muestra a continuación, se indican las resistencias promedio obtenidas de las probetas de concreto antiguo de 1 día curadas superficialmente bajo la sombra y sol.

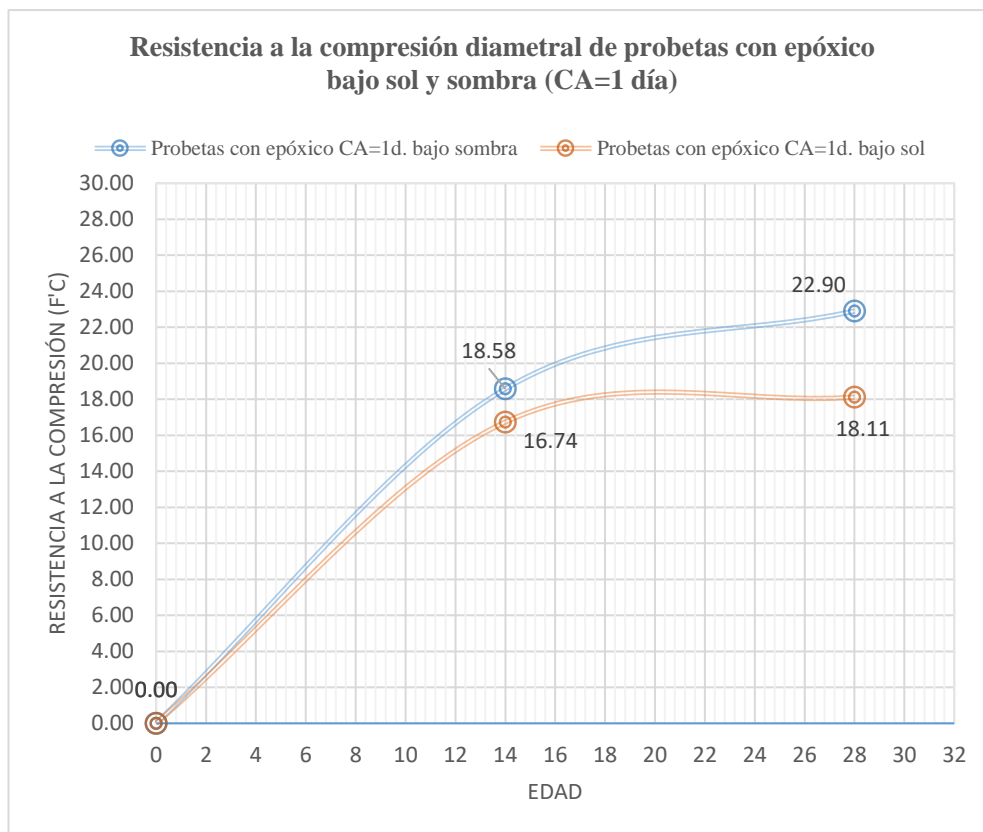
Las probetas evaluadas bajo la sombra obtuvieron a los 14 y 28 días, una resistencia promedio a la rotura por tracción indirecta de 18.58 kg/cm² y 22.90 kg/cm², mientras que las probetas bajo el sol, alcanzaron unas resistencias de 16.74 kg/cm² y 18.11 kg/cm² respectivamente.

Tabla 46: Resultados a la compresión diametral de probetas con epóxico
CA=1d.

 SOMBRA	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	T prom (kg/cm ²)
1	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	14	18.58
2	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	28	22.90
 SOL	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	T prom (kg/cm ²)
1	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	14	16.74
2	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	28	18.11
Ángulo de junta, aproximadamente 45°					
	Resultados de las resistencias a la compresión diametral de las probetas con epóxico curadas bajo sombra y sol por 7 días, presentando concreto antiguo de 1 día (sin curado)				

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10: Curva de las resistencias a compresión diametral obtenidas de las muestras con epóxico (Concreto Antiguo 1 día)





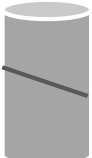
Fuente: Elaboración propia

Para una mejor visualización, se ha creído conveniente realizar el gráfico mostrado anteriormente, en la cual se muestran curvas de resistencias obtenidas a la compresión diametral, representando el comportamiento del concreto de 1 día de antigüedad con epóxico.

La diferencia obtenida en su resistencia a la compresión de las probetas de concreto antiguo 1 día con epóxico curadas superficialmente bajo la sombra y bajo el sol, fue de 4.79 kg/cm² a los 28 días.

c) Resultados de las probetas con epóxico sobre concreto antiguo de 3 días (C.A.= 3 días) bajo el sol y sombra

Tabla 47: Resultados a la compresión diametral de probetas con epóxico CA=3d.

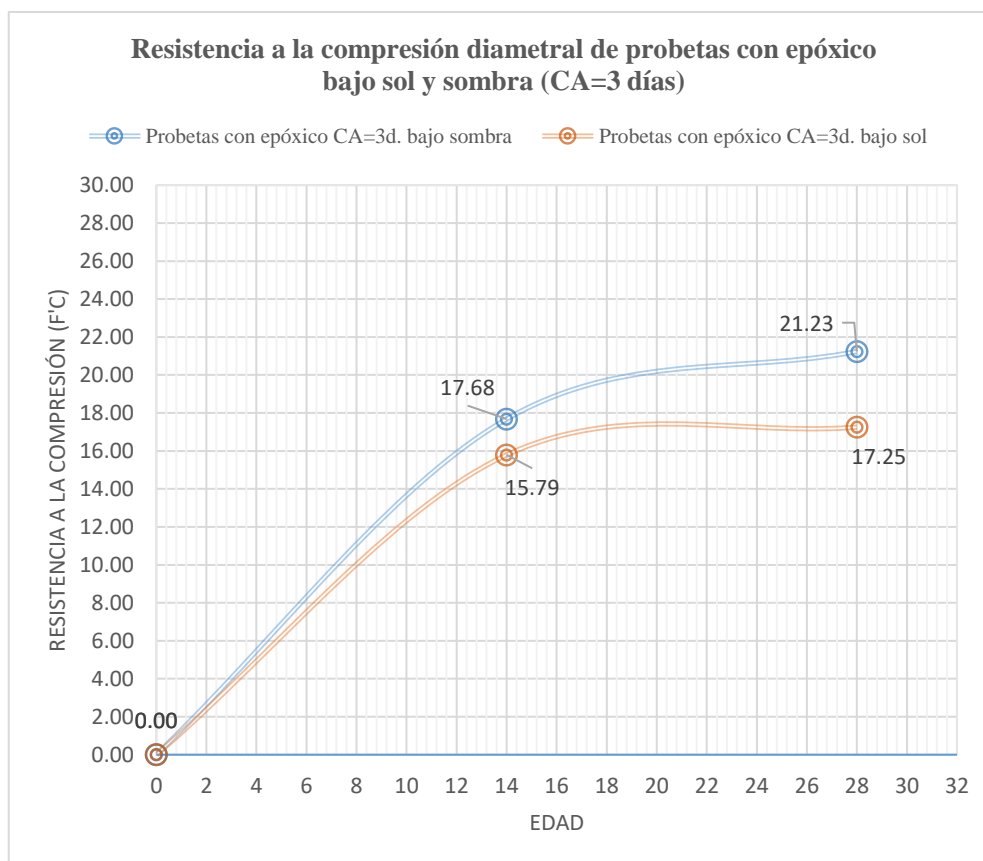
 SOMBRA	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	T prom (kg/cm ²)
1	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	14	17.68
2	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	28	21.23
 SOL	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	T prom (kg/cm ²)
1	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	14	15.79
2	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	28	17.25
Ángulo de junta, aproximadamente 45°					
	Resultados de la resistencia a la compresión diametral de las probetas con epóxico curadas bajo sombra y sol por 7 días, presentando concreto antiguo de 3 días (sin curado)				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra la resistencia promedio a la compresión diametral obtenidas de las probetas curadas bajo la sombra a los 14 días, presentando así una resistencia de 17.68 kg/cm², mientras que las probetas curadas bajo el sol obtuvieron una resistencia promedio de 15.79 kg/cm². A los 28 días, estas alcanzaron una resistencia promedio de 21.23 kg/cm² y 17.25 kg/cm² respectivamente bajo sombra y sol.

En el gráfico que se muestra más adelante, se logra visualizar la curva de sus resistencias de tracción indirecta obtenidas, representando de esta manera, el comportamiento del concreto antiguo de 3 días con epóxico curado bajo el sol y sombra.

Gráfico 11: Curva de las resistencias a compresión diametral obtenidas de las muestras con epóxico (Concreto Antiguo 3 días)


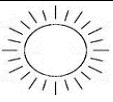
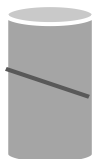


Fuente: Elaboración propia

d) Resultados de las probetas con epóxico sobre concreto antiguo de 7 días (C.A.= 7 días) bajo el sol y sombra

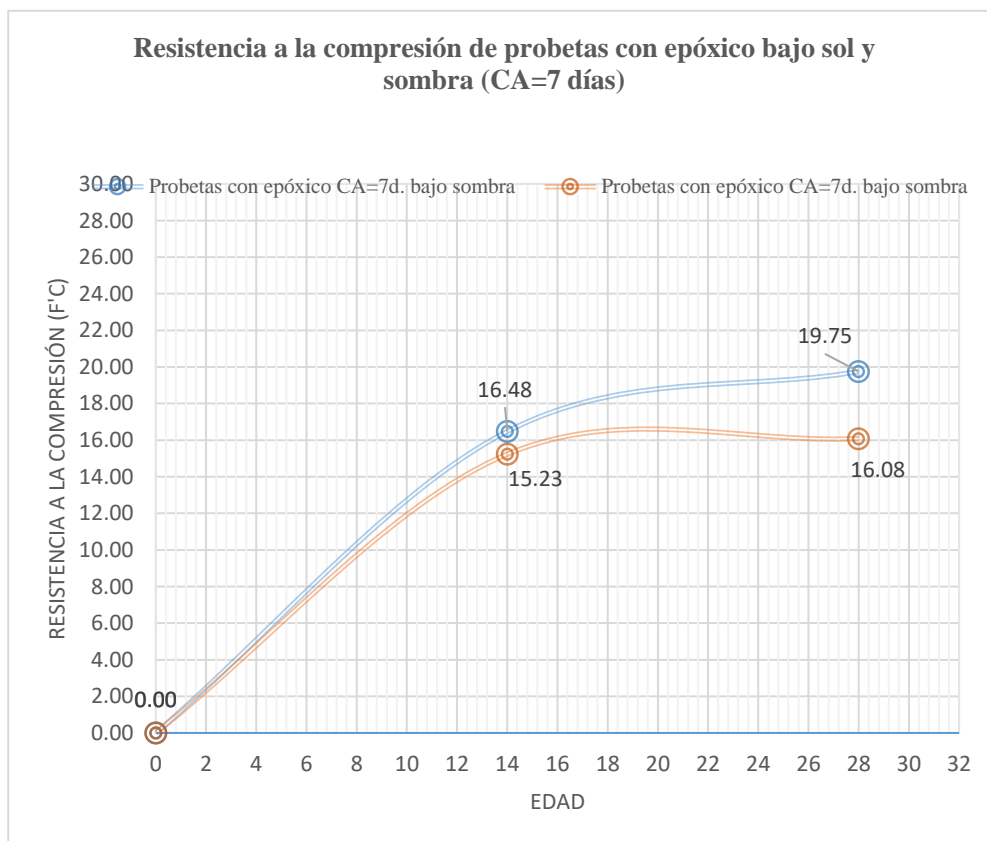
La siguiente tabla, muestra las resistencias promedio obtenidas a los 14 y 28 días de las probetas de concreto antiguo de 7 días con epóxico curadas bajo la sombra, obteniendo una resistencia promedio de 16.48 kg/cm² y 19.75 kg/cm² para cada día evaluado, mientras que las probetas curadas bajo el sol alcanzaron una resistencia promedio a los 14 días de 15.23 kg/cm² y a los 28 días 16.08 kg/cm².

Tabla 48: Resultados a la compresión diametral de probetas con epóxico CA=7d.

 SOMBRA	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	T prom (kg/cm ²)
1	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	14	16.48
2	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28	19.75
 SOL	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	T prom (kg/cm ²)
1	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	14	15.23
2	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28	16.08
Ángulo de junta, aproximadamente 45°					
	Resultados de las resistencia a la compresión diametral de las probetas con epóxico curadas bajo sombra y sol por 7 días, presentando concreto antiguo de 7 días (sin curado)				

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12: Curva de las resistencias a compresión diametral obtenidas de las muestras con epóxico (Concreto Antiguo 7 días)



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior, se detalla las curvas del comportamiento del concreto antiguo de 7 días con epóxico curado bajo el sol y sombra.




Además de ser claramente visible la diferencia de 3.67 kg/cm², en su resistencia a la rotura obtenida de las probetas con epóxico curadas bajo el sol y sombra.

Resultados de la resistencia a la flexión del concreto

a) Resultados de las vigas monolíticas bajo sol y sombra

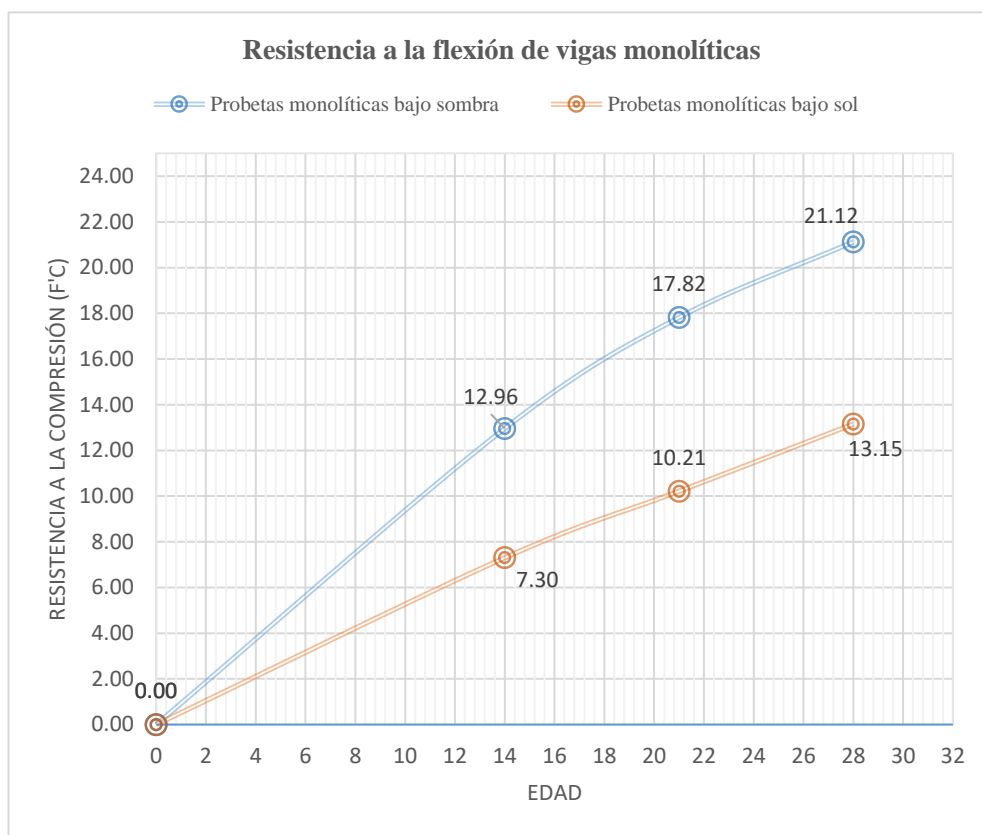
En la siguiente tabla, se detallan las resistencias obtenidas a flexión de las vigas monolíticas ensayadas con la finalidad de tener como referencia sus resultados para su respectiva comparación frente a los resultados de las vigas con epóxico. Obteniendo de esta manera, para las vigas curadas bajo la sombra, un módulo de rotura promedio de 21.12 kg/cm² a los 28 días, mientras que las vigas monolíticas curadas bajo el sol, alcanzaron un módulo de rotura promedio de 13.15 kg/cm².

Tabla 49: Resultados de la resistencia a flexión de vigas monolíticas

 SOMBRA	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant.	Mr prom (kg/cm²)
1	29/04/2019	-	13/05/2019	14	12.96
2	29/04/2019	-	20/05/2019	21	17.82
3	29/04/2019	-	27/05/2019	28	21.12
 SOL	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant.	Mr prom (kg/cm²)
1	29/04/2019	-	13/05/2019	14	7.30
	29/04/2019	-	20/05/2019	21	10.21
3	29/04/2019	-	27/05/2019	28	13.15
	Estos son los resultados de la resistencia a la flexión de las vigas monolíticas que fueron curadas bajo el sol y bajo la sombra por 7 días				

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 13: Curva del módulo de rotura obtenida de las muestras monolíticas




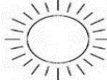
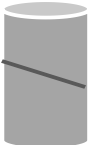
Fuente: Elaboración propia

El gráfico anterior, se visualiza de manera detallada, las curvas que representan la variación de su comportamiento a flexión de las vigas monolíticas curadas superficialmente bajo el sol y sombra. De esta manera, se puede demostrar que no solo tiene mejor comportamiento los especímenes curados bajo la sombra, sino también se determina que las condiciones del curado influyen considerablemente en los resultados obtenidos, siendo los especímenes curados superficialmente bajo el sol, aquellos que presentan 7.97 kg/cm² menos en su módulo de rotura.

b) Resultados de las vigas con epóxico sobre concreto antiguo de 1 día (C.A.= 1 día) bajo el sol y sombra

Los resultados mostrados en la tabla 49, especifican módulos de rotura obtenidos de las vigas de concreto antiguo de 1 día con epóxico, las cuales alcanzaron 15.95 kg/cm² y 12.51 kg/cm², los especímenes que fueron curados bajo la sombra y el sol respectivamente.

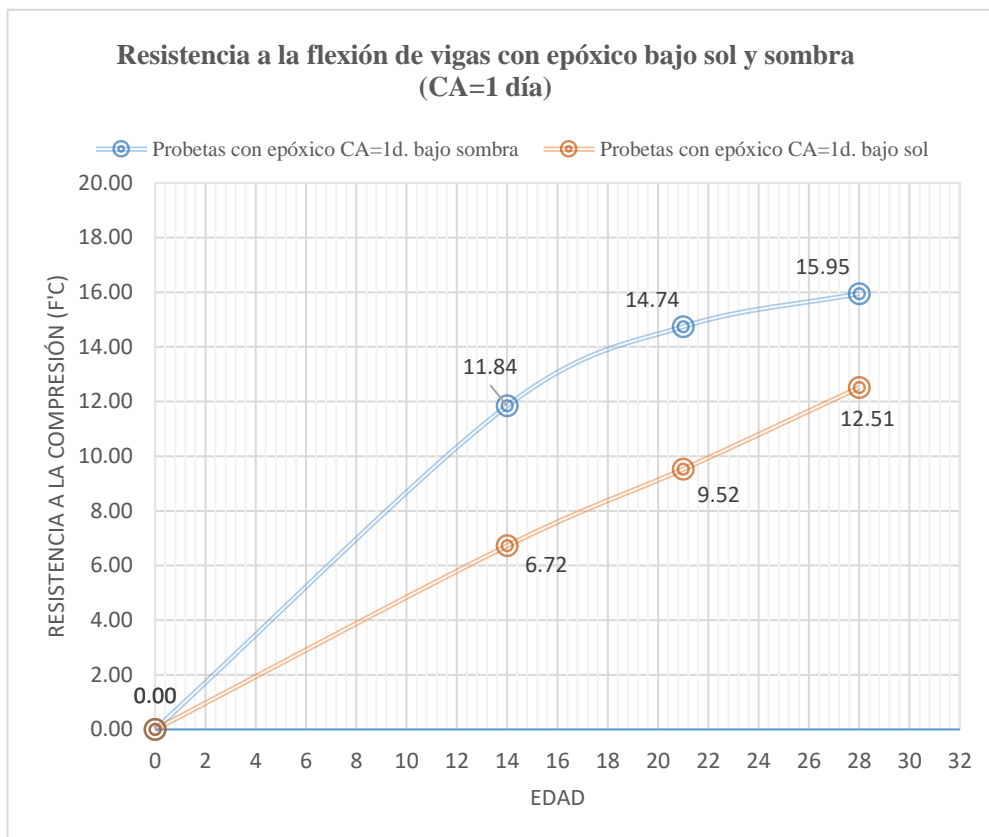
Tabla 50: Resultados de la resistencia a flexión de vigas con epóxico CA=1d.

 SOMBRA	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	Mr prom (kg/cm²)
1	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	14	11.84
2	29/04/2019	30/04/2019	21/05/2019	21	14.74
3	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	28	15.95
 SOL	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	Mr prom (kg/cm²)
1	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	14	6.72
2	29/04/2019	30/04/2019	21/05/2019	21	9.52
3	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	28	12.51
Ángulo de junta, aproximadamente 45°					
	Resultados de las resistencia a la flexión de las vigas con epóxico curadas bajo sombra y sol por 7 días, presentando concreto antiguo de 1 día (sin curado)				

Fuente: Elaboración propia

Teniendo ya los resultados mostrados en el cuadro anterior, se procedió a graficar las curvas que muestra su comportamiento por cada día de rotura (14, 21 y 28 días), con la finalidad de evaluar sus condiciones y su proceso de llegar a su módulo de rotura final de cada espécimen evaluado.

Gráfico 14: Curva del módulo de rotura obtenida de las muestras con epóxico (Concreto Antiguo 1 día)



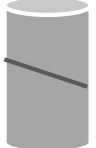


Fuente: Elaboración propia

c) Resultados de las vigas con epóxico sobre concreto antiguo de 3 días (C.A.= 3 días) bajo el sol y sombra

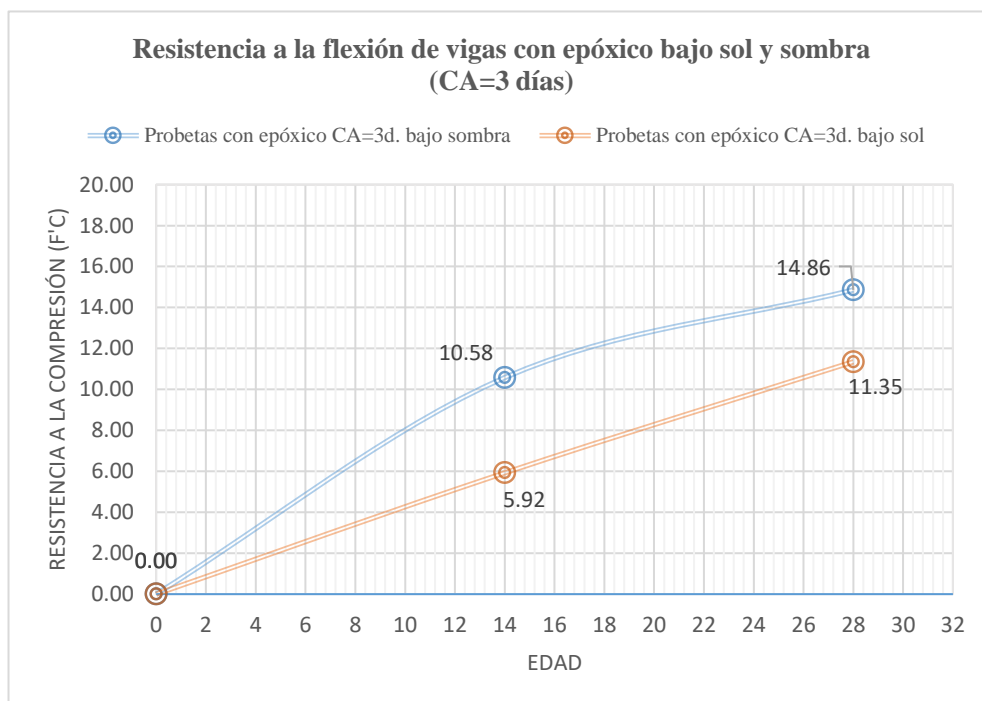
A continuación, se han detallado mediante una tabla, los módulos de rotura obtenidos por las vigas de concreto ensayadas a los 14 y 28 días, las cuales presentaban concreto antiguo de 3 días curadas bajo el sol y sombra, obteniendo así 14.86 kg/cm² y 11.35 kg/cm² respectivamente a los 28 días.

Tabla 51: Resultados de la resistencia a flexión de vigas con epóxico
CA=3d.

