

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL, HUMEDAD RELATIVA Y VELOCIDAD DEL VIENTO EN EL COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN ARMADO EN ESTADO FRESCO.”

AUTOR: JESSENIA BELÉN NÚÑEZ NÚÑEZ.

TUTOR: ING. MG. MARITZA ELIZABETH UREÑA AGUIRRE.

AMBATO – ECUADOR

2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Maritza Elizabeth Ureña Aguirre, certifico que la presente tesis de grado realizada por la Srta. Jessenia Belén Núñez Núñez, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato; se ha desarrollado bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito realizado bajo el tema **“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL, HUMEDAD RELATIVA Y VELOCIDAD DEL VIENTO EN EL COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN ARMADO EN ESTADO FRESCO.”**

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Junio del 2018

Ing. Mg. Maritza Elizabeth Ureña Aguirre

DOCENTE TUTOR

AUTORÍA DE TRABAJO

Yo, Jessenia Belén Núñez Núñez, CI. 1804989687, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo experimental bajo el tema “INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL, HUMEDAD RELATIVA Y VELOCIDAD DEL VIENTO EN EL COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN ARMADO EN ESTADO FRESCO.”, es de mi completa autoría.

Ambato, Junio del 2018

Egda. Jessenia Belén Núñez Núñez

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo experimental o parte de él, un documento disponible de lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la institución. Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi trabajo experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este trabajo experimental dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Junio del 2018

Egda. Jessenia Belén Núñez Núñez

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL, HUMEDAD RELATIVA Y VELOCIDAD DEL VIENTO EN EL COMPORTAMIENTO DEL HORMIGÓN ARMADO EN ESTADO FRESCO”**, de Jessenia Belén Núñez Núñez, de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman,

ING. MG. CARLOS NAVARRO

ING. MG. GALO NÚÑEZ

DEDICATORIA

A mis padres por estar presentes guiándome cada día en mis estudios desde mi niñez hasta mi madurez.

A mi esposo por ayudarme en todo momento, por estar a mi lado cada instante y tener una familia junto a ti.

A mis hijos porque son la luz que guía mi camino y la fuerza que cada día me levantan para superarme.

A mis hermanos, cuñada y sobrinas quienes siempre han estado ahí ayudándome en todo.

A mi Mamita Lucilita que se fue sin previo aviso al cielo, te voy a extrañar.

Los amo a todos.

Jessenia

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida por darme la sabiduría para estudiar la carrera que tanto amo y poder triunfar como profesional.

Agradezco a mis padres y hermanos por apoyarme a mí y a mi familia en cada instante.

Agradezco a mi esposo al ser mi apoyo a lo largo de toda esta ardua carrera, estando junto a mi cada día.

A mis suegros mi familia política gracias por estar pendiente de mí y ayudarme en lo que más pueden.

Agradezco a mis profesores por transmitir sus conocimientos hacia mi persona y así llegar a ser una excelente Ingeniera Civil.

Agradezco a mi tutora Ing Mg. Maritza Ureña por ser mi amiga y profesora, por guiarme en cada paso para la realización de este trabajo.

A mis amigos Cristina y Darío por compartir grandes experiencias de la vida estudiantil y vivir momentos alegres.

Jessenia

ÍNDICE GENERAL

A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	II
AUTORÍA DE TRABAJO	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
CAPÍTULO I.....	3
ANTECEDENTES.....	3
1.1 TRABAJO EXPERIMENTAL	3
1.2 ANTECEDENTES.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.4.1 Objetivo General:	5
1.4.2 Objetivos Específicos:.....	5
CAPÍTULO II	6
2 FUNDAMENTACIÓN.....	6
2.1 FUNDAMENTACION TEÓRICA	6
2.1.1 Velocidad del viento	6
2.1.2 Temperatura	6
2.1.2.1 Temperatura ambiental.....	6
2.1.3 Humedad Relativa.....	6
2.1.4 Hormigón	7
2.1.4.1 Hormigón simple.....	7
2.1.4.2 Hormigón armado	7