 SOMBRA	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	Mr prom (kg/cm ²)
1	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	14	10.58
2	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	28	14.86
 SOL	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	Mr prom (kg/cm ²)
1	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	14	5.92
2	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	28	11.35
Ángulo de junta, aproximadamente 45°					
	Resultados de las resistencia a la flexión de las vigas con epóxico curadas bajo sombra y sol por 7 días, presentando concreto antiguo de 3 días (sin curado)				

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 15: Curva del módulo de rotura obtenida de las muestras con epóxico (Concreto Antiguo 3 días)





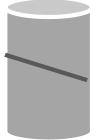
Fuente: Elaboración propia

El gráfico 15, se han creado dos curvas a partir de cada módulo de rotura obtenido a los 14 y 28 días correspondiente a los especímenes de concreto antiguo 3 días con epóxico que fueron curados bajo la sombra y bajo sol. Es importante mencionar que se realizaron ensayos a los 21 días, pero presentó un resultado que permitía evidenciar el comportamiento de cada curva específica, por ello no se ha creído conveniente considerarse.

d) Resultados de las vigas con epóxico sobre concreto antiguo de 7 días (C.A.= 7 días) bajo el sol y sombra

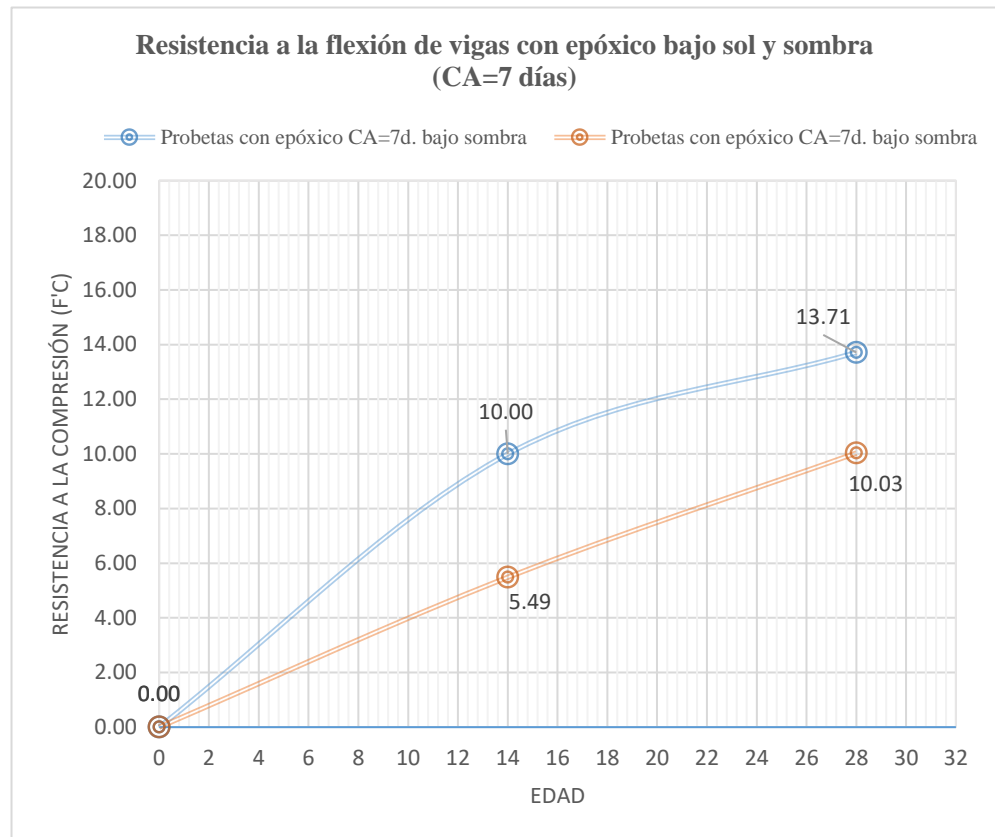
En la tabla 51, se logra obtener de manera detallada los módulos de roturas promedio a los 14 y 28 días de los especímenes de concreto antiguo 7 días con epóxico, obteniendo las vigas curadas superficialmente bajo la sombra un módulo de rotura promedio de 13.71 kg/cm² y las vigas curadas superficialmente bajo el sol, un módulo de rotura de 10.03 kg/cm², determinando de esta manera que es una condición desfavorable, puesto que ningún resultado obtenido de las vigas logran el 20% de la resistencia a la compresión.

Tabla 52: Resultados de la resistencia a flexión de vigas con epóxico CA=7d.

 SOMBRA	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	Mr prom (kg/cm²)
1	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	14	10.00
3	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28	13.71
 SOL	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	Mr prom (kg/cm²)
1	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	14	5.49
3	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28	10.03
Ángulo de junta, aproximadamente 45°					
	Resultados de la resistencia a la flexión de las vigas con epóxico curadas bajo sombra y sol por 7 días, presentando concreto antiguo de 7 días (sin curado)				

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 16: Curva del módulo de rotura obtenida de las muestras con epóxico (Concreto Antiguo 7 días)



Fuente: Elaboración propia

En este gráfico se evidencian la curva formada de las resistencias a la flexión obtenidas de las vigas de concreto antiguo 7 días, las cuales se han ensayado a los 14 y 28 días con la finalidad de formar una curvatura que representen la variación en su comportamiento.

V. Discusión

Existen diversas marcas que se encargan de fabricar y distribuir epóxicos adhesivos en el mercado peruano, pero las más comerciales son las marcas Sika y Chema, pese a también estar disponibles las marcas BASF y ZAditivos, para la selección del epóxico a usar en la presente investigación, se procedió a realizar una descripción de cada una, evaluando las ventajas que estas brindan. Es importante mencionar, que en la elaboración del proyecto de tesis, se realizó entrevistas a ingenieros, maestros de obras, técnicos, operarios de confiabilidad en obras de construcción civil en Chiclayo, del Gobierno Regional de Lambayeque, Colegio de Ingenieros de Perú- Lambayeque, Sencico y obras de construcción civil en Chiclayo, esta información permitió la obtención de aportes significativos sobre el tema, dado que desarrolla diferentes puntos de vistas, opiniones y criterios sobre el uso de epóxicos en la construcción, impulsando así a la investigación del mismo. Para el desarrollo de esta investigación se trabajó con un epóxico llamado: Chema Epox Adhesivo 32, perteneciente a la marca de Chema, opté por evaluar dicho epóxico, puesto que es la segunda más usada en Chiclayo, y la que ha generado inseguridad por parte de los trabajadores en construcción civil visualizadas en su aplicación a diferencia del Sikadur 32, ver Documento N°1.2: Ficha Técnica de Chema Epox Adhesivo 32.

La finalidad principal de la presente tesis es optar por realizar y elaborar una mezcla de concreto buena, determinando así primero la característica de los agregados, puesto que son factores que influyen directamente en el diseño de una mezcla como tal, para lograr una mejor calidad. Se realizó, por ende, un estudio de dos canteras más comerciales en el departamento de Lambayeque, las cuales son: Cantera La Victoria de Pátapo y Cantera Tres Tomas, chancadora “Bomboncito” y “” de Ferreñafe.

Tabla 53: Comparación de las características de los agregados finos

<i>Características físicas</i>	CANTERAS	
	LA VICTORIA	TRES TOMAS
Módulo de Fineza	2.83	2.89
Contenido de Humedad	0.81	1.54
Peso Unitario Suelto	1621	1635
Peso Unitario Compactado	1816	1840
Peso Específico	2.56	2.41
Porcentaje de Absorción	1.13	1.78
Material pasante malla n° 200	2.20	6.50
Sales Totales	0.01	<u>Se descartó</u>

Fuente: Elaboración Propia, 2019

En la tabla presentada anteriormente, indican los valores necesarios para evaluar las características físicas de los agregados finos, por ende, se pudo de esta manera, determinar cuál es el más óptimo y así seleccionarlo como material para la elaboración del concreto. Se terminó eligiendo al agregado fino de origen de la Cantera “La Victoria” del distrito de Pátapo, por presentar un porcentaje de fino dentro del rango, es decir menor igual a 5% a diferencia del agregado obtenido en la Cantera “Tres Tomas”, que se obtuvo un material pasante de la malla N° 200 de 6.50%.

A continuación, se mostrará en la siguiente tabla las características obtenidas de los agregados gruesos de las chancadoras elegidas para evaluar de la Cantera Tres Tomas.

Tabla 54: Comparación de las características de los agregados gruesos

<i>Características físicas</i>	CANTERA TRES TOMAS	
	CHANCADORA GRANDA	CHANCADORA CABRERA
Tamaño Máximo Nominal (TMN)	¾”	1 ½” (Curva desfavorable)
Contenido de Humedad	0.20	1.25
Peso Unitario Suelto	1448	1488
Peso Unitario Compactado	1570	1673
Peso Específico	2.77	2.96
Porcentaje de Absorción	0.59	1.35
Sales Totales	0.01	<u>Se descartó</u>

Fuente: Elaboración Propia, 2019

En esta tabla muestra las características físicas de los agregados gruesos de las Chancadoras Granda y Cabrera que se encuentran ubicadas en la Cantera “Tres Tomas”. Es importante mencionar que el Tamaño Máximo Nominal, es una característica de la piedra chancada elegida para la elaboración del concreto, puesto que este tamaño dependerá del elemento para el cual se requiera hacer uso. Por ello, descartamos la Chancadora Cabrera, inicialmente por este motivo, puesto que presente un TMN de 1½”, además de no ser recomendable para la elaboración de vigas, por presentar piedras muy grandes podría provocar las fallas inmediatas en los ensayos planteados al concreto endurecido de la presente, mientras que la Chancadora Granda, presenta un TMN de ¾”, la cual es manejable y recomendable para la elaboración de vigas. Existe otro aspecto granulométrico de gran importancia, la cual es su curva hipsométrica, se evidencia en el *Gráfico 3: Curva hipsométrica de agregado grueso de la Chancadora “Granda”, Cantera “Tres Tomas”*, hizo el empleo del Huso N° 67, presentando así una curva

dentro de los límites permisibles de este huso, a diferencia del agregado grueso de la Chancadora Cabrera, donde se puede evidenciar en el *Gráfico 4: Curva hipsométrica de agregado grueso de la Chancadora “Cabrera”, Cantera “Tres Tomas”*, que hace el empleo del Huso N° 467, presentando una curva en el límite de sus valores permisibles, coincidiendo así con una curva de su Huso.

Además, esta tabla contiene valores obtenidos de los ensayos realizados a la piedra obtenida de las dos chancadoras evaluadas, su contenido de humedad, pesos unitarios secos y compactados, pesos específicos y porcentaje de absorción. Sin dejar de lado, las sales totales, que solo se realizó ese ensayo, del agregado elegido para la elaboración del concreto en la presente investigación.

Se optó por realizar el diseño de mezcla de concreto mediante el método A.C.I (American Concrete Institute), con la norma A. C.I. 211.1, por estar basada de la norma internacional ASHTO C33.

El método American Concrete Institute (ACI 211.1-91) es el más común y más utilizado a nivel nacional e internacional, considerando la importancia de la resistencia del concreto elaborado para diversas obras de construcción civil. Presenta tablas basadas de ensayos en laboratorio con el fin de brindar una guía más cercana a la realidad a los encargados de la elaboración y control de calidad del concreto, para obtener así la dosificación más adecuada en función a la resistencia deseada.

a) Selección del slump teórico

Para la elaboración del concreto en la presente investigación, por tratarse de estructuras de edificaciones, específicamente para vigas, le corresponde un asentamiento mínimo de 1” y un máximo de 4”. Optando por trabajar con asentamiento 4” por querer obtener una mezcla de consistencia plástica y principalmente muy trabajable para lograr la formación de un ángulo aproximado de 45° en su junta para su próxima colocación de epóxico.

Tabla 55: Asentamiento elegido para el trabajo

Tipo de edificación	Asentamiento
Vigas de construcción	4”

Fuente: Elaboración Propia, 2019

b) Selección de la resistencia promedio

Para la selección de la resistencia promedio, se tomó los factores de seguridad brindadas por el ACI 211.1, pese a ser el factor de seguridad +84, muy alto, como se puede visualizar en la *Tabla 10: Resistencia requerida para diseño de mezcla*, la norma te exige hacer empleo de estos factores para obtener la resistencia requerida para la elaboración del diseño de mezclas de concreto cuando no se tiene como referencia alguna desviación estándar.

En el caso de nuestra investigación, se consideró una resistencia promedio (f'_{cr}) de 294 kg/cm², debido al tener una resistencia especificada (f'_c) de 210 kg/cm² y por ende un incremento del factor de seguridad de 84.

c) Estimación del volumen de agua para mezclado, del aire contenido y la relación a/c

En la mezcla preparada para la presente investigación, no se consideró necesario la incorporación de aire en el diseño de mezclas, puesto que la finalidad de mi tesis es elaborar un concreto convencional para comparar este mismo con unión haciendo uso de aditivo epóxico. En el caso de la estimación del volumen de agua para el mezclado, se hizo la selección de su volumen según la *Tabla 11: Agua en lt/m³, para los tamaños máximos nominales de agregado grueso*, determinando así 205 l/m³, correspondiéndole un 2% de aire atrapado, la cual puede ser comprobado en la *Tabla 12: Contenido de aire atrapado*

Mientras su relación de a/c, se obtiene de la *Tabla 13: Relación agua/cemento de diseño en peso*, obteniendo así una relación de 0.556

d) Cálculo del volumen de agregado grueso y agregado fino

Se realiza como se especifica en el ítem 4.6.4.4., buscando cumplir los requisitos brindados por el ACI 211.1.

Es importante mencionar, que después de obtener el resultado teórico de la dosificación de los componentes para la elaboración de concreto, se evaluará este, mediante el ensayo de Asentamiento (Cono de Abraham). Para ello, es necesario considerar lo siguiente:

- Corrección por slump

Inicialmente, se realiza como se especifica en el ítem 4.6.4.4.

En el diseño de mezclas inicial se obtuvo un slump de 1 pulg, equivalente a 2.54 cm, haciendo falta 3 pulgadas para lograr el asentamiento deseado, equivalente a 7.62 cm faltantes.

Entonces según el ACI 211.1, se tendría que agregar 2 kg/m³ por cada centímetro más que se requiera, por ello se requiere 7.62 cm, por ende, se le agregará 15.24 kg/m³ de agua.

A partir, de esta nueva cantidad de agua, se procede a realizar nuevamente el diseño de mezclas desde la etapa inicial considerando no solo los 205 l/m³ de agua obtenido de la tabla de Volumen unitario del agua, sino se le considera 220.24 l/m³ en total.

Seguidamente del diseño final obtenido mediante el método ACI 211.1, se pudo obtener el slump deseado (4”), representando así una mezcla plástica y muy trabajable.

Antes de iniciar con la discusión de los resultados obtenidos en las resistencias a la compresión simple, compresión diametral y, flexión de las probetas de concreto de estudio, se ha creído conveniente resaltar la siguiente tabla, donde se muestra el significado de cada término que será empleado en su análisis y comparaciones.





Tabla 56: Leyenda de términos/ códigos

Término / Código	Descripción
MNL	Muestras monolíticas sin epóxico
C.A.1 DÍA	Muestras con epóxico sobre concreto antiguo de 1 día
C.A.3 DÍAS	Muestras con epóxico sobre concreto antiguo de 3 días
C.A.7 DÍAS	Muestras con epóxico sobre concreto antiguo de 7 días

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra un resumen detallado con las resistencias a la compresión simple obtenidas de las probetas de estudio, desde las probetas monolíticas, como las probetas con epóxico (concreto de antigüedad de 1 día, 3 días y 7 días) que fueron curadas bajo el sol.

Tabla 57: Resumen de resistencias a la compresión de probetas curadas bajo el sol

 MNL	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	f'c prom (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	-	13/05/2019	14	116.40	55%
3	29/04/2019	-	27/05/2019	28	193.30	92%
 C.A= 1DÍA	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	f'c prom (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	14	91.70	44%
3	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	28	174.00	83%
 C.A= 3DÍAS	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	f'c prom (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	14	88.55	42%
3	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	28	162.10	77%
 C.A= 7DÍAS	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	f'c prom (kg/cm ²)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	14	78.40	37%
3	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	28	148.20	71%

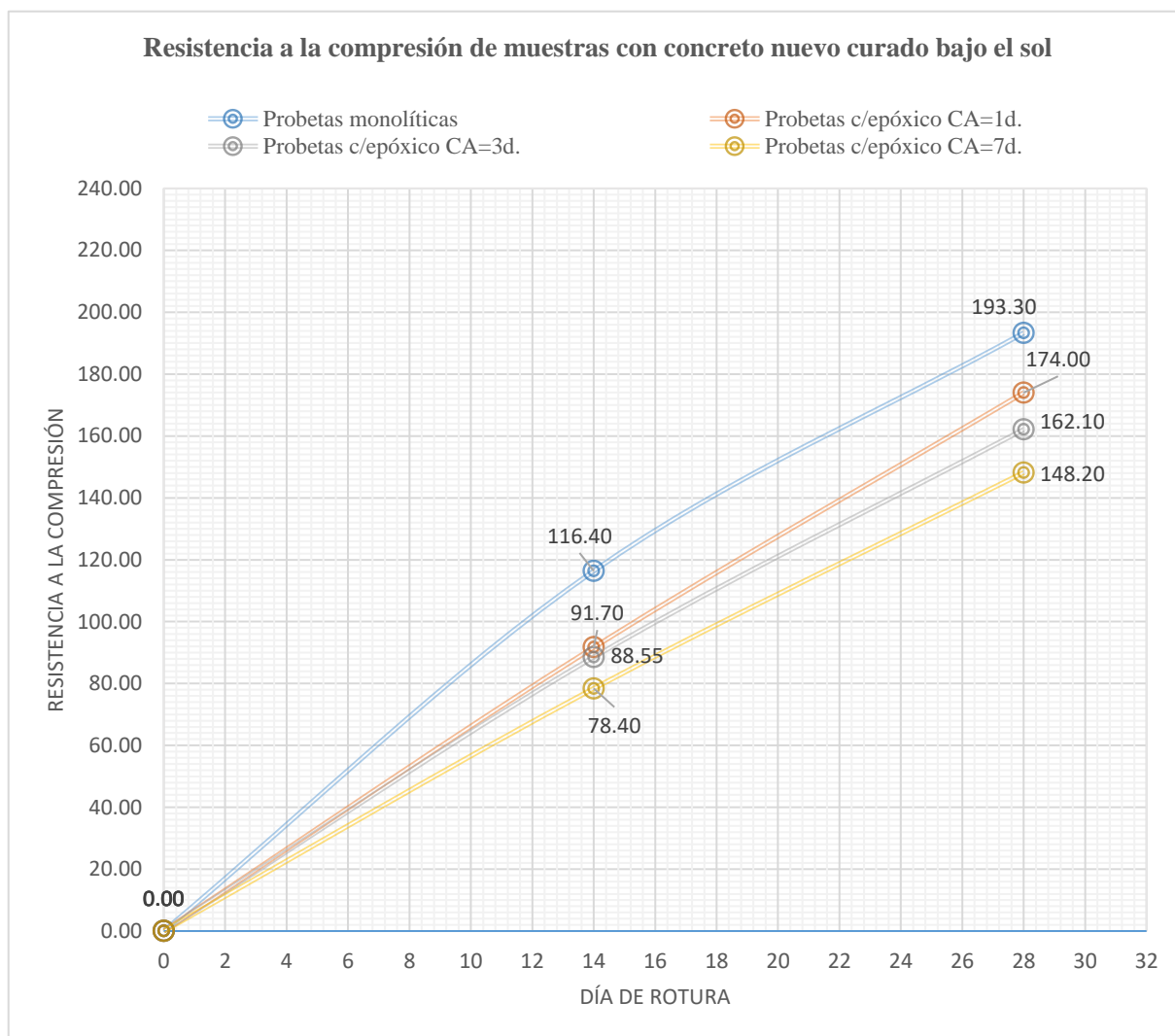
Fuente: Elaboración propia

Las resistencias obtenidas de las probetas evaluadas bajo el sol son menores a la resistencia especificada o de diseño, ya que ningún espécimen alcanzó el 100% f'c, por ende, se puede determinar que las condiciones del curado bajo el sol, son totalmente desfavorables. Lamentablemente, la realidad del proceso constructivo en Chiclayo, se lleva a cabo mediante el curado superficial, sin hacer empleo de aditivos curados, que evite la pérdida de su agua y por ende la reducción de su resistencia, es por ello, que la investigación intenta simular una realidad.

Las probetas monolíticas evaluadas lograron 92% f'c, mientras que las probetas con epóxico CA=1 día alcanzaron el 83% f'c, mientras que los especímenes de CA=3 días y 7 días, obtuvieron el 77% f'c y 71% f'c respectivamente. Dentro de las probetas evaluadas con epóxico curadas bajo el sol no presente un comportamiento favorable o igual a las monolíticas.

A continuación, se adjunta el gráfico de las curvas de las resistencias a la compresión promedio obtenidas de cada muestra evaluada.





Gráfico 17: Curva de resistencia a compresión de probetas de estudio bajo el sol



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se puede visualizar una tabla resumen con las resistencias a la compresión obtenidas de las probetas de estudio, desde las probetas monolíticas, como las probetas con epóxico (concreto de antigüedad de 1 día, 3 días y 7 días) que fueron curadas bajo la sombra.

Tabla 58: Resumen de resistencias a la compresión de probetas curadas bajo la sombra

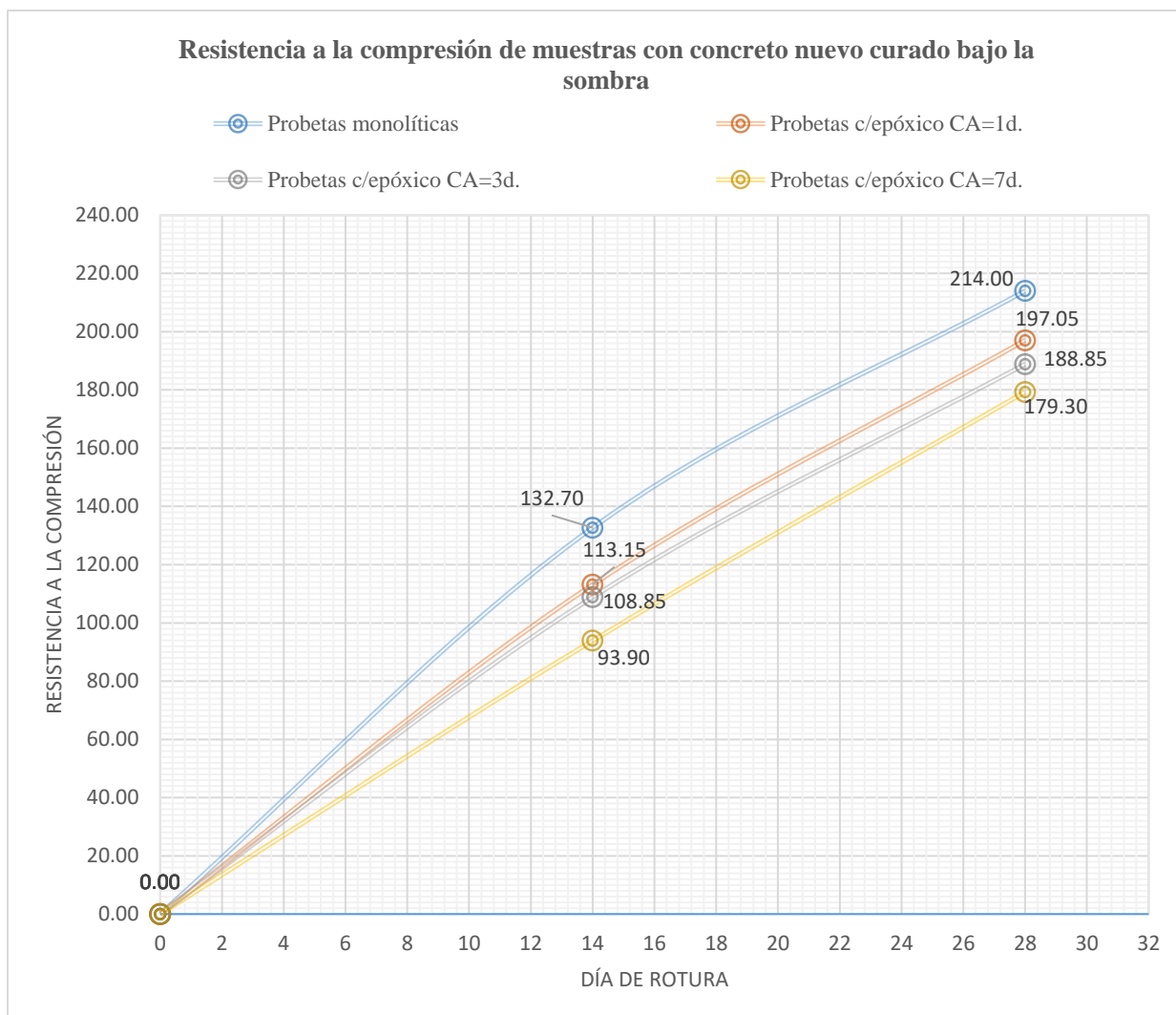
 MNL	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	f'c prom (kg/cm2)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	-	13/05/2019	14	132.70	63%
3	29/04/2019	-	27/05/2019	28	214.00	102%
 C.A= 1DÍA	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	f'c prom (kg/cm2)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	14	113.15	54%
3	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	28	197.05	94%
 C.A= 3DÍAS	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	f'c prom (kg/cm2)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	14	108.85	52%
3	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	28	188.85	90%
 C.A= 7DÍAS	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Días Ant. (CN)	f'c prom (kg/cm2)	Porcentaje (%)
1	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	14	93.90	45%
3	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	28	179.30	85%

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla, se puede observar que la resistencia a la compresión promedio de las probetas monolíticas a los 28 días, cumple con la resistencia especificada, logrando una resistencia de 214 kg/cm², representando el 102% de esta misma. A pesar de ello, existe una ligera variación frente a las probetas de concreto antiguo de 1 día que alcanzó una resistencia de 197.06 kg/cm², representando el 94% de la resistencia especificada en el diseño. Lamentablemente, las probetas con epóxico que estaban compuesto por concreto antiguo de 3 y 7 días, lograron resistencias mucho menores a la resistencia de diseño, representando el 90% y 85% f'c respectivamente. Por ello, se puede determinar que las probetas con epóxico de concreto con 1 día de antigüedad presenta su propiedad mecánica a la compresión más favorable que las demás evaluadas, y esto se debe a presentar un tiempo menor de pérdida de agua, esto evita la alteración de manera considerable su comportamiento.

Es por ello, que se ha creído conveniente graficar las curvas obtenidas de sus resistencias a la compresión de las probetas monolíticas, probetas con epóxico C. A= 1d, C. A= 3d y C. A= 7d.

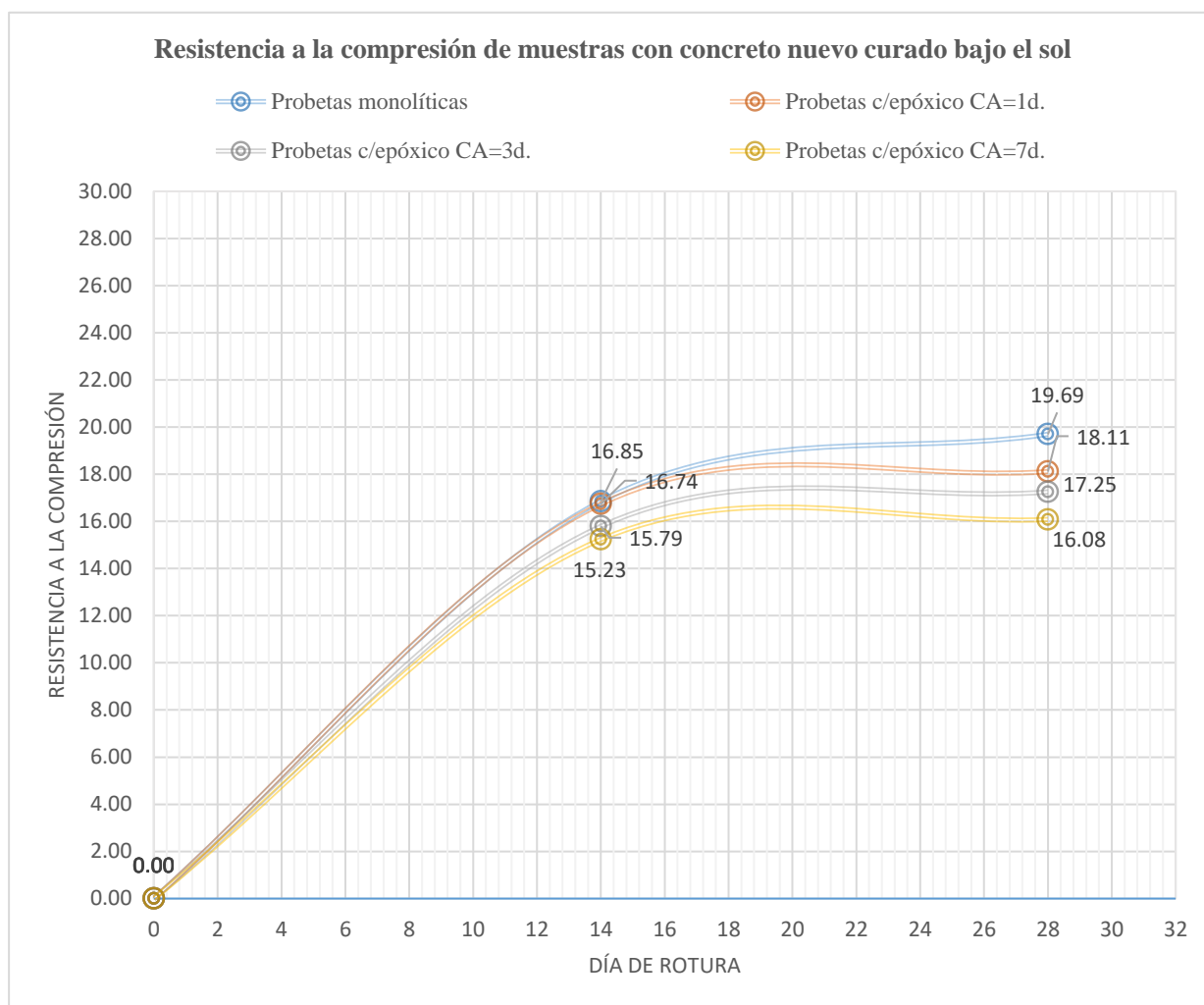
Gráfico 18: Curva de resistencia a compresión de probetas de estudio bajo la sombra



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico, se puede visualizar las resistencias obtenidas a los 14 y 28 días del concreto en diversas condiciones, las cuales se detallarán a continuación:

Gráfico 19: Curva de resistencia a compresión de probetas de estudio bajo el sol

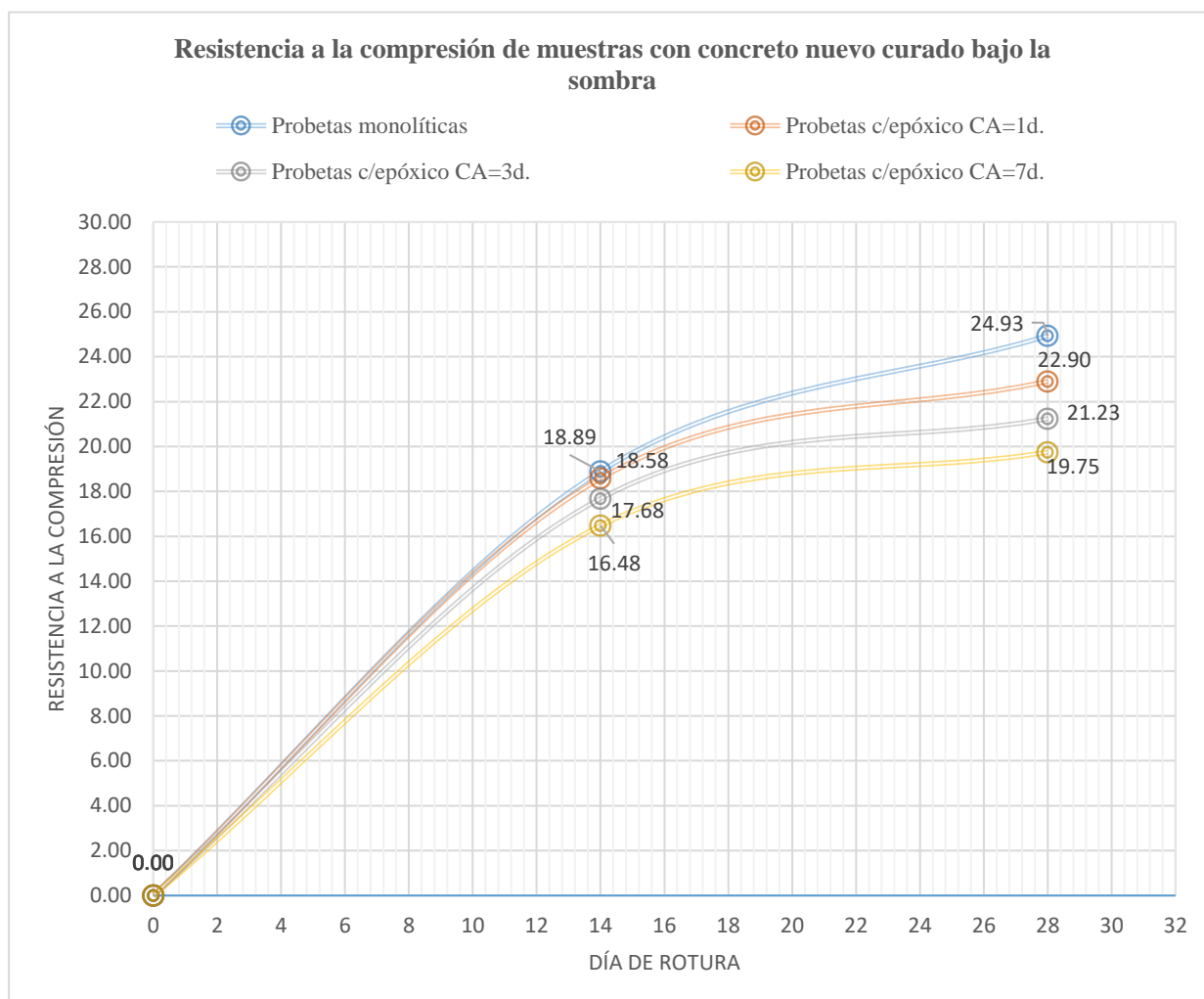


Fuente: Elaboración propia

La curva azul representa a las probetas monolíticas, la cual alcanzó una resistencia promedio a la rotura por tracción indirecta (compresión indirecta) de 19.69 kg/cm², representando el 9% f'_c a los 28 días, mientras que la curva anaranjada representa a las probetas con epóxico de concreto antiguo 1 día con una resistencia de 18.11 kg/cm², aquellas de concreto antiguo 3 días, una resistencia de 17.25 kg/cm² y las probetas de concreto antiguo 7 días, lograron una resistencia de 16.08 kg/cm² a los 28 días. Pese a ser poca su variación en sus resultados por compresión diametral de las muestras evaluadas, ninguna logra el porcentaje requerido para ser consideradas de relevancia, por ello, no solo se determina que el aditivo epóxico no es favorable, sino también que las condiciones de curado requieren esencialmente sombra, para evitar la pérdida de manera descontrolada de su agua de diseño.

A continuación, se evidencian las resistencias a la tracción por compresión diametral de los especímenes evaluados con la finalidad de presentar una comparación de manera clara.

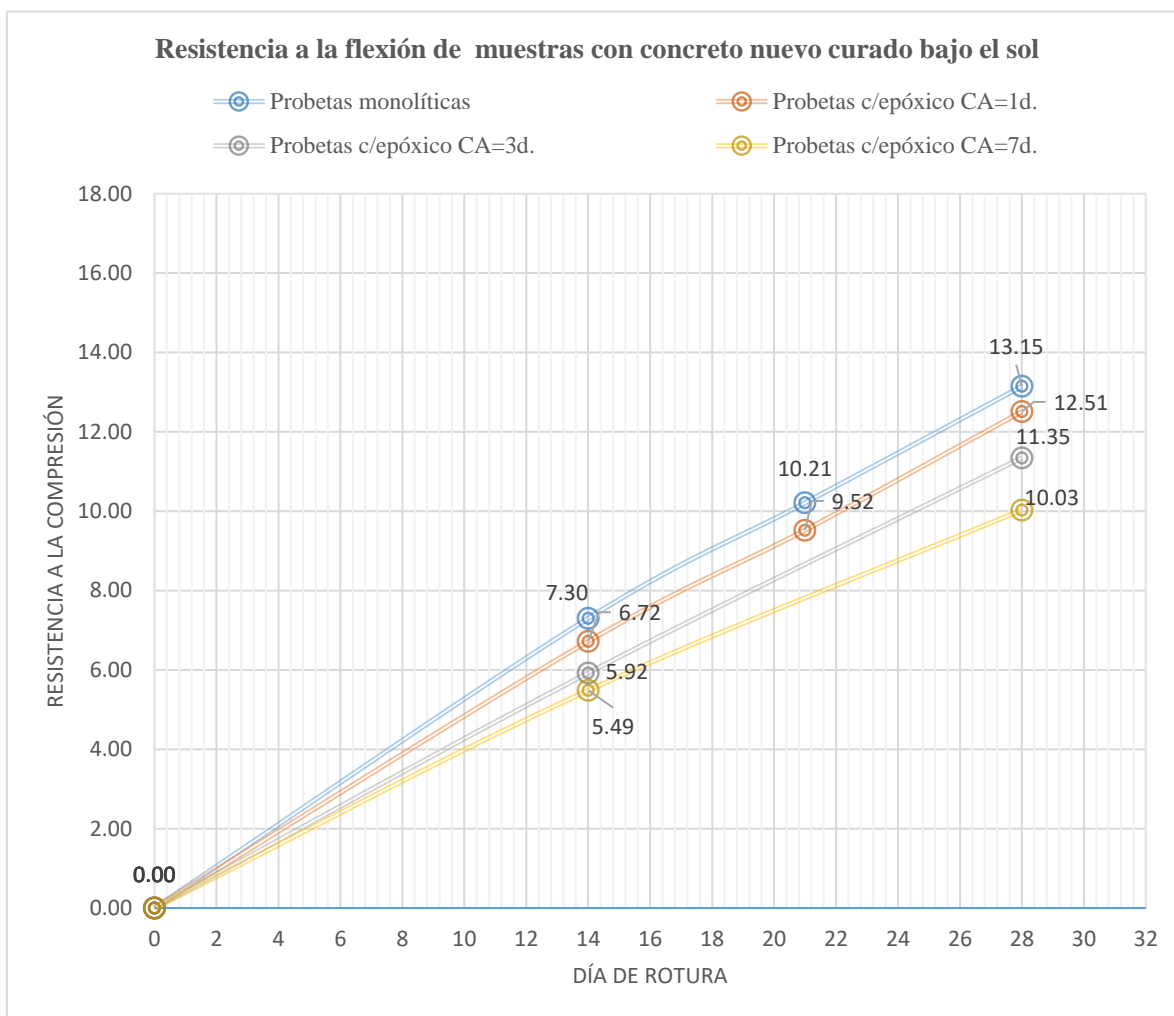
Gráfico 20: Curva de resistencia a compresión de probetas de estudio bajo la sombra



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico mostrado anteriormente, se identifican cuatro curvas, que representan el comportamiento de las probetas monolítica y probetas con epóxido (CA 1d, 3d, 7d), las cuales alcanzaron una resistencia a la tracción promedio de 24.93 kg/cm², 22.90 kg/cm², 21,23 kg/cm² y 19.75 kg/cm² respectivamente. Teniendo conocimiento que la resistencia a la tracción debe ser equivalente entre el 10% al 20% f'_c , determinamos que, en este grupo de estudio, la condición más desfavorable son aquellas probetas de concreto con 7 días de antigüedad curadas bajo la sombra debido que alcanza el 9.40% f'_c .

Gráfico 21: Curva de resistencia a compresión de probetas de estudio bajo el sol

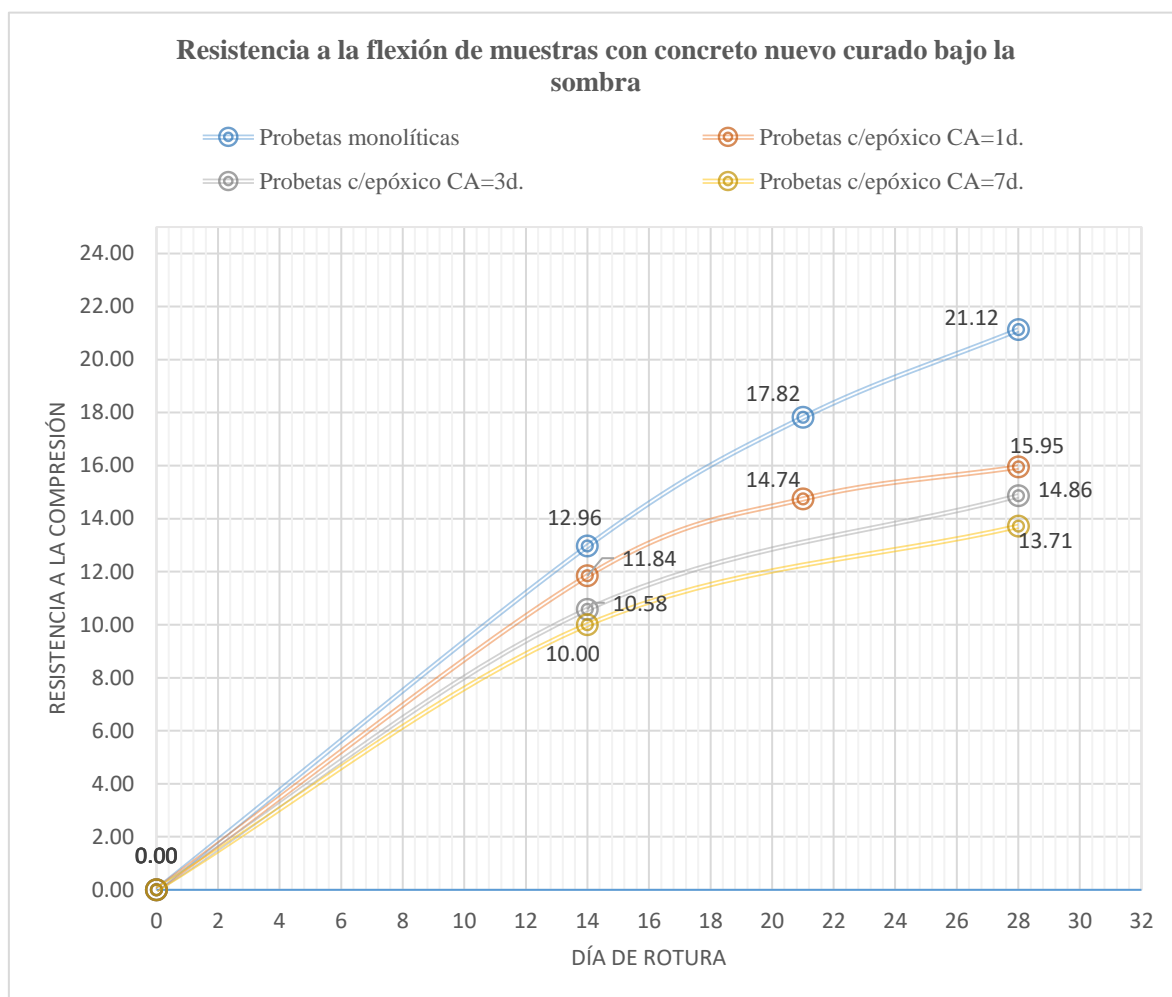


Fuente: Elaboración propia

El gráfico mostrado representa el comportamiento que presentan los especímenes de vigas evaluadas a flexión, con la finalidad de evaluar sus condiciones de cada muestra. De esta manera, se puede determinar que siempre lidera con mejores condiciones los especímenes monolíticos, pese a ello, sigue siendo menor del 10% de la resistencia a la compresión del concreto, por ende, queda totalmente comprobado que las condiciones de curado bajo el sol afectan la resistencia a la flexión del concreto.

A continuación, se evidencian las resistencias a la flexión de los especímenes de vigas evaluados en sus cuatro condiciones detalladas después del gráfico.

Gráfico 22: Curva de resistencia a compresión de probetas de estudio bajo la sombra



Fuente: Elaboración propia

Este gráfico proporciona la información valiosa acerca de las resistencias obtenidas a la flexión, representando así la curva de color azul, al módulo de rotura de las vigas monolíticas (sin epóxico) curadas bajo la sombra, única muestra que cumple con los rangos sugeridos en la flexión del concreto, sabiendo que debe éste presentar aproximadamente 21 kg/cm² y 42 kg/cm², obteniendo así, las vigas monolíticas un módulo de rotura de 21.12 kg/cm²

VI. Conclusiones

01. Se realizaron los ensayos y evaluación a los agregados finos proveniente de la Cantera “La Victoria” y “Tres Tomas”, y a los agregados gruesos de la Chancadora “Granda” y “Cabrera”, con la finalidad de seleccionar los agregados con mejores condiciones o características físicas para la elaboración del concreto. El agregado fino elegido fue proveniente de la Cantera “La Victoria” por presentar un contenido de finos menor a 5%, y en el caso del agregado grueso se eligió de la Chancadora “Granda” de la Cantera “Tres Tomas”, puesto que su curva hipsométrica estaba dentro de los límites granulométricos de su huso 67 a diferencia del agregado grueso de la Chancadora Cabrera.

02. El diseño de mezclas definitivo se obtuvo mediante un reajuste por slump, realizando un incremento de 15.24 l/m³ con la finalidad de obtener un asentamiento de 4”. De esta manera, se determinó el diseño final comprendiendo de cemento 396.12 kg/m³, agua efectiva de 228.69 l/m³, agregado fino de 714.35 kg/m³ y agregado grueso de 961.88 kg/m³.

03. Los ensayos del concreto en su estado fresco fueron realizados a dos muestras de las probetas patrón para evaluar su comportamiento en este estado, obteniendo un asentamiento de 4”, una temperatura promedio de 25.45 °C, un contenido de aire de 2.00% y un peso unitario promedio de 2358.5 kg/m³ clasificándose, así como un concreto normal.

04. Se elaboraron las probetas patrón para la verificación del diseño de mezcla definitivo en laboratorio, estas probetas fueron especímenes curados durante 7 días sumergidos bajo agua sin la presencia del sol. Mientras que las probetas de estudio, fueron elaboradas en campo y en cuatro grupos, el primer grupo conformado por especímenes monolíticos, y los siguientes grupos conformado por los especímenes de concreto antiguo 1 día, 3 días y 7 días con epóxico, las cuales fueron curadas una vez completos estos mismos superficialmente bajo el sol y sombra durante 7 días.

05. Se verificó la resistencia a la compresión obtenida de las probetas patrón, obteniendo una resistencia a la compresión promedio a los 7 días de 149 kg/cm², 183 kg/cm² a los 14 días, finalmente a los 28 días una resistencia promedio de 234 kg/cm².

06. Se realizó el ensayo a la compresión según la N.T.P 339.034, en las probetas de estudio curadas superficialmente bajo la sombra y sol, obteniendo de las muestras monolíticas, una resistencia promedio de 214 kg/cm² y 193.30 kg/cm² respectivamente, mientras que las probetas de concreto antiguo 1 día con epóxico alcanzaron una resistencia de 197.05 kg/cm² y 174.00 kg/cm², las probetas de concreto antiguo 3 días con epóxico lograron obtener una resistencia promedio bajo la sombra de 188.85 kg/cm² y bajo el sol 162.10 kg/cm². Finalmente,

los especímenes de concreto antiguo de 7 días, alcanzaron una resistencia promedio de 179.30 kg/cm² y 148.20 kg/cm² para cada condición evaluada de curado. De esta manera, no solo se determina que el curado superficial en obra no es óptimo en comparación al realizado en laboratorio del concreto, sino también que la aplicación del aditivo Chema Epox Adhesivo 32 en especímenes de concreto alcanza menores resistencias a la obtenida de las probetas monolíticas, existiendo una diferencia de 7.0 % y 9.9 % bajo la sombra y el sol respectivamente. En cuanto a su resistencia a la compresión las probetas de concreto antiguo de 1 día con epóxico presentaron mejor comportamiento mecánico en comparación a las demás muestras con epóxico.

07. Se llevó a cabo el ensayo a compresión diametral según la N.T.P 339.084, en las probetas de estudio curadas superficialmente bajo la sombra y sol, obteniendo una resistencia de rotura por tracción indirecta promedio de 24.93 kg/cm² y 19.69 kg/cm² respectivamente en las probetas monolíticas, mientras que las probetas de concreto antiguo 1 día con epóxico alcanzaron una resistencia a la tracción de 22.90 kg/cm² y 18.11 kg/cm², las probetas de concreto antiguo 3 días con epóxico lograron obtener una resistencia promedio bajo la sombra de 21.23 kg/cm² y bajo el sol 17.25 kg/cm². Finalmente, los especímenes de concreto antiguo de 7 días, alcanzó una resistencia promedio de 19.75 kg/cm² y 16.08 kg/cm². Las resistencias a la tracción obtenidas del concreto, no existe una diferencia considerable de las probetas monolíticas con las probetas evaluadas con epóxico, resultando tener un mejor comportamiento mecánico aquellas probetas con concreto antiguo de 1 día frente a las demás evaluadas, puesto que su diferencia en la resistencia a compresión diametral frente a las monolíticas bajo la sombra y sol fue de 2.03 kg/cm² y 1.58 kg/cm² respectivamente.

08. Se obtuvieron resistencias a la flexión mediante el ensayo de la N.T.P. 339.078, donde se determina un módulo de rotura promedio a los 28 días bajo la sombra y sol de 21.12 kg/cm² y 13.15 kg/cm² en los especímenes de concreto monolítico, mientras que en las vigas de concreto antiguo 1 día con epóxico obtuvieron un módulo de rotura de 15.95 kg/cm² y 12.51 kg/cm² respectivamente. En el caso de los especímenes de concreto antiguo de 3 días con epóxico alcanzaron un módulo de rotura de 14.86 kg/cm² y 11.35 kg/cm² y aquellos especímenes de concreto antiguo de 7 días obtuvieron 13.71 kg/cm² y 10.03 kg/cm² respectivamente bajo la sombra y bajo el sol. A la flexión, el mejor comportamiento sigue presentando aquellos especímenes monolíticos, en cuanto a las muestras de concreto con epóxico, la condición más resaltante que adapta resistencias más cercanas a las de las vigas monolíticas, fueron aquellas con concreto antiguo de 1 día, y esto se debe a presentar un menor tiempo de pérdida de agua, al no ser curado solo durante 1 día, a diferencia de las demás

muestras que presentaron concreto antiguo de 3 y 7 días, perdiendo en ese tiempo, su agua de diseño, influenciando de esta manera sus resistencias a la flexión.

09. El empleo del aditivo epóxico no presenta impactos negativos considerables a nuestro medio ambiente, puesto que la aplicación no solo se realiza de manera inmediata, sino tiene un radio mínimo de influencia. Se determina un ligero impacto en el aire, por sus olores provenientes de los solventes del aditivo Chema Epox Adhesivo 32, y para ello, el operador encargado de llevar a cabo la ejecución de esta partida, debe respetar los equipos de protección personal detallados en la ficha de seguridad de este aditivo.

VII. Recomendaciones

01. Es importante considerar la realización de todos los ensayos para conocer, determinar y evaluar las características físicas que presentan los agregados que se deseen utilizar para la elaboración del concreto.

02. Se recomienda llevar a cabo los ensayos del concreto fresco respetando los lineamientos de las normas peruanas existentes, las cuales se detallan a continuación, para el asentamiento la NTP 339.035, pesos unitarios según NTP 339.046, finalmente el contenido de aire y la temperatura según la NTP 339.184.

03. Es esencial la elaboración y ensayo de las probetas patrón curadas durante 7 días sumergidas bajo agua para la correcta verificación de la resistencia requerida a compresión.