2.1.5	Materiales del hormigón	7
2.1.5.1	Materiales pétreos.....	7
2.1.5.2	Propiedades de los agregados.....	8
2.1.5.3	Cemento.....	9
2.1.5.4	Agua	10
2.1.6	Hormigón en estado fresco.....	10
2.1.6.1	Propiedades del hormigón fresco	10
2.1.6.2	Fisuras en el hormigón fresco.....	11
2.1.7	Hormigón en estado endurecido.....	13
2.1.7.1	Propiedades del hormigón endurecido	13
2.1.8	Tiempos de fraguado.....	14
2.1.8.1	Tiempo de fraguado inicial.....	14
2.1.8.2	Tiempo de fraguado final	14
2.1.9	Influencia de la temperatura sobre el tiempo de fraguado del hormigón...	15
2.1.10	Curado del hormigón.....	15
2.1.10.1	Métodos de curado.....	17
2.2	Hipótesis.....	18
2.3	Señalamiento de las variables de la hipótesis.....	18
2.3.1	Variable independiente.....	18
2.3.2	Variable dependiente.....	18
CAPÍTULO III.....		19
3	METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	19
3.1	Tipo de investigación	19
3.1.1	Investigación aplicada.....	19
3.1.2	Investigación de laboratorio.....	19
3.1.3	Investigación Experimental.....	19
3.2	Población y muestra.	19
3.3	Operacionalización de variables.....	21
3.3.1	Variable independiente.....	21
3.3.2	Variable dependiente.....	22

3.4	Plan de recolección de información	23
3.5	Plan, procesamiento y análisis.....	23
3.5.1	Plan de procesamiento de información	23
CAPÍTULO IV		24
4	ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	24
4.1	Metodología de trabajo.....	24
4.1.1	Ensayos realizados a los agregados.....	24
4.1.1.1	Ensayo N° 1. Análisis Granulométrico	25
4.1.1.2	Ensayo N° 2: Densidad Aparente, Compactada de la Arena y Ripio.....	27
4.1.1.3	Ensayo N°3: Densidad Aparente Suelta de la Arena y Ripio.....	28
4.1.1.4	Ensayo N°4. Densidad real de los agregados.	30
4.1.1.5	Ensayo N°5. Capacidad de absorción de los agregados.	32
4.1.1.6	Ensayo N°6. Densidad del cemento.	34
4.1.2	Dosificación del hormigón según el método de la densidad óptima.....	35
4.1.2.1	Ensayo N° 7. Corrección de humedad.....	37
4.1.3	Elaboración de probetas cilíndricas de hormigón.	39
4.1.4	Instrumentos utilizados.	39
4.2	Análisis de resultados	40
4.2.1	Ensayo a flexión de diferentes horarios.	44
4.3	Verificación de la hipótesis.	61
CAPÍTULO V		62
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1	CONCLUSIONES.....	62
5.2	RECOMENDACIONES	63
6	BIBLIOGRAFÍA	63
7	ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I NÚMERO DE MUESTRAS A ENSAYAR Y FRANJA HORARIA DE HORMIGONADO DE VIGAS.....	20
Tabla II OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE	21
Tabla III OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE.....	22
Tabla IV PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	23
Tabla V ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS	24
Tabla VI GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO.	25
Tabla VII GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO.	26
Tabla VIII DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO.....	27
Tabla IX DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO	28
Tabla X DENSIDAD APARENTE COMPACTADA COMBINADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO.	29
Tabla XI DENSIDAD REAL DEL AGREGADO GRUESO.	30
Tabla XII DENSIDAD REAL DEL AGREGADO FINO.....	31
Tabla XIII CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.....	32
Tabla XIV CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.	33
Tabla XV DENSIDAD REAL DEL CEMENTO.....	34
Tabla XVI DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN.....	35
Tabla XVII DOSIFICACIÓN DE PROBETAS DE HORMIGÓN.....	36
Tabla XVIII CORRECCIÓN DE HUMEDAD.	37
Tabla XIX DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN CON CORRECCIÓN DE HUMEDAD.	38
Tabla XX ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ANEMÓMETRO.....	39
Tabla XXI DATOS TOMADOS EN CAMPO HORARIO DE 7AM – 10 AM.	40
Tabla XXII DATOS TOMADOS EN CAMPO HORARIO DE 8 PM – 11 PM.	41
Tabla XXIII DATOS TOMADOS EN CAMPO HORARIO DE 11 AM – 13 PM.	42
Tabla XXIV DATOS TOMADOS EN CAMPO HORARIO DE LLUVIA.	43