04. Se recomienda llevar a cabo la ejecución de los ensayos a compresión simple según la NTP 339.034, a compresión diametral según la NTP 339.084 y a flexión según la NTP 339.078 a los especímenes de concreto.

05. En caso de no poder evitar el empleo de aditivos epóxicos, se sugiere recomendar realizar el siguiente vaciado correspondiente al día siguiente, no prolongando más de 1 día el concreto antiguo sin curado, puesto que esta presenta mejores condiciones frente a otro concretos que se evaluaron con un concreto antiguo de 3 y 7 días.

06. Finalmente, se recomienda tener una buena planificación de tiempos en una obra de construcción civil para evitar presentar inconvenientes como los que suceden y obligan indirectamente al ingeniero encargado de una obra hacer uso de estos aditivos epóxicos, perdiendo la continuidad de elementos.

07. Para futuras investigaciones, se sugiere realizar un estudio detallado de diversas marcas de epóxicos disponibles en el mercado peruano para determinar la eficiencia y evaluación costo-beneficio de estas mismas, con la finalidad de obtener la mejor opción para la construcción civil.

VIII. Referencias

- [1] J. K. H., «Reducción de Desastres: Viviendo en armonía con la naturaleza,» de *Gestión del Riesgo de Desastres y Desarrollo Urbano Sostenible en el Perú*, Lima, 2016.
- [2] J. P. R. Ayuso, «Estudio comparativo del comportamiento mecánico y permeabilidad de juntas frías de hormigonado materializadas con mallas metálicas,» Santiago de Chile, 2012.
- [3] B. C. d. R. BCR, «Ministerio de Vivienda: sector construcción crecerá alrededor de 6% en 2019,» *Agencia Andina*, 06 Febrero 2019.
- [4] N. C. 1. NCh, «Hormigón - Requisitos generales,» NCh170:1985, Chile, 2016.
- [5] G. A. Archila, «Evaluación sobre adherencia entre concreto antiguo y concreto nuevo con dos tipos de epóxicos,» Guatemala, 2007.
- [6] E. S. V. Zafra, «Evaluación de la resistencia a compresión de especímenes de concreto usando aditivo adherente "Chema Epox Adhesivo 32" en juntas frías en el distrito de Cajamarca,» Cajamarca, 2013.
- [7] R. Vásquez, «Eficiencia del cemento epóxico en el concreto y la calidad de obras reconstruidas en la ciudad de Ica,» Ica, 2010.
- [8] L. Rivera, «Análisis a la tracción en la unión de concreto nuevo y endurecido tratada,» UNHV, Huánuco, 2015.
- [9] J. A. Zeña, «Resistencia a la compresión de concretos con epóxicos adherentes,» Lambayeque, 2016.
- [10] B. D. Maza, «Análisis de la resistencia de mezclas de concreto fresco y endurecido unidos con Sikadur 32 y Chema Epox Adhesivo 32,» Cajamarca, 2016.
- [11] A. NTP 339.185, «Agregados: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado,» INACAL, Lima, 2002.
- [12] A. NTP. 400.012, «Agregados: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global,» INACAL, Lima, 2001.
- [13] A. NTP. 400.017, «Agregados: Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad "peso unitario" y los vacíos en los agregados,» INACAL, Lima, 2001.

- [14] A. NTP 400.021, «Agregados: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso,» INACAL, Lima, 2014.
- [15] A. NTP. 400.022, «Agregados: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino,» INACAL, Lima, 2013.
- [16] H. NTP 339.034, «Hormigón (Concreto). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas,» INACAL, Lima, 2008.
- [17] H. NTP 339.035, «Hormigón (Concreto). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland,» INACAL, Lima, 2009.
- [18] C. NTP 339.078, «Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo,» INACAL, Lima, 2012.
- [19] C. NTP 339.084, «Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica,» INACAL, Lima, 2011.
- [20] C. Benites, «Concreto (hormigón) con cemento pórtland puzolánico Tipo IP Atlas de resistencias tempranas con la tecnología,» URP, Lima, 2011.
- [21] J. E. O. García, «Diseño de estructuras de concreto armado,» Macro, Lima, 2014.
- [22] G. Ottazzi, «Material de apoyo para la enseñanza de los cursos de diseño y comportamiento del concreto armado.,» Lima, 2004.
- [23] R. N. d. Edificaciones, «Norma E.060 Concreto Armado,» Lima, 2009.
- [24] F. G. Sagastegui Plasencia, «Tecnología del Concreto,» *Tecnología del Concreto*, 03 Abril 2014.
- [25] H. NTP 339.037, «Hormigón (Concreto). Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados.,» 2º Edición, Lima, 2016.
- [26] E. Rivva López, « Naturaleza y materiales del concreto,» Capítulo Peruano ACI, Lima, 2000.
- [27] C. Pacasmayo, «Cemento Extraforte (ICo),» CC: Control de Calidad, Perú, 2018.
- [28] SENCICO, «Norma E.060 Concreto Armado,» DIGIGRAF CORP. SA, Lima, Perú, 2009.


- [29] A. NTP 400.012, «AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos),» INACAL, Lima, 2008.
- [30] P. B. Cachim, «Mechanical properties of brick aggregate concrete.,» Construction and Building Materials, 2009.
- [31] J. Cuichap, «Mejoramiento de la resistencia a la compresión del concreto con plástico PET,» USAT, Chiclayo, 2017.
- [32] E. M. Gonzales, «Caracterización mecánica del concreto usando ensayos no destructivos de resonancia por impacto y vibración ambiental,» PUCP, Lima, 2016.
- [33] H. Montalvo, «CONCRETO: Generalidades, propiedades y procesos,» AcademiaEdu, Cusco, 2018.
- [34] M. Madrid, «Tecnología de la adhesión,» Loctite, España, 1997.
- [35] M. T. Neyra, Metodología de la Investigación Científica, Trujillo: Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo, 2013.
- [36] C. NTP 339.046, «Método de ensayo normalizado para peso unitario de mezcla de hormigón (concreto) fresco»,» INACAL, Lima, 2008.
- [37] N. 3. Concreto, «Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco, por el método de presión,» INACAL, Lima, 2003.
- [38] C. NTP 339.184, «Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto), por el método de presión,» INACAL, Lima, 2002.
- [39] N. 3. Concreto, «Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio» establecido por la N.T.P 339.183, es utilizada para el control de estas muestras de concreto patrón, y “Práctica normalizada para la elaboración y curado de es,» INACAL, Lima, 2015.
- [40] M. Abrego, S. Molinos y P. Ruiz, «Equipos de protección personal,» ACHS, Santiago, 2016.
- [41] S. N. d. A. S. SENA, «Anexo 01- Fichas Técnicas de EPP's,» 2015.
- [42] Chema, «Hoja de Seguridad Chema Epox Anclaje 31,» Chema, Lima, 2016.
- [43] Chema, «Hoja Técnica de Chema Epox Adhesivo 32,» Chema Epox Adhesivo 32, Lima, 2017.
- [44] T. C. d. Perú, «Compendio Normativo,» Centro de Estudios Constitucionales, Lima, 2015.

- [45] M. d. A. MINAM, «Ley N° 28611, Ley General del Ambiente,» Lima, 2005.
- [46] M. d. A. MINAM, «Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental,» MINAM, Lima, 2011.
- [47] M. d. A. MINAM, «Ley N° 1278, Ley de gestión integral de residuos sólidos,» MINAM, Lima, 2017.
- [48] M. d. d. Chiclayo, «Modernización de la gestión del desarrollo urbano de la provincia de Chiclayo,» Diagnóstico Urbano, Lima, 2019.
- [49] E. S. Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad del Norte S.A., «Proyecto: "Reparación de cerco de ladrillo/ concreto, en la sub estación Chiclayo Oeste, distrito de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque",» EIA, Chiclayo, 2015.
- [50] V. C. F. -Vítora, «Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental,» Mundi - Prensa, Madrid , 2003.

IX. Anexos


ANEXO I: DOCUMENTOS

Documento 1. 1: Ficha técnica de Cemento Pacasmayo Extraforte

 Pacasmayo Control de Calidad		ESPECIFICACIÓN TÉCNICA CEMENTO EXTRAFORTE				G-CC-EST-08 Versión 25 / 03 de setiembre de 2018 Página 1/1	
<p>Descripción: El Cemento EXTRAFORTE (ICo) es un producto que se obtiene mediante la pulverización conjunta de clinker, yeso, filler calizo, puzolana y/o escoria. El clinker es un mineral artificial y esta compuesto esencialmente de silicatos de calcio producidos a partir de materiales calcáreos y correctores de sílice, alumina y hierro en un proceso efectuado a temperaturas cercanas a los 1450°C. Este tipo de cemento sigue los requisitos de la Norma Técnica Peruana 334.090 y de la ASTM C 595. Es un cemento de uso general, para estructuras que no requieran propiedades especiales.</p>							
Ensayos	Requisitos			Normas de Referencia	Normas de Ensayo		
REQUERIMIENTOS QUIMICOS							
SO ₃	Máximo	4.0	%	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C114 NTP 334.086		
MgO	Máximo	6.0	%	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C114 NTP 334.086		
REQUERIMIENTOS FISICOS							
Contenido de Aire	Máximo	12.0	%	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C 185 NTP 334.048		
Finura							
a) Superficie Específica	-	-	-	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C204 NTP 334.002		
b) Retenido M325	-	-	-	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C430 NTP 334.045		
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C151 NTP 334.004		
Contracción en autoclave	Máximo	0.20	%	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C 151 NTP 334.004		
Resistencia a la Compresión							
a) Resistencia compresión a 1 día (*)	Mínimo	8.3 (1,200)	MPa (psi)	n / a	ASTM C109 NTP 334.051		
b) Resistencia compresión a 3 días	Mínimo	13.0 (1,890)	MPa (psi)	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C109 NTP 334.051		
c) Resistencia compresión a 7 días	Mínimo	20.0 (2,900)	MPa (psi)	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C109 NTP 334.051		
d) Resistencia compresión a 28 días	Mínimo	25.0 (3,630)	MPa (psi)	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C109 NTP 334.051		
Tiempo de Fraguado Vicat							
a) Fraguado Inicial	Mínimo	45	minutos	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C191 NTP 334.006		
b) Fraguado Final	Máximo	420	minutos	ASTM C595 NTP 334.090	ASTM C191 NTP 334.006		
REQUERIMIENTOS DE PESOS NETOS							
Peso unitario (Neto)	Mínimo	41.65	kg	ASTM C595 NTP 334.090	n / a		
Peso promedio por lotes ≥ 50 bolsas (Neto)	Mínimo	42.50	kg	ASTM C595 NTP 334.090	n / a		
Generado por:		Revisado por:		Aprobado por:			
Ing. Victor Milla Analista de Aseguramiento de la Calidad		Ing. Gabriel Mansilla Superintendente de Aseguramiento de la Calidad e Investigación y Desarrollo		Ing. Hugo Villanueva Castillo Gerente Central de Operaciones			

Fuente: Cemento Pacasmayo, 2018

Documento 1. 2: Hoja Técnica de Chema Epox Adhesivo 32



Hoja Técnica

CHEMA EPOX ADHESIVO 32

Puente de adherencia epóxico para unir concreto antiguo con concreto nuevo.
Calidad Premium.

VERSION: 01
FECHA: 24/03/2017

Calidad que Construye

DESCRIPCIÓN **CHEMA EPOX ADHESIVO 32** es un sistema epóxico de dos componentes 100% sólidos, de calidad Premium. Diseñado especialmente con alta resistencia a la humedad, Ideal para asegurar una unión perfecta entre concreto fresco y endurecido, concreto con metal y otros. Posee elevadas adherencias y resistencias mecánicas.

Este adhesivo presenta viscosidad media lo que permite aplicarse como puente de adherencia directo o para preparar un mortero epóxico de reparación en elementos estructurales (de concreto o como relleno de cangrejeras).

Cumple con la norma ASTM C-881 Estándar Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding System for Concrete.

VENTAJAS

- Excelente resistencia a la humedad y a los ataques químicos.
- Excelente adherencia sobre concreto, fierro, acero, piedra, madera, fibrocemento y otros.
- Asegura una unión monolítica entre concretos de distintas edades.
- Permite trabajar a bajas temperaturas.
- Listo para usar, no necesita diluir con solventes.
- Fácil de aplicar, con brocha o rodillo.

USOS

- Como puente de adherencia entre concreto fresco y concreto antiguo.
- Unión de pre fabricados de concreto.
- Como anclaje (mezclado con arena o cuarzo).
- Extensión de columnas y apoyos de nuevas vigas sobre estructuras antiguas.
- Fijación de los refuerzos estructurales.
- Para reparaciones, de elementos de concreto (tubos y otros).
- Para pegar diversos materiales del mismo tipo o totalmente diferentes como hierro o concreto, fibrocemento, madera y otros.
- Para reparaciones de grietas de volumen en elementos estructurales.
- Para resanar muros de albañilería estructural.

DATOS TÉCNICOS

Propiedades	Valores	
Color	Parte "A"	Gris Oscuro
	Parte "B"	Ambar
	Mezcla	Gris Oscuro
Proporción de Mezcla en Volumen	"A"	3
	"B"	1
Densidad de la mezcla	kg/gal	5.10 - 5.30
Viscosidad de la mezcla	KU	105 - 120
Pot life	horas	2h *
Resistencia a la compresión (Kg/Cm2)	1 día	500*
	7 días	800*
Dureza Shore D	7 días	75*
Secado al tacto	horas	2h*
VOC (Compuestos Orgánicos Volátiles)	g/L	0

* Valores a 25°/60%HR, estos pueden variar con las condiciones ambientales.

ATENCIÓN AL CLIENTE:
(511) 336-8407

Página 1 de 3

Documento 1. 3: Hoja Técnica de Chema Epox Adhesivo 32



Hoja Técnica

CHEMA EPOX ADHESIVO 32

Puente de adherencia epóxico para unir concreto antiguo con concreto nuevo.
Calidad Premium.

VERSION: 01
FECHA: 24/03/2017

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO
Preparación de la superficie.

- La superficie de concreto debe estar totalmente limpia, libre de polvo, grasa, pintura, aceite, material suelto o mal adherido debiendo dejarse sólo lo que esta estructuralmente sano. Una vez limpia se recomienda soplearla con aire comprimido.
- Las superficies de metales deben encontrarse limpias, sin óxido, grasa, pintura, etc.

Preparación del producto.

- Utilice guantes, lentes y mascarilla de protección antes de aplicar el producto y/o consulte la hoja de seguridad del producto.
- Prepare la cantidad necesaria para trabajar en el momento en un recipiente de plástico, no hacerlo en el mismo envase metálico.
- Mezclar ambos componentes en volumen: 3A por1B utilizando un taladro de baja velocidad (350 r.p.m) con aspas o paletas durante 2 – 3 minutos aprox. hasta obtener una mezcla homogénea, evitar la formación de aire.
- Deje reposar unos minutos para eliminar burbujas de aire atrapado.

Aplicación de la mezcla

- Aplique la mezcla preparada como puente de adherencia con una brocha o rodillo sobre la superficie preparada en un tiempo no mayor a 2 horas de mezclado el producto.
- Prepare la cantidad necesaria para trabajar en el momento en un recipiente de plástico, no hacerlo en el mismo envase metálico.
- Mezclar ambos componentes en volumen: 3A por1B utilizando un taladro de baja velocidad (350 r.p.m) con aspas o paletas durante 2 – 3 minutos aprox. hasta obtener una mezcla homogénea, evitar la formación de aire.
- Deje reposar unos minutos para eliminar burbujas de aire atrapado.

Aplicación de la mezcla

- Aplique la mezcla preparada como puente de adherencia con una brocha o rodillo sobre la superficie preparada en un tiempo no mayor a 2 horas de mezclado el producto. (Después de este tiempo la mezcla empezará a perder trabajabilidad hasta el punto de formar un sólido compacto).
- A continuación realice el vaciado del concreto fresco sobre la aplicación y continúe con los trabajos posteriores.
- El espesor de la capa debe ser alrededor 1mm, dependiendo de la rugosidad de la superficie.

Limpieza.

Limpie las herramientas utilizadas con solvente SC Epox, thinner o aguarrás

RENDIMIENTO

El consumo aprox. 0.5 a 0.7 Kg/m², dependiendo de la rugosidad de la superficie.

PRESENTACIÓN

- Kit de 1kg
- kit de 5 kg

Documento 1.4: Análisis granulométrico de agregado fino de Cantera "La Victoria"



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f'c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

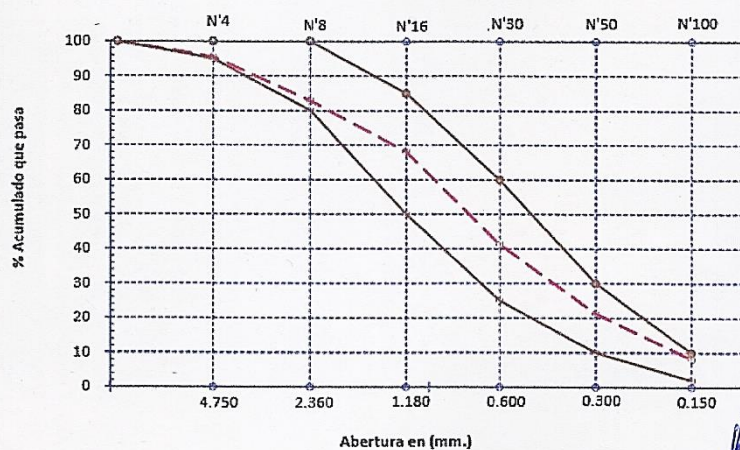
REFERENCIA: NTP 400.012 o ASTM C-136

Muestra: Arena

Cantera: La Victoria

Malla	Pulg.	(mm.)	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:	
			Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"		12.700	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"		9.500	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 04		4.750	4.41	4.41	95.59	95	100
N° 08		2.360	12.70	17.10	82.90	80	100
N° 16		1.180	14.83	31.93	68.07	50	85
N° 30		0.600	26.78	58.71	41.29	25	60
N° 50		0.300	19.96	78.67	21.33	10	30
N° 100		0.150	13.15	91.82	8.18	2	10
N° 200		0.150	5.98	97.80	2.20	2	10
Fondo			2.20	100.00	0.00		
Módulo de Fineza				2.83			

CURVA GRANULOMÉTRICA
 Arena de Cantera "La Victoria"



Rivadeneyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.5: Contenido de finos del agregado fino de Cantera "La Victoria"



UNIVERSIDAD CATÓLICA
"SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO"
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
Formato interno de ensayo
"Ensayos físicos de los agregados"



ESCUELA: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: *"Evaluación de la resistencia a compresión y flexión de concreto simple con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"*

UBICACIÓN: Chiclayo- Lambayeque- Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado $75 \mu\text{m}$ (N° 200) por lavado en agregados

REFERENCIA: Norma NTP 400.018 o ASTM C-117

Cantera: La Victoria

Muestra: Arena

Ubicación: Caserío Las Cantera km. 4- Pátapo- Carretera Chongoyape

Material más fino que la malla (N° 200) por vía húmeda	%	2.20
--	---	------

[Firma]
Rivaldo Ortega Obillos JEN.
TÉCNICO DEL LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.6: Contenido de humedad del agregado fino de Cantera "La Victoria"



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

REFERENCIA: NTP 339.185 o ASTM C-535

Muestra: Arena

Cantera: La Victoria

<i>Contenido de Humedad</i>		
<i>Contenido de humedad:</i>	0.727	0.902
<i>Contenido de humedad promedio:</i>	0.81	

Rivadeneyra
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Documento 1.7: Pesos Unitarios del agregado fino de Cantera "La Victoria"



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f'c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados

REFERENCIA: NTP 400.017 o ASTM C-29

Muestra: Arena

Cantera: La Victoria

Peso Unitario Suelto

<i>Peso Unitario Suelto Húmedo:</i>	1635 kg/m ³
<i>Peso Unitario Suelto Seco:</i>	1621 kg/m ³

Peso Unitario Compactado

<i>Peso Unitario Suelto Húmedo:</i>	1830 kg/m ³
<i>Peso Unitario Suelto Seco:</i>	1816 kg/m ³

Rivendeyro Abilitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Documento 1.8: Peso específico del agregado fino de Cantera "La Victoria"



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemy

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino

REFERENCIA: NTP 400.022

Muestra: Arena

Cantera: La Victoria

Peso Específico y Absorción	
1. <i>Peso Específico de la Arena</i>	2.56 g/cm ³
2. <i>Peso Específico de la Masa S.S.S</i>	2.59 g/cm ³
3. <i>Peso Específico Aparente</i>	2.64 g/cm ³
4. <i>Porcentaje de Absorción</i>	1.13 %

Rivadeneira Oblatas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Documento 1.9: Análisis granulométrico de agregado fino de Cantera "Tres Tomas"



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

REFERENCIA: NTP 400.012 o ASTM C-136

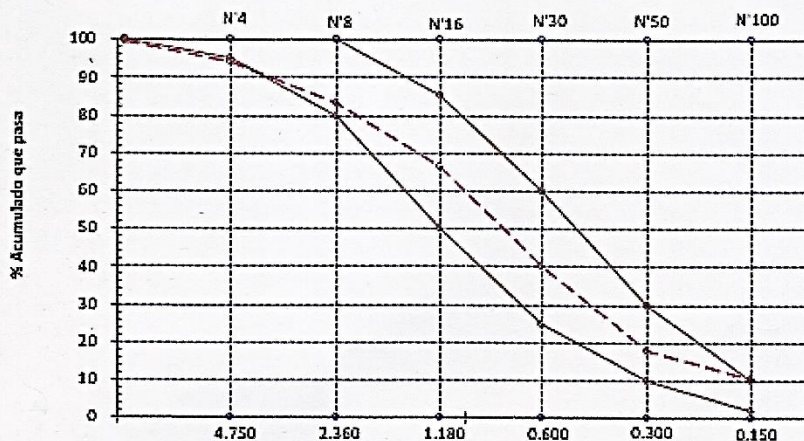
Muestra: Arena

Cantera: Tres Tomas

Malla		(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)				100	100
1/2"	12.700	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.500	0.47	0.47	99.53	100	100
N° 04	4.750	5.58	6.06	93.94	95	100
N° 08	2.360	10.77	16.83	83.17	80	100
N° 16	1.180	16.82	33.65	66.35	50	85
N° 30	0.600	26.58	60.23	39.77	25	60
N° 50	0.300	22.11	82.34	17.66	10	30
N° 100	0.150	7.37	89.71	10.29	2	10
N° 200	0.150	3.80	93.51	6.49	2	10
Fondo		6.49	100.00	0.00		
Módulo de Fineza			2.89			

CURVA GRANULOMÉTRICA
Arena de Cantera "Tres Tomas"

Rivendeyo, J. L. A. H. S.
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.10: Contenido de finos del agregado fino de Cantera "Tres Tomas"



UNIVERSIDAD CATÓLICA
 "SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO"
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
Formato interno de ensayo
 "Ensayos físicos de los agregados"



ESCUELA: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

TESISTA: Maryori Nuñez Alemy

TESIS: "Evaluación de la resistencia a compresión y flexión de concreto simple con $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo- Lambayeque- Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado $75 \mu\text{m}$ (N° 200) por lavado en agregados

REFERENCIA: Norma NTP 400.018 o ASTM C-117

Cantera: Tres Tomas

Muestra: Arena

Ubicación: Distrito Mesones Muro- Ferreñafe

Material más fino que la malla (N° 200) por vía húmeda	%	6.49
--	---	------

[Firma]
 RIVERA, YRE OBLITAS, JENNY
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.11: Contenido de humedad del agregado fino de Cantera "Tres Tomas"



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

REFERENCIA: NTP 339.185 o ASTM C-535

Muestra: Arena

Cantera: Tres Tomas

<i>Contenido de Humedad</i>		
<i>Contenido de humedad:</i>	1.765	1.315
<i>Contenido de humedad promedio:</i>	1.54	

[Firma]
 RIVERA HENRY
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Documento 1.12: Pesos Unitarios del agregado fino de Cantera "Tres Tomas"



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemy

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados

REFERENCIA: NTP 400.017 o ASTM C-29

Muestra: Arena

Cantera: Tres Tomas

Peso Unitario Suelto

<i>Peso Unitario Suelto Húmedo:</i>	<i>1660 kg/m³</i>
<i>Peso Unitario Suelto Seco:</i>	<i>1635 kg/m³</i>

Peso Unitario Compactado

<i>Peso Unitario Suelto Húmedo:</i>	<i>1868 kg/m³</i>
<i>Peso Unitario Suelto Seco:</i>	<i>1840 kg/m³</i>

Rivendeyra Obilitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Documento 1.13: Peso específico del agregado fino de Cantera "Tres Tomas"



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino

REFERENCIA: NTP 400.022

Muestra: Arena

Cantera: *Tres Tomas*

Peso Específico y Absorción	
1. <i>Peso Específico de la Arena</i>	2.47 g/cm ³
2. <i>Peso Específico de la Masa S.S.S</i>	2.45 g/cm ³
3. <i>Peso Específico Aparente</i>	2.52 g/cm ³
4. <i>Porcentaje de Absorción</i>	1.78 %

Rivendarys Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

Documento 1.14: Análisis granulométrico del agregado grueso de la Chancadora "Granda"-
Tres Tomas



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f'c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