Tabla XXV RESULTADOS DE F Máx, MR Máx Y DESPLAZAMIENTO Máx DE VIGAS HORMIGONADAS EN LA FRANJA HORARIA DE 7 am-10am.	44
Tabla XXVI RESULTADOS DE F Máx, MR Máx Y DESPLAZAMIENTO Máx DE VIGAS HORMIGONADAS EN LA FRANJA HORARIA DE 11 am -13pm	46
Tabla XXVII RESULTADOS DE F Máx, MR Máx Y DESPLAZAMIENTO Máx DE VIGAS HORMIGONADAS EN LA FRANJA HORARIA DE 19pm - 22pm.....	48
Tabla XXVIII RESULTADOS DE F Máx, MR Máx Y DESPLAZAMIENTO Máx DE VIGAS HORMIGONADAS EN LA FRANJA HORARIA DE LLUVIA.	50
Tabla XXIX DATOS OBTENIDOS EN DIFERENTES HORARIOS.....	53
Tabla XXX PORCENTAJE DE DECREMENTO EN DIFERENTES HORARIOS.	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Fisuración por asentamiento en losas vs el diámetro de la barra de acero, el asentamiento del hormigón y el recubrimiento [22].	13
Fig. 2 Influencia de la temperatura ambiental sobre el tiempo de fraguado del concreto [17]	15
Fig. 3 Porcentaje de resistencia del hormigón vs. Número de días de curado.....	16
Fig. 4 Influencia de la profundidad del agua de curado en deterioro y protección del hormigón [18].....	17
Fig. 5 Módulo de rotura VS. Desplazamiento en horario de 7 am – 10 am.....	45
Fig. 6 Módulo de rotura VS. Desplazamiento en horario de 11 am – 13 pm.	47
Fig. 7 Módulo de rotura VS. Desplazamiento en horario de 19 pm – 22 pm	49
Fig. 8 Módulo de rotura VS. Desplazamiento en horario de lluvia	51
Fig. 9 Módulo de rotura VS. Desplazamiento en diferentes horarios.	52
Fig. 10 Humedad Relativa Vs. Temperatura.....	54
Fig. 11 Módulo de rotura Vs. Hora Vs. Temperatura	55
Fig. 12 Módulo de rotura Vs. Hora Vs. Humedad Relativa.....	56
Fig. 13 Módulo de rotura Vs. Hora Vs. Velocidad de Viento	57
Fig. 14 Módulo de rotura Vs. Hora Vs. Asentamiento	58

Fig. 15 Módulo de rotura Vs. Hora Vs. Desplazamiento.....59

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “Influencia de la temperatura ambiental, humedad relativa y velocidad del viento en el comportamiento del hormigón armado en estado fresco”

AUTOR: Jessenia Belén Núñez Núñez.

TUTOR: Ing. Mg. Maritza Elizabeth Ureña Aguirre

El presente trabajo experimental detalla la influencia que tienen diversos factores ambientales como: la temperatura ambiental, la velocidad del viento y la humedad relativa en el proceso de elaboración del hormigón.

Durante el proceso de realización del presente trabajo de investigación se elaboró varios ensayos de laboratorio de materiales como: los áridos finos, áridos gruesos y del cemento, en donde se determinó las características de cada uno de estos y se estableció la dosificación para la resistencia a compresión requerida para la elaboración de la masa de hormigón.

La elaboración de la masa de hormigón se realizó en campo en el Sector de Huachi Grande debido a que se busca simular las construcciones civiles que se realizan in situ, en dicho lugar se tomaron los datos de los diferentes factores ambientales antes mencionados en distintos horarios del día siendo estos de 7am-10am, 11am-13pm, 19pm-22pm y en lluvia, se pudo constatar que existe una variación de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento a lo largo de un día de trabajo.

Posterior a elaborar las probetas prismáticas (vigas) se procede al curado en inmersión de agua por 28 días culminando se ensaya a flexión en la máquina a flexión de los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil.