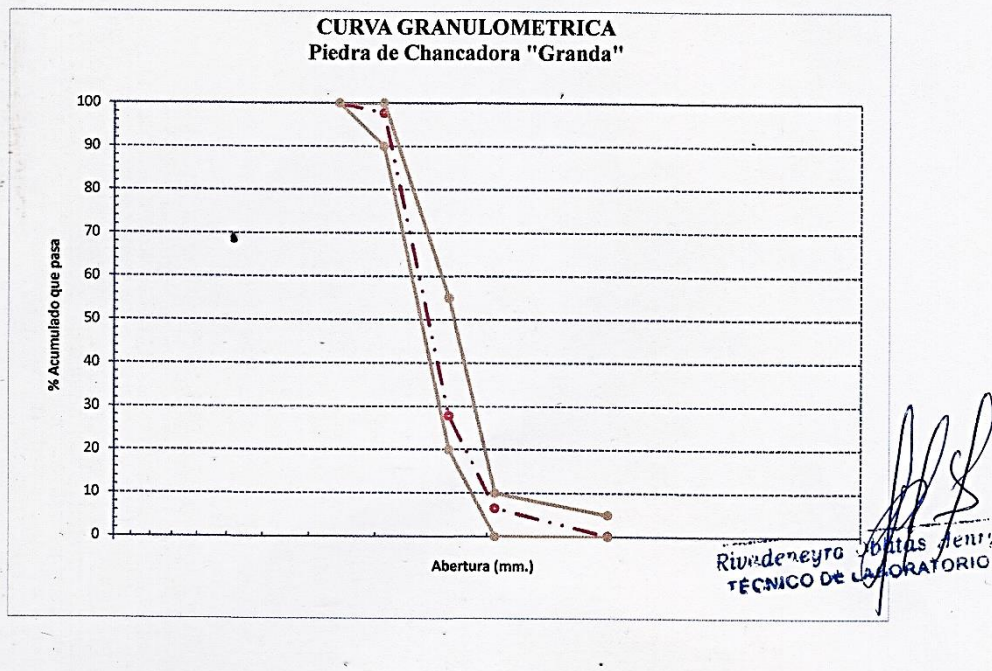
REFERENCIA: NTP 400.012 o ASTM C-136

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Tres Tomas

Chancadora "Granda" Mesones Muro- Ferreñafe

Malla		(%)	(%) Acum.	(%) Acum.
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Que Pasa
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	2.31	2.31	97.69
1/2"	12.70	69.88	72.19	27.81
3/8"	9.52	21.28	93.47	6.53
N° 04	4.75	6.38	99.85	0.15
N° 08	2.36	0.08	99.93	0.07
N° 16	1.19	0.00	99.94	0.06
Fondo	3.07	0.06	100.00	0.00
Tamaño Maximo		1"	25.00	
Tamaño Maximo Nominal		3/8"	19.00	



Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.15: Contenido de humedad del agregado grueso de la Chancadora "Granda"-
Tres Tomas



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemy

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

REFERENCIA: NTP 339.185 o ASTM C-535

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Tres Tomas

Chancadora "Granda" Mesones Muro- Ferreñafe

<i>Contenido de Humedad</i>		
<i>Contenido de humedad:</i>	0.220	0.180
<i>Contenido de humedad promedio:</i>	0.20	

Rivendeyta Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

Documento 1.16: Pesos Unitarios del agregado grueso de la Chancadora "Granda"- Tres Tomas



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f'c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados

REFERENCIA: NTP 400.017 o ASTM C-29

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Tres Tomas

Chancadora "Granda" Mesones Muro- Ferreñafe

Peso Unitario Suelto

Peso Unitario Suelto Húmedo:	1451 kg/m ³
Peso Unitario Suelto Seco:	1448 kg/m ³

Peso Unitario Compactado

Peso Unitario Suelto Húmedo:	1573 kg/m ³
Peso Unitario Suelto Seco:	1570 kg/m ³

Rivadeneyra Oblitas Henrí
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.17: Peso específico del agregado grueso de la Chancadora "Granda"- Tres Tomas



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemy

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

REFERENCIA: NTP 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Tres Tomas

Chancadora "Granda" Mesones Muro- Ferreñafe

Peso Específico y Absorción	
1. <i>Peso Específico de la Arena</i>	2.77 g/cm ³
2. <i>Peso Específico de la Masa S.S.S</i>	2.79 g/cm ³
3. <i>Peso Específico Aparente</i>	2.82 g/cm ³
4. <i>Porcentaje de Absorción</i>	0.59 %

Rivendeyta Abilitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Documento 1.18: Análisis granulométrico del agregado grueso de la Chancadora "Cabrera"-
Tres Tomas



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

REFERENCIA: NTP 400.012 o ASTM C-136

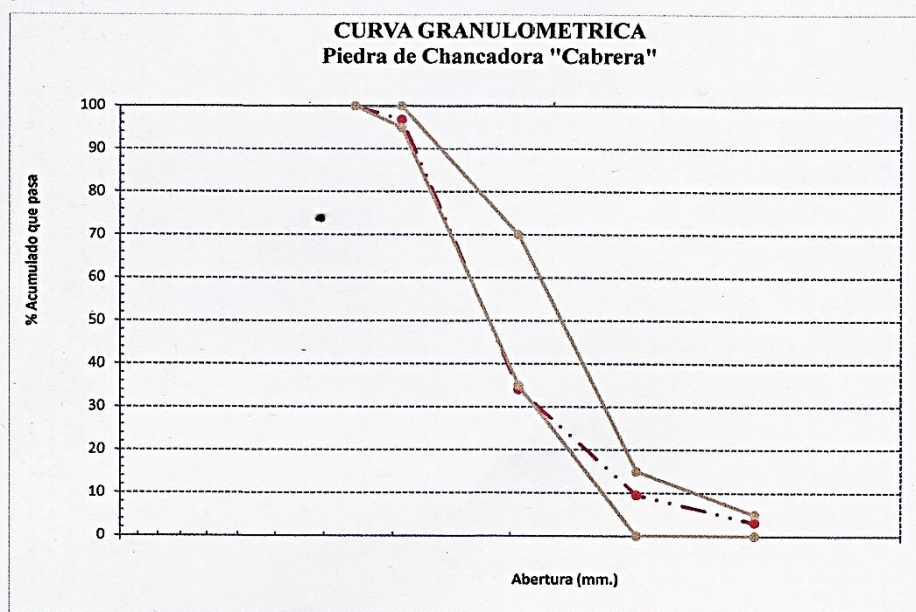
Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Tres Tomas

Chancadora "Cabrera" Mesones Muro- Ferreñafe

Malla		(%)	(%) Acum.	(%) Acum.
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Que Pasa
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.00	3.17	3.17	96.83
1"	25.00	60.36	63.53	36.47
3/4"	19.00	2.32	65.85	34.15
1/2"	12.70	23.88	89.73	10.27
3/8"	9.52	0.71	90.44	9.56
N° 04	4.75	6.38	96.82	3.18
N° 08	2.36	0.96	97.77	2.23
N° 16	1.19	0.03	97.80	2.20
Fondo	109.82	2.20	100.00	0.00
Tamaño Máximo		2"	50.00	
Tamaño Máximo Nominal		1 1/2"	38.00	

[Handwritten Signature]
Rivendenta Jolitas Jent
TÉCNICO DE LABORATORIO



Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.19: Contenido de humedad del agregado grueso de la Chancadora "Cabrera"-
Tres Tomas



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f'c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

REFERENCIA: NTP 339.185 o ASTM C-535

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Tres Tomas

Chancadora "Cabrera" Mesones Muro- Ferreñafe

<i>Contenido de Humedad</i>		
<i>Contenido de humedad:</i>	1.317	1.180
<i>Contenido de humedad promedio:</i>	1.25	

Rivadeneyra Abitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Documento 1.20: Pesos Unitarios del agregado grueso de la Chancadora "Cabrera"- Tres Tomas



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemy

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados

REFERENCIA: NTP 400.017 o ASTM C-29

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Tres Tomas

Chancadora "Cabrera" Mesones Muro- Ferreñafe

Peso Unitario Suelto

<i>Peso Unitario Suelto Húmedo:</i>	<i>1507 kg/m³</i>
<i>Peso Unitario Suelto Seco:</i>	<i>1488 kg/m³</i>

Peso Unitario Compactado

<i>Peso Unitario Suelto Húmedo:</i>	<i>1694 kg/m³</i>
<i>Peso Unitario Suelto Seco:</i>	<i>1673 kg/m³</i>

Rivadeneiro Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.21: Peso específico del agregado grueso de la Chancadora "Cabrera"- Tres Tomas



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Aleмай

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

REFERENCIA: NTP 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Tres Tomas

Chancadora "Cabrera" Mesones Muro- Ferreñafe

<i>Peso Específico y Absorción</i>	
<i>1. Peso Específico de la Arena</i>	<i>2.96 g/cm³</i>
<i>2. Peso Específico de la Masa S.S.S</i>	<i>3.00 g/cm³</i>
<i>3. Peso Específico Aparente</i>	<i>3.07 g/cm³</i>
<i>4. Porcentaje de Absorción</i>	<i>1.35 %</i>

Rivendeneiro Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Documento 1.22: Asentamiento del concreto fresco



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemy

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland

REFERENCIA: NTP 339.035

$f_c=$ 210 kg/cm²

<i>Consistencia del concreto fresco (Slump)</i>			
		Patrón	Probetas Estudio
Slump teórico de diseño	pulg	4	4
	mm	101.6	101.6
Slump obtenido en comprobación	pulg	1	4
Se realizó corrección por slump al diseño	mm	25.4	101.6
Slump obtenido después de reajuste	pulg	4	
	mm	101.6	

Rivendeneira Oblitas Henrí
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.23: Pesos Unitarios del concreto fresco



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario)

REFERENCIA: NTP 339.046

$f_c=$ 210 kg/cm²

<i>Pesos Unitarios del concreto fresco</i>		
Prueba del concreto	Muestra 01	Muestra 02
N° del molde / muestra	1	2
Peso de la muestra + peso del molde	23250	23166
Peso del molde	10016	10036
Volumen o constante del molde	0.00559	0.00559
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	2367	2349

Rivadeneira Oblitas Jenny
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.24: Temperatura del concreto fresco



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemy

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto)

REFERENCIA: NTP 339.184

$f_c=$ 210 kg/cm²

<i>Temperatura del concreto fresco</i>		
Prueba del concreto	Muestra 01	Muestra 02
N° del molde / muestra	1	2
Temperatura determinada	25.4 °C	25.5 °C

Rivendeyra Jhitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.25: Contenido de aire del concreto fresco



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco por el método de presión

REFERENCIA: NTP 339.184

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

<i>Contenido de aire del concreto fresco</i>		
Prueba del concreto	Muestra 01	Muestra 02
N° del molde / muestra	1	2
Contenido de aire teórico (diseño)	2.00%	2.00%
Contenido de aire obtenido en comprobación	2.00%	2.20%

Rivendeneira Obatas Dent
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Documento 1.26: Resistencia a la compresión de probetas patrón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIEN
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

REFERENCIA: NTP 339.034

RESISTENCIAS DE PROBETAS PATRÓN										
Dosificación	Fecha		Edad (días)	Dmt. (Ø)	Área (cm ²)	Cargas Lbs./cm ²	Resistencia kg/cm ²	Porcentaje (%)	Promedio (kg/cm ²)	Promedio (%)
	Vaciado	Rotura								
210 kg/cm ²	05/03/19	12/03/19	7	15.3	184	27017	147	70	149 kg/cm ²	71 %
	05/03/19	12/03/19	7	15.3	184	27779	151	72		
	05/03/19	19/03/19	14	15.3	184	33372	182	86	183 kg/cm ²	87 %
	05/03/19	19/03/19	14	15.3	184	33811	184	88		
	05/03/19	02/04/19	28	15.3	184	42333	230	110	234 kg/cm ²	111 %
	05/03/19	02/04/19	28	15.3	184	43607	237	113		


 RIVERA Obdulia Henrí
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.27: Resistencia a la compresión de especímenes curados bajo la sombra



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay
TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f'c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú
ENSAYO: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
REFERENCIA: NTP 339.034

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (C.S) BAJO LA SOMBRA													
Muestra N°	Código	Condición	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P)	f _c	F'c prom	Porcentaje
1	MNL- 1	SOMBRA	29/04/2019	-	13/05/2019	14 días		30.11	15.06	22976.50	128.90	132.70	61%
2	MNL- 2	SOMBRA	29/04/2019	-	13/05/2019	14 días		30.05	15.02	24198.20	136.50		65%
3	MNL- 3	SOMBRA	29/04/2019	-	20/05/2019	21 días		30.12	15.01	28390.00	160.40	161.15	76%
4	MNL- 4	SOMBRA	29/04/2019	-	20/05/2019	21 días		30.16	15.07	28890.00	161.90		77%
5	MNL- 5	SOMBRA	29/04/2019	-	27/05/2019	28 días		30.02	15.00	37761.60	213.60	214.00	102%
6	MNL- 6	SOMBRA	29/04/2019	-	27/05/2019	28 días		30.10	15.00	37893.60	214.40		102%
Muestra N°	Código	Condición	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P)	f _c	F'c prom	Porcentaje
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SIGUIENTE DÍA (1D)													
7	1DÍA- 1	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	15 días	14 días	30.10	15.05	20010.00	112.40	113.15	54%
8	1DÍA- 2	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	15 días	14 días	30.08	15.02	20181.80	113.90		54%
9	1DÍA- 3	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	21/05/2019	22 días	21 días	30.22	15.02	24198.20	136.50	139.60	65%
10	1DÍA- 4	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	21/05/2019	22 días	21 días	30.19	15.08	25490.00	142.70		68%
11	1DÍA- 5	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	29 días	28 días	30.15	15.02	34540.00	194.90	197.05	93%
12	1DÍA- 6	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	29 días	28 días	30.17	15.04	35399.00	199.20		95%
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL TERCER DÍA (3D)													
13	3DÍA- 1	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	17 días	14 días	30.09	15.05	19030.00	106.90	108.85	51%
14	3DÍA- 2	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	17 días	14 días	30.11	15.01	19610.00	110.80		53%
15	3DÍA- 3	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	23/05/2019	24 días	21 días	30.18	15.05	25150.00	141.30	138.20	67%
16	3DÍA- 4	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	23/05/2019	24 días	21 días	30.15	15.10	24198.20	135.10		64%
17	3DÍA- 5	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	31 días	28 días	30.02	15.03	33180.00	187.00	188.85	89%
18	3DÍA- 6	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	31 días	28 días	30.10	15.01	33760.00	190.70		91%
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SÉTIMO DÍA (7D)													
19	7DÍA- 1	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	21 días	14 días	30.11	15.03	17501.40	98.60	93.90	47%
20	7DÍA- 2	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	21 días	14 días	30.08	15.01	15797.20	89.20		42%
21	7DÍA- 3	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28 días	21 días	30.07	15.04	22976.50	129.30	124.80	62%
22	7DÍA- 4	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28 días	21 días	30.09	15.08	21490.00	120.30		57%
23	7DÍA- 5	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	03/06/2019	35 días	28 días	30.15	15.02	31710.00	178.90	179.30	85%
24	7DÍA- 6	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	3/06/2019	35 días	28 días	30.02	15.05	31970.00	179.70		86%

Maryori Nuñez Alemay
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.28: Resistencia a la compresión de especímenes curados bajo el sol



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay
 TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

REFERENCIA: NTP 339.034

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (C.S) BAJO EL SOL													
Muestra N°	Código	Condición	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P)	f_c	Fc prom	Porcentaje
25	MNL- 1	SOL	29/04/2019	-	13/05/2019	14 días		30.08	15.09	20181.80	112.80	116.40	54%
26	MNL- 2	SOL	29/04/2019	-	13/05/2019	14 días		30.10	15.10	21490.00	120.00		57%
27	MNL- 3	SOL	29/04/2019	-	20/05/2019	21 días		30.13	15.08	25670.00	143.70	148.15	68%
28	MNL- 4	SOL	29/04/2019	-	20/05/2019	21 días		30.15	15.02	27040.00	152.60		73%
29	MNL- 5	SOL	29/04/2019	-	27/05/2019	28 días		30.12	15.07	33872.00	189.80	193.30	90%
30	MNL- 6	SOL	29/04/2019	-	27/05/2019	28 días		30.10	15.01	34839.00	196.80		94%
Muestra N°	Código	Condición	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P)	f_c	Fc prom	Porcentaje
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SIGUIENTE DÍA (1D)													
31	1DÍA- 1	SOL	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	15 días	14 días	30.12	15.08	16855.20	94.30	91.70	45%
32	1DÍA- 2	SOL	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	15 días	14 días	30.11	15.02	15797.20	89.10		42%
33	1DÍA- 3	SOL	29/04/2019	30/04/2019	21/05/2019	22 días	21 días	30.15	15.10	22810.00	127.30	130.55	61%
34	1DÍA- 4	SOL	29/04/2019	30/04/2019	21/05/2019	22 días	21 días	30.18	15.06	23850.00	133.80		64%
35	1DÍA- 5	SOL	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	29 días	28 días	30.11	15.02	31170.00	175.90	174.00	84%
36	1DÍA- 6	SOL	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	29 días	28 días	30.15	15.05	30620.00	172.10		82%
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL TERCER DÍA (3D)													
37	3DÍA- 1	SOL	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	17 días	14 días	30.10	15.11	15184.40	84.60	88.55	40%
38	3DÍA- 2	SOL	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	17 días	14 días	30.09	15.07	16505.20	92.50		44%
39	3DÍA- 3	SOL	29/04/2019	02/05/2019	23/05/2019	24 días	21 días	30.20	15.04	20181.80	113.50	111.55	54%
40	3DÍA- 4	SOL	29/04/2019	02/05/2019	23/05/2019	24 días	21 días	30.19	15.09	19615.00	109.60		52%
41	3DÍA- 5	SOL	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	31 días	28 días	30.22	15.10	29490.00	164.60	162.10	78%
42	3DÍA- 6	SOL	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	31 días	28 días	30.18	15.03	28330.00	159.60		76%
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SÉTIMO DÍA (7D)													
43	7DÍA- 1	SOL	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	21 días	14 días	30.07	15.10	15080.60	84.20	78.40	40%
44	7DÍA- 2	SOL	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	21 días	14 días	30.09	15.13	13069.00	72.60		35%
45	7DÍA- 3	SOL	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28 días	21 días	30.21	15.09	18791.40	105.00	100.90	50%
46	7DÍA- 4	SOL	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28 días	21 días	30.16	15.17	17505.20	96.80		46%
47	7DÍA- 5	SOL	29/04/2019	06/05/2019	03/06/2019	35 días	28 días	30.19	15.02	25480.00	143.80	148.20	68%
48	7DÍA- 6	SOL	29/04/2019	06/05/2019	3/06/2019	35 días	28 días	30.15	15.11	27380.00	152.60		73%

Rivadeneyra Abilias Jeny
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.29: Resistencia a la compresión diametral de especímenes curados bajo la sombra



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica

REFERENCIA: NTP 339.084

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAMETRAL (C.D) BAJO LA SOMBRA													
Muestra N°	Código	Condición	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P)	T	T prom	Porcentaje
1	MNL- 1	SOMBRA	29/04/2019	-	13/05/2019	14 días		30.11	15.06	13200.00	18.53	18.89	9%
2	MNL- 2	SOMBRA	29/04/2019	-	13/05/2019	14 días		30.05	15.02	13650.00	19.25		9%
3	MNL- 3	SOMBRA	29/04/2019	-	20/05/2019	21 días		30.12	15.01	15110.00	21.28	22.25	10%
4	MNL- 4	SOMBRA	29/04/2019	-	20/05/2019	21 días		30.16	15.07	16580.00	23.22		11%
5	MNL- 5	SOMBRA	29/04/2019	-	27/05/2019	28 días		30.02	15.00	17870.00	25.26	24.93	12%
6	MNL- 6	SOMBRA	29/04/2019	-	27/05/2019	28 días		30.10	15.00	17440.00	24.59		12%
Muestra N°	Código	Condición	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P)	f_c	f_c prom	Porcentaje
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SIGUIENTE DÍA (1D)													
7	1DÍA- 1	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	15 días	14 días	30.10	15.05	13380.00	18.80	18.58	9%
8	1DÍA- 2	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	15 días	14 días	30.08	15.02	13030.00	18.36		9%
9	1DÍA- 3	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	21/05/2019	22 días	21 días	30.22	15.02	14280.00	20.03	19.47	10%
10	1DÍA- 4	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	21/05/2019	22 días	21 días	30.19	15.08	13520.00	18.91		9%
11	1DÍA- 5	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	29 días	28 días	30.15	15.02	15810.00	22.23	22.90	11%
12	1DÍA- 6	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	29 días	28 días	30.17	15.04	16800.00	23.57		11%
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL TERCER DÍA (3D)													
13	3DÍA- 1	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	17 días	14 días	30.09	15.05	13080.00	18.39	17.68	9%
14	3DÍA- 2	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	17 días	14 días	30.11	15.01	12050.00	16.97		8%
15	3DÍA- 3	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	23/05/2019	24 días	21 días	30.18	15.05	13030.00	18.26	18.49	9%
16	3DÍA- 4	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	23/05/2019	24 días	21 días	30.15	15.10	13380.00	18.71		9%
17	3DÍA- 5	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	31 días	28 días	30.02	15.03	14760.00	20.83	21.23	10%
18	3DÍA- 6	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	31 días	28 días	30.10	15.01	15360.00	21.64		10%
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SÉTIMO DÍA (7D)													
19	7DÍA- 1	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	21 días	14 días	30.11	15.03	11970.00	16.84	16.48	8%
20	7DÍA- 2	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	21 días	14 días	30.08	15.01	11430.00	16.12		8%
21	7DÍA- 3	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28 días	21 días	30.07	15.04	12050.00	16.96	16.81	8%
22	7DÍA- 4	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28 días	21 días	30.09	15.08	11880.00	16.67		8%
23	7DÍA- 5	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	03/06/2019	35 días	28 días	30.15	15.02	14100.00	19.82	19.75	9%
24	7DÍA- 6	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	3/06/2019	35 días	28 días	30.02	15.05	13960.00	19.67		9%

Maryori Nuñez Alemay
 Maryori Nuñez Alemay
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.30: Resistencia a la compresión diametral de especímenes curados bajo el sol



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica

REFERENCIA: NTP 339.084

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAMETRAL (C.D) BAJO LA SOL													
Muestra N°	Código	Condición	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P)	T	T prom	Porcentaje
25	MNL- 1	SOL	29/04/2019	-	13/05/2019	14 días	-	30.08	15.09	11970.00	16.79	16.85	8%
26	MNL- 2	SOL	29/04/2019	-	13/05/2019	14 días	-	30.10	15.10	12080.00	16.92		8%
27	MNL- 3	SOL	29/04/2019	-	20/05/2019	21 días	-	30.13	15.08	13380.00	18.75	18.22	9%
28	MNL- 4	SOL	29/04/2019	-	20/05/2019	21 días	-	30.15	15.02	12580.00	17.68		8%
29	MNL- 5	SOL	29/04/2019	-	27/05/2019	28 días	-	30.12	15.07	14180.00	19.89	19.69	9%
30	MNL- 6	SOL	29/04/2019	-	27/05/2019	28 días	-	30.10	15.01	13840.00	19.50		9%
Muestra N°	Código	Condición	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P)	f_c	f_c prom	Porcentaje
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SIGUIENTE DÍA (1D)													
31	1DÍA- 1	SOL	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	15 días	14 días	30.12	15.08	11780.00	16.51	16.74	8%
32	1DÍA- 2	SOL	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	15 días	14 días	30.11	15.02	12050.00	16.96		8%
33	1DÍA- 3	SOL	29/04/2019	30/04/2019	21/05/2019	22 días	21 días	30.15	15.10	11970.00	16.74	17.49	8%
34	1DÍA- 4	SOL	29/04/2019	30/04/2019	21/05/2019	22 días	21 días	30.18	15.06	13030.00	18.25		9%
35	1DÍA- 5	SOL	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	29 días	28 días	30.11	15.02	12580.00	17.71	18.11	8%
36	1DÍA- 6	SOL	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	29 días	28 días	30.15	15.05	13200.00	18.52		9%
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL TERCER DÍA (3D)													
37	3DÍA- 1	SOL	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	17 días	14 días	30.10	15.11	11430.00	16.00	15.79	8%
38	3DÍA- 2	SOL	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	17 días	14 días	30.09	15.07	11100.00	15.58		7%
39	3DÍA- 3	SOL	29/04/2019	02/05/2019	23/05/2019	24 días	21 días	30.20	15.04	11620.00	16.29	16.51	8%
40	3DÍA- 4	SOL	29/04/2019	02/05/2019	23/05/2019	24 días	21 días	30.19	15.09	11970.00	16.73		8%
41	3DÍA- 5	SOL	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	31 días	28 días	30.22	15.10	11620.00	16.21	17.25	8%
42	3DÍA- 6	SOL	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	31 días	28 días	30.18	15.03	13030.00	18.29		9%
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SÉTIMO DÍA (7D)													
43	7DÍA- 1	SOL	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	21 días	14 días	30.07	15.10	10760.00	15.09	15.23	7%
44	7DÍA- 2	SOL	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	21 días	14 días	30.09	15.13	11000.00	15.38		7%
45	7DÍA- 3	SOL	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28 días	21 días	30.21	15.09	11430.00	15.96	15.85	8%
46	7DÍA- 4	SOL	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28 días	21 días	30.16	15.17	11310.00	15.74		7%
47	7DÍA- 5	SOL	29/04/2019	06/05/2019	03/06/2019	35 días	28 días	30.19	15.02	11960.00	16.79	16.08	8%
48	7DÍA- 6	SOL	29/04/2019	06/05/2019	30/06/2019	35 días	28 días	30.15	15.11	11000.00	15.37		7%

Rivdeneyra Jblitas Jenu
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.31: Resistencia a la flexión de especímenes curados bajo la sombra