Finalmente se analiza los datos registrados por la máquina de flexión y se determina los factores externos ambientales que más influyen en el comportamiento del hormigón en estado fresco como la temperatura y la humedad relativa mas no la velocidad del viento, ya que esta última no varía de manera significativa en los diferentes horarios del día en el cual se elaboró las probetas de hormigón.

EXECUTIVE SUMMARY

UBJECT: "Influence of Ambient Temperature, Relative Humidity and Wind Speed in the Behavior of Reinforced Concrete in Fresh State"

AUTHOR: Jessenia Belén Núñez Núñez

TUTOR: Ing. Mg. Maritza Elizabeth Ureña Aguirre

The present experimental work details the influence of various environmental factors such as environmental temperature, wind speed and relative humidity in the process of making the concrete.

During the process of carrying out this research work, several laboratory tests were carried out on materials such as fine aggregates, coarse aggregates and cement, where the characteristics of each of these were determined and the dosage for resistance to compression required for the development of the concrete mass.

The elaboration of the concrete mass was carried out in the field in the Huachi Grande Sector because it is required to simulate the civil constructions that are carried out in situ, in this place the data of the different environmental factors mentioned above in the different hours of the day were taken. being these from 7 am-10am, 11 am-13pm, 19 pm-22pm and in rain, it was found that there is a variation of temperature, relative humidity and wind speed over a whole day of work.

After elaborating the prismatic specimens (beams) the water is cured for 28 days and finally it is tested by bending in the machine of the laboratories of the Technical University of Ambato, Faculty of Civil Engineering.

Finally, the data recorded by the bending machine is analyzed and the external environmental factors that influence the behavior of the concrete in the fresh state are the temperature and relative humidity but not the wind speed, since the latter does not vary from way means in the different times of the day in which the concrete specimens were made.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 TRABAJO EXPERIMENTAL

Influencia de la temperatura ambiental, humedad relativa y velocidad del viento en el comportamiento del hormigón armado en estado fresco.

1.2 ANTECEDENTES

La temperatura ambiental, humedad relativa y velocidad del viento siempre ha sido un factor muy importante al momento de elaborar el hormigón en obra, se han realizado diferentes estudios especialmente en España donde se ha analizado la influencia de estos factores ambientales en la trabajabilidad, resistencia y fisuración en los elementos de hormigón creando cuartos que simulan las temperaturas que se presentan tanto en condiciones de verano como en condiciones de invierno y realizar el hormigonado de diferentes elementos, obteniendo una relación entre los diferentes factores ambientales y los resultados que se presenten al final del curado [1].

El Ecuador es un país que no presenta las cuatro estaciones, pero si es un país con temperatura variable tal es así que se puede presentar una oscilación de temperatura dependiendo la región como Costa, Sierra, Oriente e Insular desde los 11° C hasta 32°C; esto hace que al momento de preparar el hormigón en obra para realizar las diferentes obras civiles se puedan presentar en un solo día varias temperaturas en donde el hormigón puede adoptar diferentes comportamientos tanto en la fase del hormigón fresco como en la fase del hormigón endurecido.

Lo antes mencionado es la base para el planteamiento del proyecto de investigación en la ciudad de Ambato teniendo en cuenta todos los factores ambientales que se dan en esta ciudad y así poder correlacionar los distintos comportamientos del hormigón.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Para la época en que vivimos la temperatura medio ambiental ha mantenido una tasa de incremento sostenido e inusual, por diversos motivos principalmente por los gases de invernadero lo que ha provocado que se dé un increíble aumento de 0.30°C por década desde 1971 hasta el 2020, lo que demuestra una variabilidad no natural para este tipo de cambios [1]; este fenómeno a nivel mundial tiene repercusiones en todos los ámbitos y uno de ellos es en la industria de la construcción puesto que según estudios liderados en España cuando el hormigón está expuesto a temperaturas altas o bajas las características del mismo cambian de una u otra manera tanto en la etapa de amasado, puesta en obra y curado así también en las propiedades físicas y mecánicas [2].

Ecuador está ubicado en la línea equinoccial y atravesado por la cordillera de los Andes, razón por la cual posee cuatro regiones perfectamente identificadas: Región Costa con temperaturas que oscilan entre 22°C y 28°C ; Región Sierra con temperaturas que varían entre 7°C y 21°C ; Región amazónica con una variación de temperatura de 25°C a 38°C y finalmente la región Insular con una variación de temperatura de 12°C a 30°C [3]. Una problemática relacionada a la construcción en países como éste es que su clima puede llegar a ser extremadamente variable, razón por la cual las condiciones climáticas y la hora de día pueden influir significativamente en el proceso de hormigonado y por ende repercutir en la disminución de la resistencia mecánica y la aparición de fisuras por retracción térmica [2][4].

La ciudad de Ambato ubicada en la región sierra tiene una variación de temperatura que fluctúa desde los 11°C a 21.4°C [5], en el año 2015 se presentó anomalías positivas de 0.8°C incrementándose así la temperatura del aire en esta ciudad [6], se considera que la variación de temperatura se da a lo largo del día desde la luminosidad solar, nubosidades, hasta precipitaciones en forma de llovizna, tomando en consideración la variabilidad del

ambiente y temperatura en la ciudad de Ambato, esta investigación pretende determinar en qué medida la resistencia mecánica y la aparición de fisuras se ven afectadas considerando lo antes mencionado [7].

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General:

Analizar la influencia de la temperatura ambiental, humedad relativa y velocidad del viento en el comportamiento del hormigón armado durante el proceso de hormigonado.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Analizar el comportamiento de vigas de hormigón armado al ser elaboradas bajo condiciones de llovizna durante el proceso de fabricación.
- Identificar los principales factores favorables y desfavorables suscitados durante el proceso de hormigonado relacionados a las condiciones climáticas, correlacionando su influencia.
- Correlacionar los distintos comportamientos con las resistencias a flexión alcanzadas (28 días), con el objetivo de establecer las horas y condiciones propicias para el proceso de hormigonado.

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACION TEÓRICA

2.1.1 Velocidad del viento

Se define como la velocidad del aire atmosférico que se mueve horizontalmente sobre la superficie terrestre, esta velocidad tiene un papel muy importante en el clima y a su vez en la temperatura ambiental [8].

La velocidad del viento se puede medir mediante un instrumento llamado anemómetro, que se muestra en la imagen que se presenta a continuación.

2.1.2 Temperatura

Es una magnitud física que mide la cantidad de calor que tiene un cuerpo, objeto o ambiente.

Esta magnitud mide la cantidad de energía térmica que posee cada cuerpo. El instrumento de medición de temperatura es el termómetro [9].

2.1.2.1 Temperatura ambiental.

Se define como la temperatura del aire circundante [10]. La temperatura ambiental es un factor de suma relevancia al momento de hormigonar elementos estructurales en toda obra civil, de ahí se deriva la importancia de conocer este factor ambiental, lo cual se logrará en el desarrollo de la presente investigación.

2.1.3 Humedad Relativa

Se define como la cantidad de vapor de agua existente en el ambiente, también se define como el porcentaje de humedad de saturación con relación a la densidad de vapor de saturación [11].

2.1.4 Hormigón

Hormigón es la mezcla homogénea de materiales pétreos, áridos finos (arena) y áridos gruesos (grava) con aglomerante (cemento) y agua para formar un material con similares características a las de una roca [12] [13].

Se distinguen varios tipos de hormigón cuyas diferencias radican en los materiales que se pueden acoplar en las masas, como es el caso del cemento que dependiendo de este el hormigón puede tomar diferentes cualidades como se detalla de la siguiente manera.

Si el hormigón está compuesto por cemento hidráulico se llamará hormigón hidráulico; si está elaborado con cemento no hidráulico el hormigón será no hidráulico; si el aglutinante es el asfalto que es utilizado para vías en su mayoría el hormigón toma el nombre de hormigón asfáltico y existen polímeros que son utilizados para hormigonar en ese caso el hormigón será polimérico [18].

2.1.4.1 Hormigón simple: hormigón normal sin ningún aditivo y armadura [13].

2.1.4.2 Hormigón armado: se conoce que el comportamiento del hormigón a compresión funciona de manera óptima, no así su comportamiento a tracción que presenta una gran debilidad con un 10% de la resistencia a compresión, esta propiedad puede mejorar con la incorporación de una armadura de acero que ayuda al hormigón a resistir esfuerzos de tracción [8][9].