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

REFERENCIA: NTP 339.078

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (F) BAJO LA SOMBRA													
Muestra N°	Código	Condición	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	L. Libre (mm)	Base (mm)	Altura (mm)	Carga (P)	Carga Calc.	Mr (kg/cm ²)
1	MNL-1	SOMBRA	29/04/2019	-	13/05/2019	14 días		183.33	150.00	150.00	2420.00	23732.09	13.15
2	MNL-2	SOMBRA	29/04/2019	-	13/05/2019	14 días		183.33	150.00	150.00	2351.30	23058.38	12.77
3	MNL-3	SOMBRA	29/04/2019	-	20/05/2019	21 días		183.33	150.00	150.00	3317.30	32531.60	18.02
4	MNL-4	SOMBRA	29/04/2019	-	20/05/2019	21 días		183.33	150.00	150.00	3242.00	31793.16	17.61
5	MNL-5	SOMBRA	29/04/2019	-	27/05/2019	28 días		183.33	150.00	150.00	3934.50	38584.26	21.37
6	MNL-6	SOMBRA	29/04/2019	-	27/05/2019	28 días		183.33	150.00	150.00	3842.00	37677.15	20.87
Muestra N°	Código	Condición	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	L. Libre (mm)	Base (mm)	Altura (mm)	Carga (P)	Carga Calc.	Mr (kg/cm ²)
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SIGUIENTE DÍA (1D)													
7	1DÍA-1	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	15 días	14 días	183.33	150.00	150.00	2132.00	20907.78	11.58
8	1DÍA-2	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	15 días	14 días	183.33	150.00	150.00	2228.50	21854.12	12.11
9	1DÍA-3	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	21/05/2019	22 días	21 días	183.33	150.00	150.00	2586.60	25365.88	14.05
10	1DÍA-4	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	21/05/2019	22 días	21 días	183.33	150.00	150.00	2841.00	27860.69	15.43
11	1DÍA-5	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	3010.00	29518.02	16.35
12	1DÍA-6	SOMBRA	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2862.00	28066.63	15.55
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL TERCER DÍA (3D)													
13	3DÍA-1	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	17 días	14 días	183.33	150.00	150.00	2022.00	19829.05	10.98
14	3DÍA-2	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	17 días	14 días	183.33	150.00	150.00	1872.60	18363.93	10.17
15	3DÍA-3	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	23/05/2019	24 días	21 días	183.33	150.00	150.00	2108.20	20674.38	11.45
16	3DÍA-4	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	23/05/2019	24 días	21 días	183.33	150.00	150.00	2242.00	21986.51	12.18
17	3DÍA-5	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	31 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2625.90	25751.28	14.26
18	3DÍA-6	SOMBRA	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	31 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2845.20	27901.88	15.46
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SÉTIMO DÍA (7D)													
19	7DÍA-1	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	21 días	14 días	183.33	150.00	150.00	1783.20	17487.22	9.69
20	7DÍA-2	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	21 días	14 días	183.33	150.00	150.00	1898.00	18613.02	10.31
21	7DÍA-3	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28 días	21 días	183.33	150.00	150.00	2093.60	20531.20	11.37
22	7DÍA-4	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28 días	21 días	183.33	150.00	150.00	2014.20	19752.55	10.94
23	7DÍA-5	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	03/06/2019	35 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2630.50	25796.39	14.29
24	7DÍA-6	SOMBRA	29/04/2019	06/05/2019	3/06/2019	35 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2417.60	23708.56	13.13

Rivadeneyra Obtús Denis
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.32: Resistencia a la flexión de especímenes curados bajo el sol



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemy

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f'_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

REFERENCIA: NTP 339.078

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (F) BAJO EL SOL													
Muestra N°	Código	Condición	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	L. Libre (mm)	Base (mm)	Altura (mm)	Carga (P)	Carga Calc.	Mr (kg/cm ²)
25	MNL- 1	SOL	29/04/2019	-	13/05/2019	14 días		183.33	150.00	150.00	1328.50	13028.13	7.22
26	MNL- 2	SOL	29/04/2019	-	13/05/2019	14 días		183.33	150.00	150.00	1359.50	13332.14	7.38
27	MNL- 3	SOL	29/04/2019	-	20/05/2019	21 días		183.33	150.00	150.00	1825.80	17904.98	9.92
28	MNL- 4	SOL	29/04/2019	-	20/05/2019	21 días		183.33	150.00	150.00	1933.90	18965.08	10.50
29	MNL- 5	SOL	29/04/2019	-	27/05/2019	28 días		183.33	150.00	150.00	2610.10	25596.34	14.18
30	MNL- 6	SOL	29/04/2019	-	27/05/2019	28 días		183.33	150.00	150.00	2231.10	21879.62	12.12
Muestra N°	Código	Condición	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	L. Libre (mm)	Base (mm)	Altura (mm)	Carga (P)	Carga Calc.	Mr (kg/cm ²)
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SIGUIENTE DÍA (1D)													
31	1DÍA- 1	SOL	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	15 días	14 días	183.33	150.00	150.00	1204.80	11815.05	6.54
32	1DÍA- 2	SOL	29/04/2019	30/04/2019	14/05/2019	15 días	14 días	183.33	150.00	150.00	1269.70	12451.50	6.90
33	1DÍA- 3	SOL	29/04/2019	30/04/2019	21/05/2019	22 días	21 días	183.33	150.00	150.00	1712.50	16793.89	9.30
34	1DÍA- 4	SOL	29/04/2019	30/04/2019	21/05/2019	22 días	21 días	183.33	150.00	150.00	1794.40	17597.05	9.75
35	1DÍA- 5	SOL	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2188.90	21465.78	11.89
36	1DÍA- 6	SOL	29/04/2019	30/04/2019	28/05/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2417.60	23708.56	13.13
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL TERCER DÍA (3D)													
37	3DÍA- 1	SOL	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	17 días	14 días	183.33	150.00	150.00	1014.60	9949.83	5.51
38	3DÍA- 2	SOL	29/04/2019	02/05/2019	16/05/2019	17 días	14 días	183.33	150.00	150.00	1166.90	11443.38	6.34
39	3DÍA- 3	SOL	29/04/2019	02/05/2019	23/05/2019	24 días	21 días	183.33	150.00	150.00	1665.30	16331.01	9.05
40	3DÍA- 4	SOL	29/04/2019	02/05/2019	23/05/2019	24 días	21 días	183.33	150.00	150.00	1556.40	15263.07	8.45
41	3DÍA- 5	SOL	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	31 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2149.00	21074.49	11.67
42	3DÍA- 6	SOL	29/04/2019	02/05/2019	30/05/2019	31 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2028.80	19895.73	11.02
PROBETAS CILÍNDRICAS CON EPÓXICO AL SÉTIMO DÍA (7D)													
43	7DÍA- 1	SOL	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	21 días	14 días	183.33	150.00	150.00	990.60	9714.47	5.38
44	7DÍA- 2	SOL	29/04/2019	06/05/2019	20/05/2019	21 días	14 días	183.33	150.00	150.00	1029.30	10093.98	5.59
45	7DÍA- 3	SOL	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28 días	21 días	183.33	150.00	150.00	1429.60	14019.59	7.77
46	7DÍA- 4	SOL	29/04/2019	06/05/2019	27/05/2019	28 días	21 días	183.33	150.00	150.00	1335.40	13095.80	7.25
47	7DÍA- 5	SOL	29/04/2019	06/05/2019	03/06/2019	35 días	28 días	183.33	150.00	150.00	1772.00	17377.38	9.63
48	7DÍA- 6	SOL	29/04/2019	06/05/2019	3/06/2019	35 días	28 días	183.33	150.00	150.00	1921.40	18842.50	11.44

Rivindreyra Oblitas Henry,
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.33: Resistencia a la compresión de especímenes con Chema y Sika



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f_c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

REFERENCIA: NTP 339.034

MUESTRA: Evaluación Económica

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE (C.S)														
Muestra N°	Código	Condición	Aditivo	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P)	f_c	F_c prom	Porcentaje
1	MNL- 1	SOMBRA		23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	30.05	15.11	38030.00	212.00	213.20	101%
2	MNL- 2	SOMBRA		23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	30.08	15.02	37993.60	214.40		102%
3	IDÍA- 1	SOMBRA	Chema Epox	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	30.05	15.11	35310.00	196.90	197.30	94%
4	IDÍA- 2	SOMBRA	Chema Epox	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	30.08	15.02	35045.60	197.70		94%
5	IDÍA- 3	SOMBRA	Sikadur 32	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	30.10	15.04	36819.90	207.20	205.90	99%
6	IDÍA- 4	SOMBRA	Sikadur 32	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	30.03	15.05	36399.00	204.60		97%

Muestra N°	Código	Condición	Aditivo	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Carga (P)	f_c	F_c prom	Porcentaje
1	MNL- 1	SOL		23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	30.05	15.11	34839.00	194.20	194.55	92%
2	MNL- 2	SOL		23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	30.08	15.02	34540.00	194.90		93%
3	IDÍA- 1	SOL	Chema Epox	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	30.05	15.11	31440.00	175.30	172.80	83%
4	IDÍA- 2	SOL	Chema Epox	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	30.08	15.02	30177.00	170.30		81%
5	IDÍA- 3	SOL	Sikadur 32	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	30.10	15.04	32370.00	182.20	182.40	87%
6	IDÍA- 4	SOL	Sikadur 32	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	30.03	15.05	32484.80	182.60		87%

Rivadeneira Jhonatan
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1.34: Resistencia a la flexión de especímenes con Chema y Sika



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú



TESISTA: Maryori Nuñez Alemay

TESIS: "Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión de concreto simple con $f'c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico"

UBICACIÓN: Chiclayo, Lambayeque, Perú

ENSAYO: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

REFERENCIA: NTP 339.078

MUESTRA: Evaluación Económica

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (F)															
Muestra N°	Código	Condición	Aditivo	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	L. Libre (mm)	Base (mm)	Altura (mm)	Carga (P)	Carga Calc.	Mr (kg/cm ²)	Mr prom
1	MNL- 1	SOMBRA	-	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	3795.00	37216.24	20.61	20.75
2	MNL- 2	SOMBRA	-	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	3844.00	37696.76	20.88	
3	IDÍA- 1	SOMBRA	Chema Epox	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2954.20	28970.81	16.05	16.23
4	IDÍA- 2	SOMBRA	Chema Epox	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	3022.00	29635.70	16.42	
5	IDÍA- 3	SOMBRA	Sikadur 32	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	3544.00	34754.77	19.25	18.90
6	IDÍA- 4	SOMBRA	Sikadur 32	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	3415.00	33489.71	18.55	
Muestra N°	Código	Condición	Aditivo	Fecha de vaciado 1	Fecha de vaciado 2	Fecha de ensayo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	L. Libre (mm)	Base (mm)	Altura (mm)	Carga (P)	Carga Calc.	Mr (kg/cm ²)	Mr prom
1	MNL- 1	SOL	-	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2420.00	23732.09	13.15	12.52
2	MNL- 2	SOL	-	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2187.90	21455.97	11.88	
3	IDÍA- 1	SOL	Chema Epox	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2242.00	21986.51	12.18	12.03
4	IDÍA- 2	SOL	Chema Epox	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2188.90	21465.78	11.89	
5	IDÍA- 3	SOL	Sikadur 32	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2893.00	28370.64	15.71	15.33
6	IDÍA- 4	SOL	Sikadur 32	23/10/2019	24/10/2019	22/10/2019	29 días	28 días	183.33	150.00	150.00	2751.30	26981.04	14.95	

[Firma]
 Rudy de la Cruz Obispo
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Materiales USAT, 2019

Documento 1. 35: Análisis Químico de Agregados

FERMATI S.A.C.
Constructora y Servicios Generales

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ENSAYO N° 1862

(Pág. 01 de 01)


Expediente : 551 - 2019 LEM FERMATI S.A.C
 Tesista : Maryori Nuñez Alemay
 Proyecto Tesis : "Evaluación de la Resistencia a Compresión y Flexión de Concreto Simple con $f'c$ 210 kg/cm². Usando Epóxico en Juntas Frías Frente a un Concreto Monolítico"
 Fecha de emisión : Chiclayo, 13 de Marzo del 2019


ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 :2002
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.
 REFERENCIA : NORMA NTP 339.177 :2002
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.
 REFERENCIA : NORMA NTP 339.178 :2003

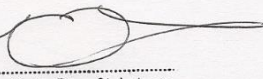
Tipo de Análisis : Analisis Químico



		Piedra	Arena			
Sales Solubles Totales	ppm	70	77			
	%	0.01	0.01			
Cloruros Cl ⁻	ppm	25	36			
	%	0.00	0.00			
Sulfatos SO ₄ ²⁻	ppm	6	5			
	%	0.00	0.00			

Observaciones:
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Gastelo Churruarín
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C.




 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231  fermatissac@gmail.com
 Ca. Francisco Cabrera N° 1277  www.fermatissac.cf

Fuente: FERMATI S.A.C. Constructora y Servicios Generales, 2019

ANEXO II: FOTOGRAFÍAS

Visitas técnicas

Fotografía 2. 1: Cantera “Tres Tomas”- Mesones Muro- Ferreñafe



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 2: Cantera “La Victoria”- Carretera Chongoyape- Pátapo



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 3: Inversiones y servicios Calle, distribuidora aditivo Chema



Fuente: Propia, 2019

Materiales para el concreto

Fotografía 2. 4: Agregados fino y grueso para el concreto



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 5: Cemento Pacasmayo Extraforte



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 6: Aditivo Epóxico Chema Epox Adhesivo 32



Fuente: Propia, 2019

Ensayos de agregados

Fotografía 2. 7: Fotografía representativa en los ensayos granulométricos



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 8: Fotografías representativas del ensayo de contenido de humedad



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 9: Fotografías representativas en los ensayos de pesos volumétricos de los agregados



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 10: Fotografías representativas del ensayo de pesos específico del agregado fino



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 11: Fotografías representativas del ensayo de pesos específico del agregado grueso



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 12: Fotografía representativa de los ensayos químicos de los agregados



Fuente: Propia, 2019

Ensayos del concreto fresco

Fotografía 2. 13: Fotografía representativa de la elaboración de concreto patrón



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 14: Fotografías representativas del ensayo de cono de Abrams



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 15: Fotografía representativa de los pesos unitarios del concreto fresco



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 16: Fotografía representativa del contenido de aire



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 17: Fotografías representativas del ensayo de temperatura



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 18: Fotografía representativa del curado de especímenes de concreto patrón



Fuente: Propia, 2019

Elaboración y curado de probetas de estudio

Fotografía 2. 19: Fotografías representativas de la elaboración de concreto en campo



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 20: Fotografías representativas de la elaboración del concreto nuevo para su aplicación de epóxico



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 21: Fotografía representativa de probetas con epóxico



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 22: Fotografías representativas del curado de especímenes de concreto bajo la sombra



Fuente: Propia, 2019

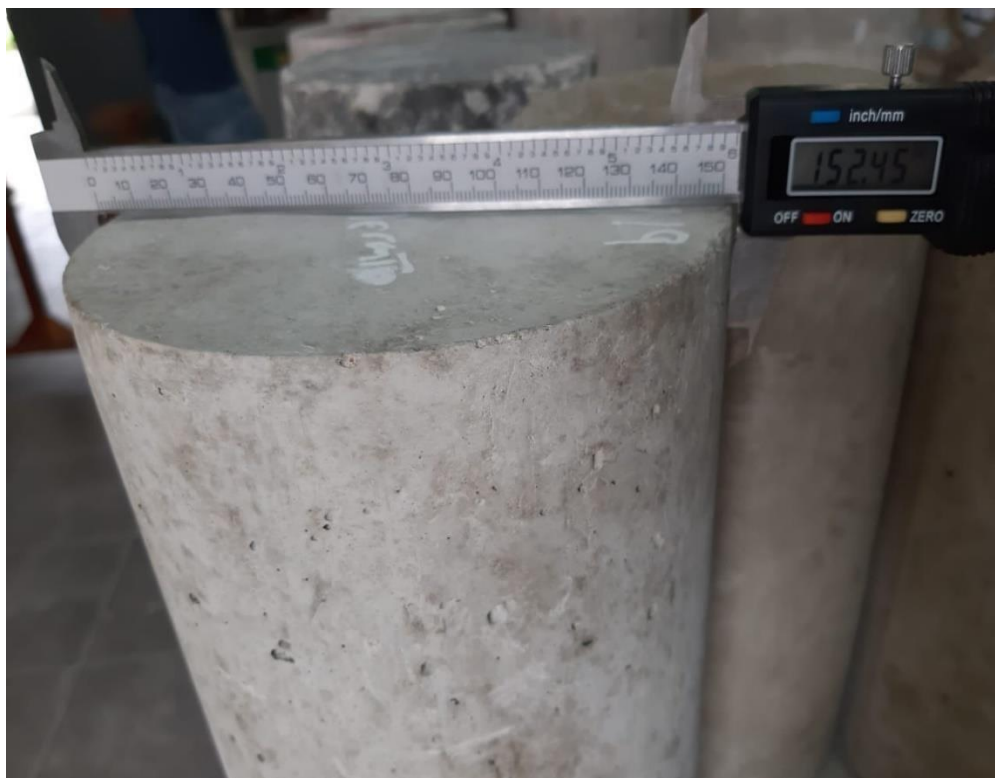
Fotografía 2. 23: Fotografías representativas del curado de especímenes de concreto bajo el sol



Fuente: Propia, 2019

Preparación de especímenes para ensayos

Fotografía 2. 24: Toma de medidas con exactitud de probetas



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 25: Trazar líneas de tercio a las vigas



Fuente: Propia, 2019

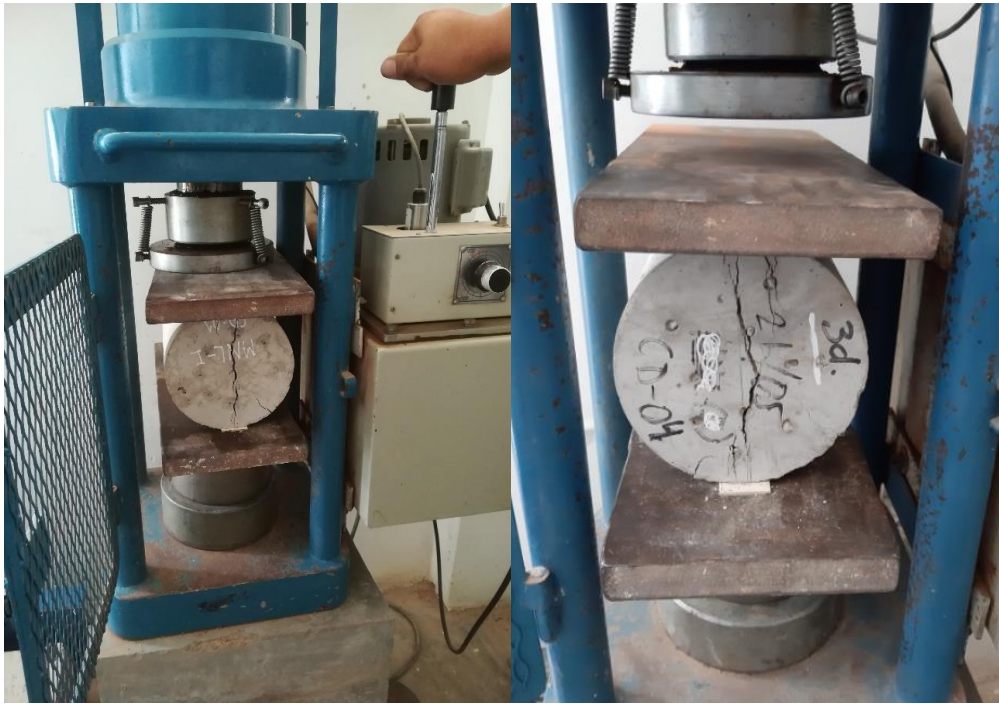
Ensayos de concreto endurecido

Fotografía 2. 26: Fotografías representativas del ensayo a compresión



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 27: Fotografías representativas del ensayo a compresión diametral



Fuente: Propia, 2019

Fotografía 2. 28: Fotografías representativas del ensayo a flexión



Fuente: Propia, 2019

ANEXO III: FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

En esta parte, se detalla las medidas de seguridad en cuanto a los equipos necesarios de protección personal que fueron necesarias hacer uso dentro de laboratorio para el desarrollo de los ensayos para agregados, para el concreto fresco y endurecido y para la aplicación del aditivo epóxico estudiado.

1.1. Elementos de protección personal (EPP)

Los elementos de protección personal (EPP), son elementos diseñados exclusivamente para aislar o proteger alguna parte en específico de nuestro cuerpo en caso de presentar riesgo.

Y podemos encontrar, los siguientes equipos:

- *Protección para la cabeza (casco de seguridad)*

Es uno de los elementos o equipos más prácticos y más utilizado. Es un elemento protector para la cabeza del ser humano, contra el impacto, riesgos químicos, como salpicadura de sustancias, entre otros riesgos.

Está compuesta por una visera, casquete y un arnés.

El tipo de casco usado para laboratorio, es un tipo C, caracterizándose por brindar protección netamente para impactos, lluvia o llamas, y son aquellos elementos que no presenta condición alguna dieléctrica. [40]

Estos fueron usados para el desarrollo de trabajo de campo, para la carga y descarga del material. Se recomendó también hacer uso de este, para ensayos específicos en laboratorio.



Figura 54: Casco de seguridad

Fuente: Google Imágenes

- ***Protección para los pies (botas de seguridad)***

La mayoría de daños a los pies sucede por caída de objetos pesado y peligrosos, impactando directamente. Conseguir estos zapatos o también conocidas como “botas punta acero”, protegerán para todo tipo de riesgo, por su propio material de fabricación, siendo posible de conseguir en tamaños, estilos, formas, adaptándose de forma cómoda para los pies. Este tipo de zapato, es aquel que presente punta protectora, con este elemento de seguridad permite evitar de alguna lesión o daño que pueda estar propenso nuestros pies. [41]

Este equipo se usa donde existe riesgos de objetos que ruedan, caen o vuelcan, muy necesario en la construcción, minería y en general en las diversas áreas existentes, donde se desarrolle labores pesadas o corra riesgo de pinchazos, cortaduras, etc. [40]

Estos equipos de seguridad fueron usados en laboratorio y en campo, puesto que es un elemento esencial para todo ser humano en el sector de la construcción, al tener contacto con diversos objetos pesados o peligrosos, transporte, carga y descarga de los especímenes de concreto (probetas y vigas).



Figura 55: Zapatos de seguridad

Fuente: Google Imágenes

- ***Ropa de protección***

La ropa de trabajo para la protección externa del cuerpo de todo ser humano, que tiene contacto con aceites, grasas, polvo e incluso sustancias corrosivas. Este solo suele tener una ligera protección, mayormente para el polvo, en el caso de estar en contacto con los materiales para la elaboración del concreto. [41]

Para la presente tesis, se hizo uso de este elemento de protección, cuando se realizaba cada ensayo de los agregados en laboratorio.



Figura 56: Guardapolvo (Ropa de trabajo)

Fuente: Google Imágenes

- ***Protección para manos (Guantes)***

Las manos como los brazos, son las partes más susceptibles de nuestro cuerpo a presentar riesgos de lesiones, puesto que son estos quienes se encargan de utilizar equipos y herramientas para llevar a cabo una actividad.

Se determina que el 30% de las lesiones ocasionadas por accidentes de trabajo afectan a brazos y manos de una persona. [40]

Estos guantes, se convirtieron en un elemento de protección esencial para la presente investigación, puesto que es utilizado para evitar riesgos de cortaduras o al tener contacto con petróleo para la habilitación de los moldes para el concreto.



Figura 57: Guantes de protección

Fuente: Google Imágenes

- ***Protección auditiva (Tapones auditivos)***

Este elemento se utiliza para evitar efectos del sonido que pueda afectar el sistema auditivo de una persona. Este protector tipo inserción es llamado “tapón”, puesto que se coloca dentro del canal del oído externo para impedir la entrada al canal del oído externo. [41]

Este elemento de seguridad, se presenta de diferentes formas, materiales e incluso tamaño, de esta manera hace más sencillo el trabajo de seleccionarlo según la característica de la misma persona. [40]

Se hizo uso de este elemento puesto que, durante el trabajo de laboratorio, existen máquinas que originan ruidos muy fuertes, que pueden afectar nuestro sistema auditivo de toda persona presente en el lugar.



Figura 58: Tapón auditivo

Fuente: Google Imágenes

- ***Protección visual (Lentes)***

Este es un elemento de protección para los ojos, existe una gran variedad de calidad y forma de estos mismos, y es usado dependiendo de las condiciones de las actividades que se pueden realizar durante un trabajo. Los peligros existentes para los ojos, pueden tener daños irreversibles, es por ello que es necesario hacer uso de los mismos. [40]

Estos lentes son diseñados para proteger los ojos del trabajador ante riesgos que puedan existir de manera externa, como proyección de partículas, cuerpos sólidos, líquidos que pueden salpicar a estos, protege frontal y lateral contra partículas volantes, ajustándose completamente a la cara. [41]

Para el desarrollo de las actividades necesarias para esta investigación, se hizo uso de este elemento de protección personal, puesto que fue necesario para proteger ojos de partículas, líquidos y/o vapores.



Figura 59: Lentes de seguridad

Fuente: Google Imágenes

▪ ***Protección respiratoria (Mascarilla)***

Los elementos de protección para las vías respiratorias son importantes para todo ser humano, especialmente aquellos que están expuestos directamente a actividades que generen partículas, vapores o gases. [40]

Las mascarillas diseñadas netamente para la protección de agentes externos que puedan afectar a nuestras vías respiratorias, específicamente hice uso de estos, puesto que, en los diversos ensayos o elaboración de concreto, se tiene contacto con materiales como áridos, cemento, entre otros.