2.1.5 Materiales del hormigón

2.1.5.1 Materiales pétreos

Agregado fino (Arena)

Árido fino que se utiliza como relleno el cual resulta de la desintegración de rocas o a su vez de la trituración de estas en minas de extracción de áridos [14].

Se considera arena a las partículas de diámetro inferior a 5mm y superior a 1mm, se toma los áridos que son retenidos por el tamiz de 75 μm (No. 200) se recomienda tener una

arena con granulometría variable para que presente un mejor comportamiento al momento de su uso según la norma ASTM C-125 [14].

Agregado grueso (Grava)

Árido grueso con un diámetro superior a 5mm e inferior a 15cm resultante de la desintegración natural de rocas y de igual manera que la arena se lo puede obtener de manera artificial mediante la trituración de rocas en maquinarias, se requiere que tenga una granulometría variable siguiendo de igual manera la norma ASTM C-125, un beneficio de la grava es que este agregado sirve para darle resistencia la masa de hormigón [14].

Los materiales pétreos que se debe utilizar deben cumplir con los requerimientos especificados en la norma mencionada anteriormente , también se recomienda que los agregados gruesos no sean de río o comúnmente llamados “cantos rodados” ya que son no permiten que exista adherencia de estos con los demás elementos que conforman la masa de hormigón; en caso9 de arena o agregado fino se recomienda que sea arena lavada puesto que en ocasiones la arena contiene partículas de arcilla lo que afectaría en el comportamiento del hormigón pudiendo este tomara características plásticas como la arena.

Los materiales pétreos constituyen del 70% al 80% del total de la masa de hormigón y como constituyen una gran parte de su volumen requieren ensayos previos para identificar sus características para poder obtener la resistencia requerida para la obra civil [19].

2.1.5.2 Propiedades de los agregados.

Para dosificar el hormigón se precisa conocer las características físicas de los agregados que se utilizan en la mezcla de hormigón, puesto que de esto dependerá los porcentajes de cada uno de estos componentes, así como el agua y cemento para obtener la resistencia a compresión que se desea obtener.

Estas propiedades se obtienen mediante la elaboración de ensayos de granulometría, densidades y contenidos de humedad de los agregados fino y grueso.

- **Densidad Suelta.**

Relación entre la masa del agregado sobre el volumen que ocupa, según norma INEN 858.

- **Densidad Compactada.**

Relación entre la masa del agregado y el volumen que este ocupa, se hace en tres capas compactando cada capa con 25 golpes, según norma INEN 858.

- **Densidad SSS.**

Densidad aparente superficie seca, es la relación entre la masa del agregado saturado con superficie seca y el volumen de este. Se lo hace después de 24 horas de sumergir totalmente al agregado en agua, secándolo solamente la superficie, según norma INEN 857 (agregado grueso) y norma INEN 856 (agregado fino) [25] [24].

- **Granulometría.**

Determina el porcentaje de distintos tamaños que están presentes en la muestra agregados de finos y gruesos.

2.1.5.3 Cemento

El cemento es el material aglomerante en la mezcla de hormigón, que permite al momento de mezclarse con los áridos gruesos y finos y agua formar una mezcla ideal que tenga similares características a las de una roca [15].

El cemento está hecho a base de calizas, arcillas fundidas a altas temperaturas donde se obtiene un polvo llamado “Clinker” ya este se le adhiere un porcentaje de yeso, que luego de pasar por un proceso industrial es un polvo fino de color grisáceo semejante al color natural de la roca [15].

En nuestra localidad se utiliza el cemento portland llamado así debido a su semejanza con rocas que se encuentran en la comunidad de portland, Inglaterra.

2.1.5.4 Agua

El agua es un compuesto químico formado por dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno, para la elaboración del hormigón se necesita que la misma sea potable; es decir que su composición esté libre de partículas extrañas, esto permite que la mezcla de hormigón tenga la calidad requerida [16].