Figura 60: Mascarilla de protección

Fuente: Google Imágenes

1.2.Hoja de Seguridad del aditivo epóxico

. Hoja de Seguridad del aditivo epóxico

▪ *Identificación de peligros*

Dentro de los peligros detectados que puede ocasionar la parte A del aditivo epóxico son los siguientes:

- Irrita los ojos y la piel.
- Puede presentar sensibilidad en contacto con la piel.
- Peligroso con el medio ambiente
- Tóxico para los organismos acuáticos, provocando así posibles efectos negativos a largo plazo al medio ambiente. [42]

En el caso de la parte B, del aditivo epóxico, identifica los siguientes peligros:

- Corrosivo
- Peligroso para el medio
- Provoca quemaduras
- Nocivo por inhalación o ingestión de este aditivo.
- Puede provocar un impacto negativo en el medio ambiente acuático.
- Puede presentar sensibilidad en contacto con la piel o inhalación del mismo. [42]

Primeros auxilios

En los primeros auxilios que puede ser necesario tomar en cuenta por el uso del aditivo epóxico, se puede presentar en diversas situaciones, como se detalla a continuación: [42]

- En caso de inhalación, trasladar a la persona afectada a un lugar ventilado y fresco, manteniendo al paciente abrigado y en total reposo.
- En caso de tener contacto con la piel, quitar la ropa de trabajo contaminada y lavar con abundante agua y jabón. En caso de presentar síntomas de irritación, acudir a un médico.
- En caso de tener contacto con los ojos, lavar con abundante agua corriente por 15 a 20 minutos manteniendo abiertos los párpados. Además de acudir con urgencia a un médico, en caso de no ser posible, continuar lavando durante una hora.
- En caso de una ingestión de este aditivo epóxico, no inducir al vómito y pedir atención médica con urgencia.

En un caso, que la persona afecta presente pérdida del conocimiento, dar respiración artificial y solicitar atención médica inmediata. [42]

Manipulación y almacenamiento

Según la Hoja de Seguridad Chema (2016) en la manipulación de la parte A y B del aditivo epóxico, se debe tomar en consideración lo siguiente:

- Almacenar en lugares adecuados y bien ventilados
- Evitar la inhalación de neblina o vapor.
- Evitar el contacto con la piel, ropa de trabajo y ojos.
- Usar equipos de protección personal de manera adecuada.
- Mantener el material lejos de fuentes de ignición y del fuego.
- Después de hacer aplicación del producto, lavarse con abundante agua y jabón.

En cuanto al almacenamiento del producto, se debe mantener sus recipiente completamente cerrados y bien secos, protegerse de las temperaturas muy bajas y ser almacenado en lugares ventilados, frescos y secos. En el caso de la parte B, también debe ser protegido de temperaturas muy elevadas y de rayos solares directos al producto. [42]

▪ *Controles de exposición y protección personal*

La Hoja Técnica Chema Epox Adhesivo 32 indica que se debe hacer uso de guantes, lentes y mascarillas de protección antes de aplicar el producto, además de recomendar hacer uso de ropa de trabajo para evitar el contacto con este aditivo. [43]

Según Chema (2016), las medidas técnicas de protección, son el asegurar la ventilación y renovación del aire en la zona de trabajo, además de no fumar, comer ni beber durante su manipulación, y lavarse las manos con abundante agua y jabón antes y después de la manipulación del producto.

Se considera de total importancia hacer uso de equipos de protección personal, las cuales se detallarán a continuación:

- Protección de las manos: Usar guantes resistentes a los químicos para mayor seguridad por el contenido del producto.



Figura 61: Guantes resistentes a químicos

Fuente: Google Imágenes

- Protección respiratoria: En caso, se realice su aplicación en lugares abiertos, hacer uso de mascarillas. En caso de no existir buena ventilación hacer uso de máscaras de respiración con filtro para gases para evitar inhalar los fuertes vapores del producto.



Figura 62: Mascarilla para ambientes abiertos

Fuente: Google Imágenes

- Protección para los ojos: Se recomienda hacer uso de lentes de seguridad, pero en caso se haga uso del aditivo epóxico por tiempo prolongado, se recomienda utilizar gafas de seguridad más cerradas, protectoras contra productos químicos.



Figura 63: Gafas de seguridad

Fuente: Google Imágenes

- Protección corporal: Hacer uso de ropa de trabajo (antiestática), se recomienda que sea de material impermeable.



Figura 64: Ropa de trabajo impermeable

Fuente: Google Imágenes

ANEXO IV. FICHA AMBIENTAL

Resumen ejecutivo

Este análisis ambiental aplicada al proyecto desarrollo en la presente investigación “Evaluación de la resistencia a flexión y compresión de concreto simple con $f'c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico”, la cual tiene como área de influencia a la ciudad de Chiclayo, por haber sido motivo de interés para el respectivo estudio del aditivo epóxico Chema Epox Adhesivo 32 involucrando de esta manera a este producto.

Este análisis tiene como finalidad describir el análisis del proyecto, desarrollar y establecer la línea de base ambiental para así recomendar las medidas de prevención y mitigación de los efectos negativos que puede generar el empleo de este aditivo epóxico.

Objetivos

Objetivo general

Realizar un análisis ambiental del proyecto “Evaluación de la resistencia a flexión y compresión de concreto simple con $f'c=210$ kg/cm² usando epóxico en juntas frías frente a un concreto monolítico”.

Objetivos específicos

- Determinar el área de influencia ambiental directa e indirecta del proyecto
- Describir las características generales que influencia en el proyecto.
- Determinar las líneas de base ambiental, físicos, biológicos y socioeconómicos
- Identificar los impactos ambientales generados por la actividad evaluada.

Alcance

Esta evaluación de impacto ambiental permitirá brindar dos valiosos aportes, uno de ellos es la información necesaria para las empresas que se encargan de la producción de diversos aditivos epóxicos, buscando de esta manera, prevenir y tomar las medidas más recomendables para reducir los impactos negativos a nuestro medio ambiente que puede generar la elaboración de este producto, y el segundo aporte, es el de brindar a la población que hace el empleo de estos aditivos, las medidas necesarias para su aplicación, sin dejar de lado, la concientización de evitar el empleo de estos mismos, es por ello, que se ya existen diversas metodologías en la gestión de proyectos que puede mejorar la buena planificación en una obra de construcción civil, y de esta manera, evitar imprevistos que obligue el empleo de aditivos epóxicos en la ciudad de Chiclayo.

Marco legal

Constitución Política del Perú

Es considerada una norma legal con mayor trascendencia jurídica que presenta nuestro país, resaltando y tomando esencial los derechos de la persona humana, la calidad de vida, la libertad, el desarrollo social y personal.

En el título III de la Constitución Política del Perú del Régimen Económico y en su Capítulo II del Ambiente y Recursos Naturales sostiene que se consideran como patrimonio de la Nación a todos los recursos renovables y no renovables de nuestro país. [44]

Legislación Ambiental Peruana

La presente Legislación Ambiental Peruana reafirma lo establecido en la Constitución Política del Perú, considerando como esencial a las series de normas existentes que determina que todos los recursos parte importante de nuestra Nación, el suelo, bosques, vegetación, agua y en general todos los recursos renovables y no renovables.

Ley General del Ambiente (Ley N° 28611)

La Ley N° 28611, Ley General del Ambiente aborda temas relacionados totalmente a nuestro medio ambiente, planteando un conjunto de derechos en relación al tema mencionado para garantizar el equilibrio y contribuir en la gestión ambiental y protección a nuestro medio ambiente.

La Ley General del Ambiente tiene como objetivo general, el mejorar la calidad de vida de las personas y promover el desarrollo sostenible en nuestro país. [45]

Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley N° 27446)

La Ley N° 27446, Ley el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental establece que los ministros deben llevar una comunicación clara con el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) las regulaciones necesarias al respecto. [46]

Ley de gestión integral de residuos sólidos (Ley N° 1278)

La presente Ley de gestión integral de residuos sólidos, Ley N° 1278, se manifiesta que el manejo de los residuos sólidos que lleva a cabo toda persona debe ser adecuada en el aspecto sanitario y ambiental, con la finalidad de tomar en consideración los impactos negativos que puede perjudicar nuestro medio ambiente y asegurar la protección de la salud. [47]

Normas Técnicas Peruanas

Las Normas Técnicas Peruanas consideradas en la presente investigación que serán utilizadas para la evaluación de los agregados, del concreto fresco y concreto endurecido, las cuales se detallarán a continuación:

N.T.P. 339.185 AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. [11]

N.T.P. 400.012 AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. [12]

N.T.P. 400.017 AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad “peso unitario” y los vacíos en los agregados. [13]

N.T.P. 400.021 AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. [14]

N.T.P. 400.022 AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. [15]

N.T.P. 339.034 HORMIGON- CONCRETO: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. [16]

N.T.P. 339.035 HORMIGON- CONCRETO: Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. [17]

N.T.P. 339.078 CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. [18]

N.T.P. 339.084 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. [19]

Descripción y análisis del proyecto

Dentro de esta sección, se procede a describir y detallar el análisis realizado del proyecto y su impacto ambiental que genera el desarrollo del mismo.

Datos generales de la evaluación

Equipo multidisciplinario

Tabla 59: Equipo multidisciplinario para la elaboración de la evaluación ambiental

Nombre y Apellidos	Colegiatura	Participación o Responsabilidad	Firma
Juan Ignacio Luna Mera	C.I.P. N°	Asesor	
Maryori Nuñez Alemay	-	Proyectista	

Fuente: Elaboración propia

Entidad autorizada para la elaboración del estudio de impacto ambiental

Tabla 60: Entidad autorizada para la evaluación del impacto ambiental

Razón Social	-
Representante Legal	Maryori Nuñez Alemay
Domicilio	Av. Federico Villarreal N° 406 (Lambayeque- Lambayeque- Lambayeque)
Teléfono	945463211
Correo Electrónico	maryorinalemay@gmail.com

Fuente: Elaboración propia

Ubicación del proyecto

El presente proyecto se encarga de realizar la evaluación del comportamiento de especímenes de concreto con la aplicación de un aditivo epóxico denominado Chema Epox Adhesivo 32 en la ciudad de Chiclayo, de la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.



Figura 65: Mapa del departamento de Lambayeque

Fuente: Google Imágenes



Figura 66: Mapa de la provincia de Chiclayo

Fuente: Google Imágenes

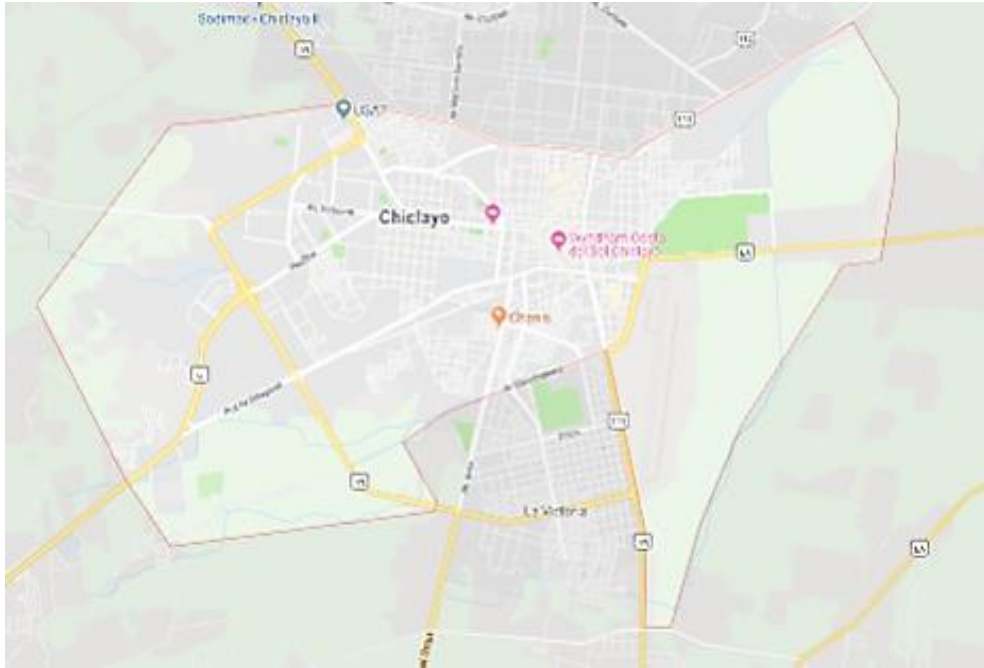


Figura 67: Ciudad de Chiclayo, donde se hace empleo del aditivo

Fuente: Google Maps

Área de influencia del proyecto

La determinación del área de influencia del presente proyecto de investigación tiene como finalidad el determinar los diversos aspectos e impactos que interviene de manera positiva o negativa en un proyecto sea de manera directa o indirecta.

Es importante mencionar que el área de influencia directa está conformada por áreas que pueden experimentar cambios en su medio físico, biológico y socioeconómico, mientras que el área de influencia de manera indirecta, hace referencia al área que se experimentarán los impactos.

Es por ello, que se ha creído conveniente deslindar el área de influencia del presente proyecto tomando en consideración al espacio que es influenciado por la aplicación del aditivo epóxico Chema Epox Adhesivo 32, en los especímenes de concreto elaborados para llevar a cabo la investigación.

Se ha tomado en cuenta considerar 2- 3 metros de radio como mínimo en un área de influencia del Laboratorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Mientras que el área de influencia ambiental indirecta es un ámbito mucho más amplio, y por ello, se han obtenido como referencia los lugares cercanos al Laboratorio de Materiales USAT, abarcando un espacio en general, considerándose así a todas las áreas de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y viviendas cercanas ubicadas en las espaldas de la universidad.

Gráfico 23: Zona de Influencia de Chiclayo



Fuente: Elaboración propia

Línea base ambiental*Línea base físico (Provincia de Chiclayo)**Ubicación*

Figura 68: Provincia de Chiclayo, zona de estudio en el uso del epóxico

Fuente: Google Maps

Accesibilidad

En este caso, el impacto ambiental gira en torno a la fabricación del aditivo epóxico y en torno al empleo de este aditivo en especímenes de concreto, las cuales presentan una accesibilidad cercana del centro de Chiclayo

Siendo la dirección exacta a la fábrica de Chema a Los Arenales Sub Lt. D- Distrito de Pimentel – Chiclayo.

Mientras que la accesibilidad al trabajo de laboratorio y campo, se realizó en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, presentando esta misma una muy buena accesibilidad de aproximadamente 14 minutos de viaje.

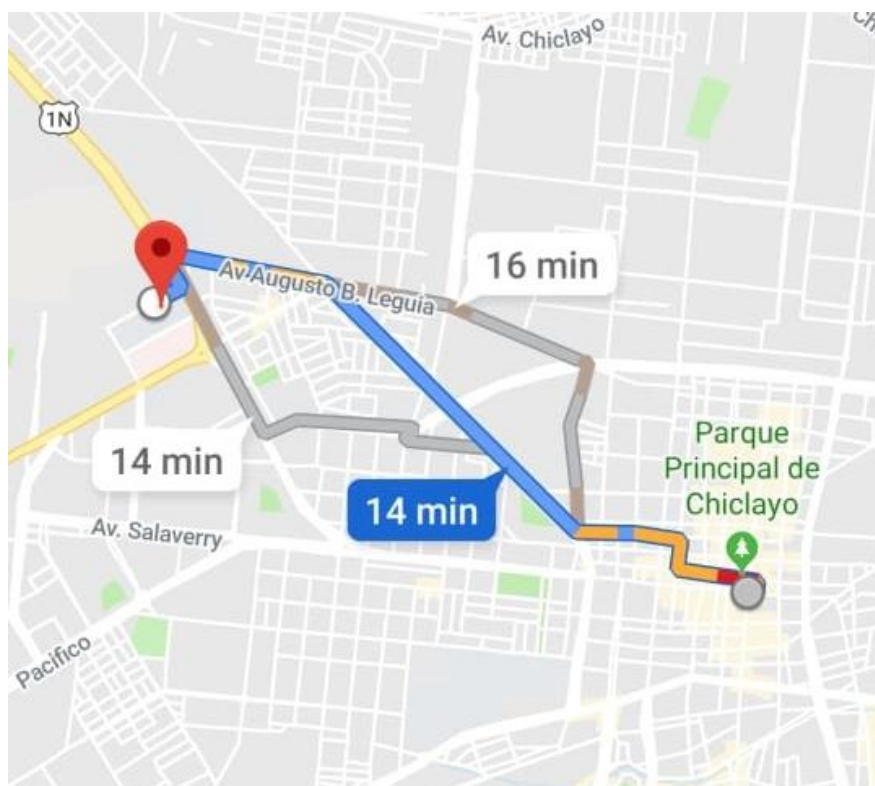


Figura 69: Ciudad de Chiclayo, lugar donde se hizo empleo del aditivo Chema Epox
Adhesivo 32

Fuente: Google Maps

Climatología

Chiclayo como distrito, presenta una estación bien marcada, en verano, con poca presencia de lluvias, en las cuales, la temperatura puede alcanzar los 34° C, mientras que el resto del año,

el clima que presenta es un clima otoñal, con constantes lluvias y temperaturas que oscilan los 17° y 25°C.

La ciudad de Chiclayo, se considera una zona calurosa por ser zona del norte del país, considerándose como el clima “desierto”, no existiendo precipitaciones durante el año, y presentando una temperatura generalmente entre 16 °C a 31 °C, y una precipitación media de 41 mm.

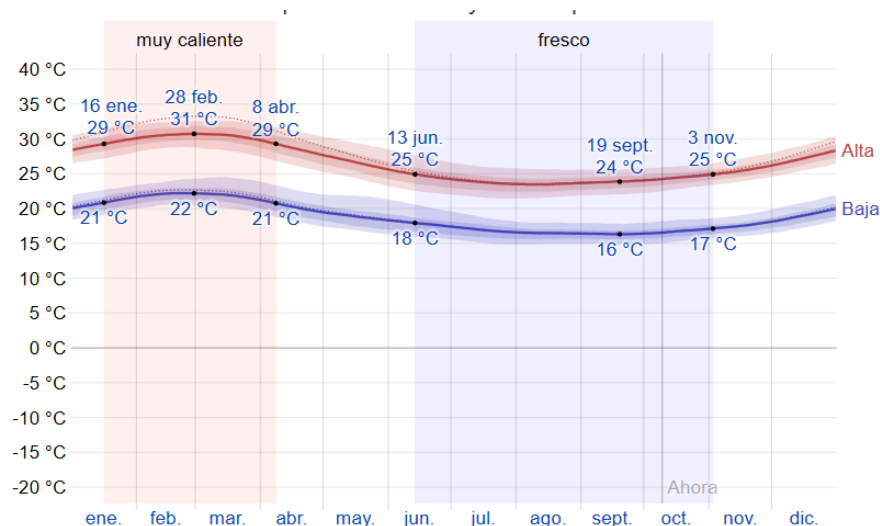


Figura 70: Temperaturas máximas y mínimas en la ciudad de Chiclayo

Fuente: Google Imágenes

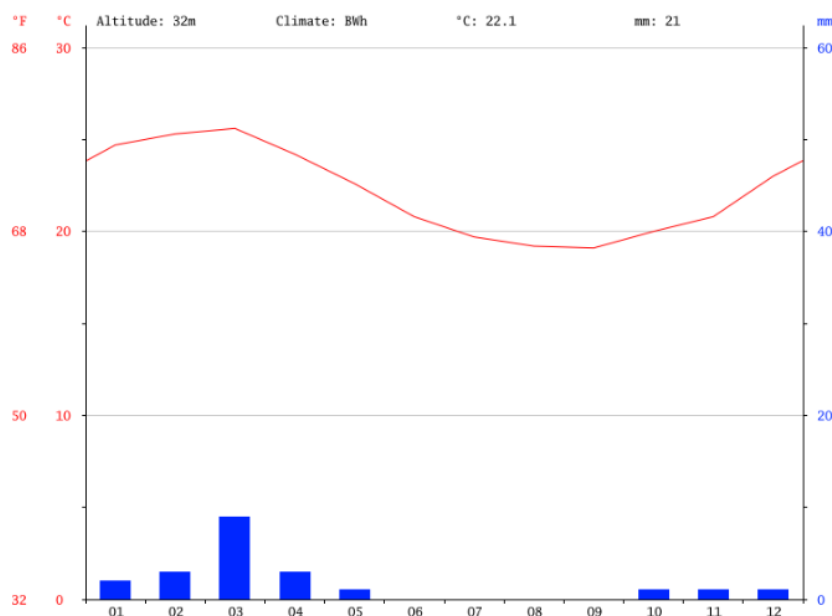


Figura 71: Temperaturas máximas y mínimas en la ciudad de Chiclayo

Fuente: Google Imágenes

El mes más seco es junio, con 0 mm de lluvia. La mayor cantidad de precipitación ocurre en marzo, con un promedio de 9 mm.

Mientras que el mes más cálido del año. La temperatura en marzo promedios 25.6 ° C. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en septiembre, cuando está alrededor de 19.1 ° C.

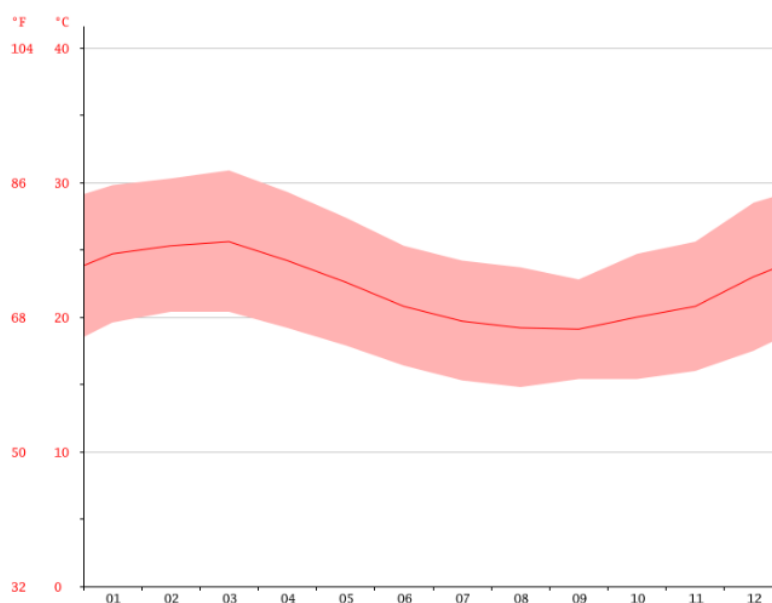


Figura 72: Temperaturas máximas y mínimas en la ciudad de Chiclayo

Fuente: IGP, 2018

En la siguiente tabla, se puede apreciar que existe una diferencia de 9 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos. La variación en las temperaturas durante todo el año es 6.5 ° C.

Tabla 61: Datos históricos del tiempo en la ciudad de Chiclayo

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	24.7	25.3	25.6	24.2	22.6	20.8	19.7	19.2	19.1	20	20.8	23
Temperatura min. (°C)	19.6	20.4	20.4	19.2	17.9	16.4	15.3	14.8	15.4	15.4	16	17.5
Temperatura máx. (°C)	29.8	30.3	30.9	29.3	27.4	25.3	24.2	23.7	22.8	24.7	25.6	28.5
Temperatura media (°F)	76.5	77.5	78.1	75.6	72.7	69.4	67.5	66.6	66.4	68.0	69.4	73.4
Temperatura min. (°F)	67.3	68.7	68.7	66.6	64.2	61.5	59.5	58.6	59.7	59.7	60.8	63.5
Temperatura máx. (°F)	85.6	86.5	87.6	84.7	81.3	77.5	75.6	74.7	73.0	76.5	78.1	83.3
Precipitación (mm)	2	3	9	3	1	0	0	0	0	1	1	1

Fuente: IGP, 2018

Topografía

- **Relieve**

El relieve de Chiclayo se caracteriza por ser poco accidentado, relativamente llano, al ser la zona de estudio o influencia el centro de la ciudad de este distrito, donde se realizará la elaboración de los especímenes de concreto en ambientes ya existentes como en caso de laboratorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, como en campo en lugares con características similares.

- **Extensión territorial**

Chiclayo como distrito, cuenta con una superficie de 50.35 Km², representando así el 1.53% del total del territorio de la provincia de Chiclayo y 0.34% del departamento de Lambayeque.

Suelos

El suelo de Chiclayo tiene características muy particulares, por presentar en sus tierras, una extraordinaria fertilidad.

Las diversas formas existentes de uso que se le da a la tierra están dirigidos y orientados al autoconsumo, bienestar económico y social, destacando la producción de arroz, maíz de choclo, frijol de grano seco, trigo, zarandaja, maíz amiláceo, etc.

Hidrología

Los ríos de la vertiente del Pacífico, a lo largo del año tienen una descarga irregular de sus aguas, son escasas durante el invierno, incrementando así notablemente su caudal en épocas de verano, por presentar abundantes precipitaciones de zona sierra. Ante la presencia del Fenómeno del Niño, los Ríos Zaña, Reque, Chancay, incrementan de manera considerable su caudal, originando así inundaciones y desbordes de grandes cantidades de agua.

Línea base biológica

La línea base biológica es una parte del impacto ambiental que permite evaluar el impacto o efecto que tiene el empleo del aditivo epóxico sobre la flora y fauna existente en la zona de influencia.

Flora

Este ítem relaciona la importancia de la diversidad biológica en cuanto a la flora que presenta el departamento de Lambayeque que puede verse afectado ante efectos o impactos considerables generados por la aplicación de aditivo epóxico en elementos de concreto.

La vegetación de la zona costeña de Lambayeque, es escasa, por presentar considerables extensiones desérticas en el departamento, resaltando la variedad del algarrobo (*Prosopis limensis*), zapote (*Capparis longifolia*), entre otras especies de flora.

Para la presente investigación se ha determinado que la aplicación del aditivo epóxico en la zona de influencia no genera impactos negativos a la flora, por haber sido realizado su aplicación en una zona urbana con un radio mínimo de influencia directa, por ende, se encuentra alejadas a la flora nativa del departamento de Lambayeque.

Fauna

Dentro de la fauna nativa del departamento de Lambayeque, se encuentra como ícono del norte al huerequeque, al gallinazo, ave rapiña de color negro o rojo, además de tener a la tórtola y al chisco como especies nativas de Lambayeque.

En este caso, la investigación no presente influencia directa alguna en la fauna lambayecana, por ser la aplicación del aditivo epóxico, un procedimiento rápido y que no tiene un radio de influencia considerable para determinar impactos negativos a nuestra fauna.

Línea base socioeconómica

Ambiental social

- Demografía

Actualmente, se estima que en el área metropolitana de Chiclayo en el 2019 cuenta con 716,732 habitantes, concentrándose específicamente en el distrito de Chiclayo el 36.9%, con aproximadamente 264,475 habitantes, mientras que el la Victoria representa el 11.2% y en José Leonardo Ortiz un 25.4%.

La Municipalidad Provincial de Chiclayo, determina que el distrito de Chiclayo tiene una población estimada al año 2024, el 33.7% representando 287,18 habitantes. [48]

- Servicios básicos

Este proyecto realiza un análisis ambiental cuenta con un criterio específico de desarrollo urbanístico, liderando como material de la construcción el material noble, siendo usado en

la mayoría de viviendas, las cuales el % cuenta con agua potable y desagua. Además de ser importante mencionar que las calles no son tan polvorientas por presentar veredas y pitas alrededor de la zona.

Ambiente económico

La economía del departamento Lambayeque, específicamente en el distrito de Chiclayo, lideras como actividades esenciales, su agricultura y servicios, las cuales aportan el 96.5% al producto Bruto Interno Regional. [49]

En cuanto a la influencia que presenta la aplicación del aditivo epóxico, puede generar un gran inconveniente económico, en caso éste no realice una buena adhesión de concreto con diferentes edades, ya que generaría de esta manera, un elevado costo al reforzar o tener que demoler ciertos elementos o zonas para garantizar la seguridad en una estructura.

Metodología

El análisis ambiental de la presente investigación se ha desarrollado en solo una etapa, la cual consiste exclusivamente en la aplicación del aditivo, siendo detallado a continuación:

Aplicación del aditivo epóxico Chema Epox Adhesivo 32

En esta única etapa relevante del estudio, consistió en la colocación de este aditivo epóxico sobre la superficie lisa elegida para las probetas y vigas de concreto que fueron evaluadas, las cuales presentaban la finalidad de unir dos concretos de diferentes edades.

Se reconoció y se examinó los posibles cambios ocasionados en nuestro medio ambiente por esta actividad. Por esta razón, se dispuso la recopilación de información, aspectos, causas y recomendaciones para la zona de influencia afectada.


Identificación y evaluación de pasivos ambientales

Un pasivo ambiental es un daño ambiental a elementos ambientales naturales o también reconocido como impacto que no ha sido mitigado. Se considera que este pasivo ambiental también puede afectar a bienes públicos y humanos. [50].

Es importante mencionar, que, para la determinación de los pasivos ambientales más resaltantes, se ha utilizado la matriz de importancia para identificación de las acciones y factores del medio afectado, presentando así una valoración cualitativa. Para ello, se ha creído necesario realizar la identificación y evaluación del pasivo ambiental basándose en las Fichas de

Identificación de Pasivos Ambientales que elabora PROVÍAS, para el análisis de un proyecto de carreteras, adaptando ello a mi investigación.

Tabla 62: Ficha de identificación de pasivo ambiental

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE PASIVO AMBIENTAL N° 01					
1. Localización					
Ciudad de Chiclayo					
2. Breve descripción ambiental					
Para la aplicación de un aditivo epóxico existente en el mercado requiere de tomar medidas de seguridad necesarias para llevar a cabo un correcto procedimiento.					
3. Descripción del pasivo ambiental					
El pasivo ambiental N° 01 es la Aplicación del aditivo epóxico					
					
4. Causa / Origen					
Producción del aditivo epóxico					
5. Tipos de pasivos ambientales					
Deslizamiento y derrumbes		Erosión, sedimentación de cauce		Botaderos laterales indiscriminados	
Contaminación de aguas		Daños ecológicos y paisajísticos	X	Áreas degradadas	
Accesos a poblados interrumpidos		Daños a las fuentes de agua de los poblados		Curva peligrosa	
6. Matriz de importancia (Marcar con X)					
INTENSIDAD	EXTENSIÓN	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	IMPORTANCIA

Baja	X	Local	X	Largo plazo		Fugaz	X	Corto plazo	X	LIGERO 
Media		Regional		Mediano plazo		Temporal		Mediano plazo		
Alta		Extra Regional		Inmediato	X	Permanente		Irreversible		
SINERGIA		ACUMULACIÓN		EFEECTO		PERIODICIDAD		RECUPERABILIDAD		
Sin sinergismo	X	Simple	X	Indirecto	X	Discontinuo	X	Recuperable	X	
Sinérgico		Acumulativo		Directo		Periódico		Mitigable		
Muy sinérgico		-		-		Continuo		Irrecuperable		

7. Categoría ambiental

Ecología		Aspectos estéticos	X
Contaminación Ambiental		Aspectos de interés humano	

8. Croquis de solución



9. Medidas de mitigación y/o correctivas

Si bien es cierto, estos aditivos epóxicos son una opción rápida para la solución de imprevistos en campo, una de las medidas iniciales a tomar, sería la buena planificación para reducir el empleo de estos aditivos. A pesar que estos aditivos, tienen un índice de contaminación mínima, se cree conveniente hacer el empleo de equipos de protección personal y cumplir las indicaciones de su Ficha de Seguridad.

Identificación y evaluación de impactos ambientales

Los impactos ambientales detectados en el presente proyecto se han creído conveniente identificar por cada medio de influencia (medio físico, medio biológico y medio socioeconómico), los cuales, se detallan a continuación:

Medio físico

Aire: Contaminación atmosférica, existiendo impactos de efectos negativos mínimos por la aplicación del aditivo epóxico Chema Epox Adhesivo 32.

Medio biológico

Flora: La aplicación del aditivo epóxico Chema Epox Adhesivo 32 no provoca efectos considerables que afecte a la flora del distrito de Chiclayo. Solo se considera efectos neutros o comunes.

Fauna: Existe efectos neutros, no se toma en consideración efectos negativos que impacte en la fauna lambayecana, por presentar un radio mínimo de influencia en su aplicación de este mismo aditivo.

Medio socioeconómico

El presente proyecto de investigación no genera un impacto negativo socioeconómico considerable en el distrito de Chiclayo, puesto que su aplicación no perjudica a la población, ni a sus servicios básicos ni a su cultura.

Plan de manejo ambiental

El plan de manejo ambiental que se ha considerado en la elaboración de la presente investigación, consiste en un conjunto de medidas que tienen como finalidad el evitar, compensar o mitigar los impactos negativos detectados que genera la actividad principal de estudio, la aplicación del aditivo epóxico.

Programa de prevención de impactos ambientales

Este programa consiste en la evaluación de factor natural que puede haber intervenido o afectado por la aplicación del impacto ambiental.

a) Características físico- químicas

▪ Aire:

Impactos negativos identificados	Actividades a desarrollar para la prevención
Olores fuertes propios del aditivo epóxico	Hacer empleo de equipos de protección personal. Identificar y delimitar el área de trabajo

b) Condiciones biológicas

No se ha encontrado impacto ambiental negativo en la afectación a la flora o fauna natural del distrito de Chiclayo, debido que la actividad evaluada, la aplicación del aditivo, no presenta un área de influencia considerable que permita la afectación de la naturaleza.

c) Condiciones socioeconómicas

En el aspecto social, no se considera beneficio alguno con la aplicación del aditivo epóxico como aporte en alguna condición socioeconómica del área de estudio, ni se ha detectado impactos negativos a ésta.

Además, es importante considerar que la aplicación del aditivo epóxico puede realizarlo cualquier persona, que cumpla con los requisitos que se especifican en su Ficha de Seguridad del material. Por ende, no genera ninguna influencia en el aspecto económico.

El único aspecto económico de esta evaluación que influencia en la aplicación de este material (aditivo) es la reducción de este mismo, si existe una buena planificación en un proyecto de construcción civil.

Equipos de protección personal

Los equipos de protección personal más relevantes que se deben tomar en cuenta para la aplicación del aditivo epóxico son los siguientes:

- Guantes resistentes a químicos
- Mascarilla para ambientes abiertos
- Gafas de seguridad
- Ropa de trabajo impermeable o adecuado para la actividad.

Se puede visualizar con más detalle en VI. *Ficha Técnica de equipos de protección personal (EPP)*, donde se puede detallar descripciones e imágenes de lo necesario para la aplicación del aditivo, además de ello, consideraciones importantes de la Ficha de Seguridad de Chema.

Contenido de plan de manejo ambiental

Este es un programa elaborado con la finalidad de verificar el cumplimiento de las medidas propuestas de mitigación, este programa se le denomina también programa de monitoreo para el control.

Tabla 63: Foco de contaminación, contaminantes y efectos sobre el medio de humanos

HUMANOS		
FOCO DE CONTAMINACIÓN	CONTAMINANTE	EFEECTO SOBRE EL MEDIO
Nivel de accidentes	Inseguridad en el trabajo	Efectos sobre la salud

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64: Factor impactado, indicador, unidad de medida y efecto sobre el medio.

HUMANOS			
FACTOR IMPACTADO	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	EFEECTO SOBRE EL MEDIO
Salud	Personas afectadas VS personas en total	%	Efectos producidos de la aplicación del aditivo sobre la salud

Fuente: Elaboración propia

Plan de compensación

El plan de compensación consiste en un plan directamente con los responsables o medios involucrados específicamente producidos por la actividad evaluada, aplicación del aditivo epóxico.

Medida de conversación:

Es por ello, que se manifiesta que todo lo que establecido en el plan de manejo ambiental debe ser cumplido de manera estricta con la finalidad de lograr evitar impactos negativos mayores y alcanzar los objetivos planteados en el desarrollo de la evaluación.

Conclusiones

El área de influencia determinada en la presente investigación es la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

El proyecto tiene como característica general la actividad específica de esta evaluación, la aplicación del aditivo epóxico, por ser producto de investigación, evaluando sus aspectos técnicos y ambientales que genera su empleo.

Se establecieron las características físicas, biológicas y socioeconómicas con la finalidad de establecer una línea base ambiental general que permita tener a nuestro alcance las características básicas de la ciudad de Chiclayo y desarrollar la matriz de impactos ambientales mediante su importancia.

Los impactos ambientales que genera la aplicación del aditivo epóxico no se considera de gran relevancia, no existiendo contaminación en su condición biológica (flora y fauna), en sus condiciones socioeconómicas no genera impacto alguno, excepto consideraciones excepcionales mencionados en el informe y en el aspecto físico, solo detecta al aire, por los fuertes olores que produce el aditivo epóxico durante su aplicación en el concreto.

Recomendaciones

Implementar y condicionar la zona donde se realizará el trabajo de aplicación del aditivo epóxico, evitando estar en contacto con la naturaleza.

Establecer medidas de seguridad para eliminar los desechos del epóxico, como su depósito y las herramientas utilizadas para su aplicación del aditivo.

Se recomienda tomar medidas necesarias que no afecte a nuestro medio ambiente, evitando hace empleo de estos aditivos epóxicos, no caer en excesos, para ello, es necesario una buena planificación de obra, para evitar imprevisto alguno.

Resultados técnicos obtenidos***Resistencia a la compresión de especímenes de concreto con epóxico***

A continuación, en la tabla 68 se muestran las resistencias a la compresión obtenidas a los 28 días de los especímenes de concreto monolítico (sin epóxico) y especímenes de concreto antiguo de 1 día con epóxico Chema y Sika.

Tabla 65: Resistencias a la compresión de especímenes con epóxico Chema y Sika

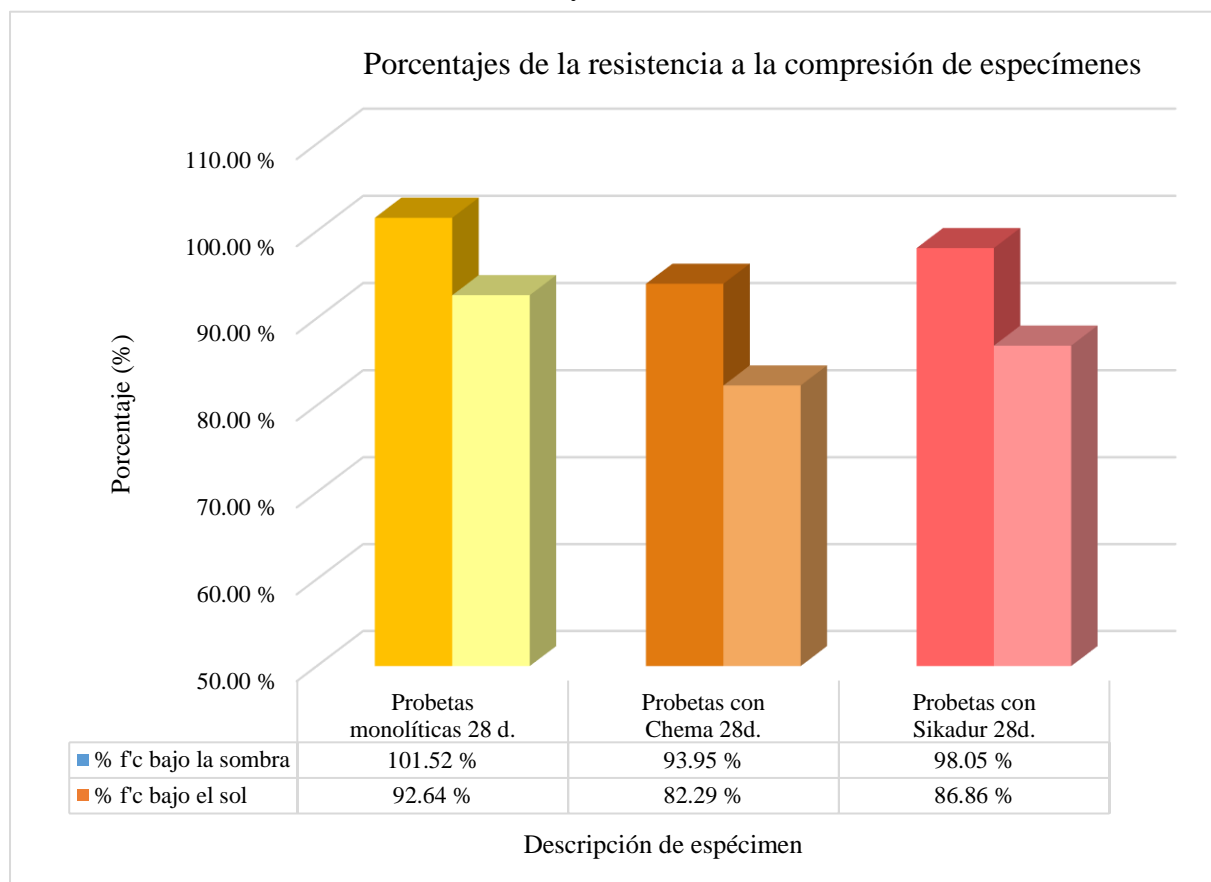
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CURADOS BAJO SOMBRA								
Muestra N°	Código	Condición	Aditivo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	f'c	F'c prom	Porcentaje
1	MNL- 1	SOMBRA		29 días	28 días	212.00	213.20	101%
2	MNL- 2	SOMBRA		29 días	28 días	214.40		102%
3	1DÍA- 1	SOMBRA	Chema Epox	29 días	28 días	196.90	197.30	94%
4	1DÍA- 2	SOMBRA	Chema Epox	29 días	28 días	197.70		94%
5	1DÍA- 3	SOMBRA	Sikadur 32	29 días	28 días	207.20	205.90	99%
6	1DÍA- 4	SOMBRA	Sikadur 32	29 días	28 días	204.60		97%
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CURADOS BAJO SOL								
Muestra N°	Código	Condición	Aditivo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	f'c	F'c prom	Porcentaje
1	MNL- 1	SOL		29 días	28 días	194.20	194.55	92%
2	MNL- 2	SOL		29 días	28 días	194.90		93%
3	1DÍA- 1	SOL	Chema Epox	29 días	28 días	175.30	172.80	83%
4	1DÍA- 2	SOL	Chema Epox	29 días	28 días	170.30		81%
5	1DÍA- 3	SOL	Sikadur 32	29 días	28 días	182.20	182.40	87%
6	1DÍA- 4	SOL	Sikadur 32	29 días	28 días	182.60		87%

Fuente: Elaboración propia

Los especímenes monolíticos curados superficialmente bajo la sombra alcanzaron una resistencia promedio de 213.20 kg/cm², representando así el 101.5% de la resistencia a la compresión específica, mientras que los especímenes curados bajo el sol, lograron una resistencia promedio de 194.55 kg/cm², representando el 92.5% f'c.

En cuanto a las probetas con Chema Epox Adhesivo 32, curadas bajo la sombra y bajo el sol, alcanzaron una resistencia a la compresión promedio de 197.30 kg/cm² y 172.80 kg/cm². Mientras que las probetas con Sikadur 32 lograron una resistencia promedio de 205.90 kg/cm² y 182.40 kg/cm² respectivamente, evidenciando así, que el aditivo Sikadur 32 presentó una diferencia mayor en su resistencia a la compresión en un 8.6 kg/cm² y 9.6 kg/cm² bajo la sombra y bajo el sol en comparación de aquellos especímenes que utilizamos Chema Epox Adhesivo 32.

Gráfico 24: Porcentajes de la resistencia a la compresión de especímenes bajo sol y sombra



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en el gráfico anterior, se puede visualizar el resumen de los porcentajes obtenidos por cada espécimen de concreto evaluado, determinando de esta manera, que las probetas monolíticas presentan un mejor comportamiento a compresión bajo la sombra, mientras que las probetas con epóxico tanto Sika y Chema, no presentan el 100% de la resistencia especificada, pese a ello, entre ambas, presenta un mejor comportamiento mecánico las probetas de concreto antiguo 1 día con Sikadur 32.

Resistencia a la flexión de especímenes de concreto con epóxico

Los especímenes vigas de concreto fueron evaluadas en tres condiciones, sin epóxico denominadas como monolíticas, con epóxico Chema y epóxico Sika, todas las muestras fueron evaluadas con un curado superficial bajo sombra y bajo el sol.

Tabla 66: Resistencias a la flexión de especímenes con epóxico Chema y Sika

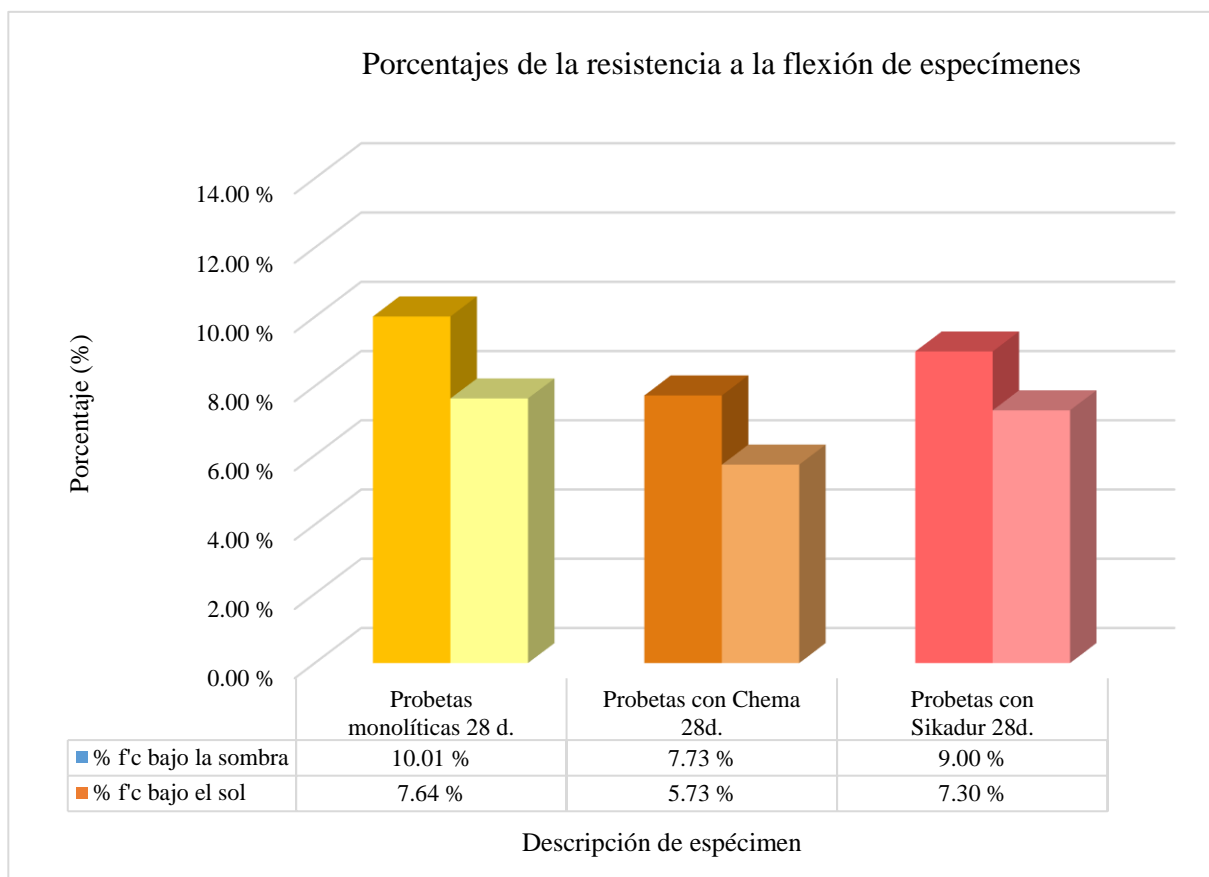
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CURADOS BAJO SOMBRA								
Muestra N°	Código	Condición	Aditivo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	f _c	Mr prom	Porcentaje
1	MNL- 1	SOMBRA		29 días	28 días	21.16	21.02	10.01%
2	MNL- 2	SOMBRA		29 días	28 días	20.88		
3	1DÍA- 1	SOMBRA	Chema Epox	29 días	28 días	16.05	16.23	7.73%
4	1DÍA- 2	SOMBRA	Chema Epox	29 días	28 días	16.42		
5	1DÍA- 3	SOMBRA	Sikadur 32	29 días	28 días	19.25	18.90	9.00%
6	1DÍA- 4	SOMBRA	Sikadur 32	29 días	28 días	18.55		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CURADOS BAJO SOL								
Muestra N°	Código	Condición	Aditivo	Antigüedad CA	Antigüedad CN	f _c	Mr prom	Porcentaje
1	MNL- 1	SOL		29 días	28 días	15.86	16.05	7.64%
2	MNL- 2	SOL		29 días	28 días	16.23		
3	1DÍA- 1	SOL	Chema Epox	29 días	28 días	12.18	12.03	5.73%
4	1DÍA- 2	SOL	Chema Epox	29 días	28 días	11.89		
5	1DÍA- 3	SOL	Sikadur 32	29 días	28 días	15.71	15.33	7.30%
6	1DÍA- 4	SOL	Sikadur 32	29 días	28 días	14.95		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestran las resistencias a la flexión (módulo de rotura) de los especímenes de concreto ensayados a los 28 días, además de sus porcentajes en relación a la resistencia de diseño. Para ello, es esencial considerar que la resistencia a la flexión representa el 10% al 20% f_c, pese a ello, los únicos especímenes que cumplirían ese rango son las vigas monolíticas.

En cuanto a las mejores resistencias a la flexión, las vigas con epóxico Sikadur 32 presenta mayores módulos de rotura representando de esta manera una ventaja técnica frente al aditivo Chema Epox Adhesivo 32. Para una mejor visualización, se ha creído conveniente representar mediante un gráfico de manera detallada.

Gráfico 25: Porcentajes de la resistencia a la flexión de especímenes bajo sol y sombra



Fuente: Elaboración propia

N.T.P. 339.185 (AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para **contenido de humedad total** evaporable de agregados por secado)

N.T.P. 400.012 (AGREGADOS: **Análisis granulométrico** del agregado fino, grueso y global)

N.T.P. 400.017 (AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad “**peso unitario**” y los vacíos en los agregados)

N.T.P. 400.021 (AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para **peso específico y absorción del agregado grueso**)

N.T.P. 400.022 (AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (**peso específico**) y **absorción del agregado fino**)

N.T.P. 339.034 (HORMIGON- CONCRETO: Método de ensayo normalizado para la determinación de la **resistencia a la compresión del concreto**, en muestras cilíndricas)

N.T.P. 339.035 (HORMIGON- CONCRETO: Método de ensayo para la medición del **asentamiento** del concreto de cemento Portland)

N.T.P. 339.078 (CONCRETO. Método de ensayo para determinar la **resistencia a la flexión** del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo)

N.T.P. 339.084 (CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por **compresión diametral** de una probeta cilíndrica)