El agua llega a ser un elemento de gran importancia en la masa de hormigón porque debido a la relación agua cemento se obtiene la resistencia a compresión del hormigón que puede llegar a ser desde 180 kg/cm² hasta los 350 kg/cm² (18 MPa – 35 MPa)

2.1.6 Hormigón en estado fresco.

Se define como el tiempo en que el cemento entra en contacto con el agua hasta cuando ya la mezcla de hormigón empieza a fraguar.

2.1.6.1 Propiedades del hormigón fresco

- **Trabajabilidad**

“La trabajabilidad del concreto se define en ASTM C125 como la propiedad que determina el esfuerzo requerido para manipular una cantidad recién mezclada de hormigón con una pérdida mínima de homogeneidad (uniforme)” [18].

Teniendo en cuenta que manipulación se refiere a colocación, compactación y acabado horas después de hormigonar.

La trabajabilidad está definida por dos aspectos que son la consistencia y la cohesión; para determinar la consistencia se realiza un ensayo del cono de Abrahams y se determina la fluidez de la mezcla con el asentamiento producido, para determinar la cohesión de la

mezcla se realiza el ensayo de Vebe que mide el tiempo necesario para remodelar la mezcla de hormigón [18].

2.1.6.2 Fisuras en el hormigón fresco

Cuando el hormigón se encuentra en estado fresco puede presentarse varias fisuras por diversos factores como los citados a continuación.

- **Fisuras originadas por contracción plástica:**

Fisuras por contracción plástica.

Fisuras formadas una vez vaciada la masa de hormigón en el encofrado, cuando desaparece el brillo del agua de la superficie de la masa de hormigón, este tipo de fisuras aparecen debido a la pérdida de agua antes de empezar el proceso de fraguado, se manifiestan en la superficie del elemento y no tienen un patrón a seguir, pero en ocasiones se puede observar fisuras paralelas entre sí [20] [21].

Las fisuras que se producen por retracción plástica son fisuras no estructurales por lo mismo este tipo de fisuras no son representativas en las patologías del hormigón porque no producen ningún efecto negativo en la resistencia del hormigón [20].

Fisuras como estas son propias de climas cálidos y es ahí donde se presentan con mayor frecuencia teniendo en cuenta que es debido a la velocidad de evaporación que es mayor a la velocidad de exudación del hormigón [21].

Este tipo de fisuras se las puede identificar por su tamaño que van de 20mm a 40mm, se presenta en forma irregular dispersas alrededor del elemento de hormigón, en ocasiones pueden atravesar losas cuando estos son los elementos afectados, una característica fundamental es que aparecen hasta 10 horas después de elaborar el elemento de hormigón, este tipo de fisuras no atraviesan los áridos gruesos sino más bien las rodean para así atravesar el elemento hormigonado [21].

Existen varias acciones que evitan que estas fisuras aparezcan y puede ser:

Correcto curado evitando la pérdida abrupta de agua en la masa elaborada [19] [21].

Empleo de aditivos plastificantes.

Es recomendable hormigonar en temperaturas bajas

Evitar el contacto directo con el viento para evitar la pérdida de agua.

Realizar un buen diseño de hormigón, controlando que no exista demasiado agregado fino en la masa para evitar la exudación del hormigón.

Es recomendable la utilización de cemento con baja finura de molida.

Humedecer el agregado fino y encofrados [21].

Fisuras por precipitación de los agregados o asentamiento plástico

Este tipo de fisuras se forman a medida que el hormigón este en proceso de fraguado, se originan cuando el hormigón no puede entrelazarse con todos los elementos debido a las armaduras de acero presentes en los elementos de hormigón armado, también cuando ya se haya hormigonado previamente o por ultimo por partes de encofrado que sobresalen hacia masa de hormigón, estos tres factores mencionados interfieren en la mezcla de hormigón por lo tanto se producen vacíos y estos a su vez provocan la aparición de fisuras entre estos vacíos originados [22].

Se distingue que a medida que la varilla de acero sea más grande las fisuras tienden a ser más grandes; se produce un asentamiento mayor y esto conlleva a un recubrimiento menor. En la figura 3 se muestra el porcentaje de fisuración por asentamiento en losas vs el diámetro de la barra de acero, el asentamiento del hormigón y el recubrimiento [22].

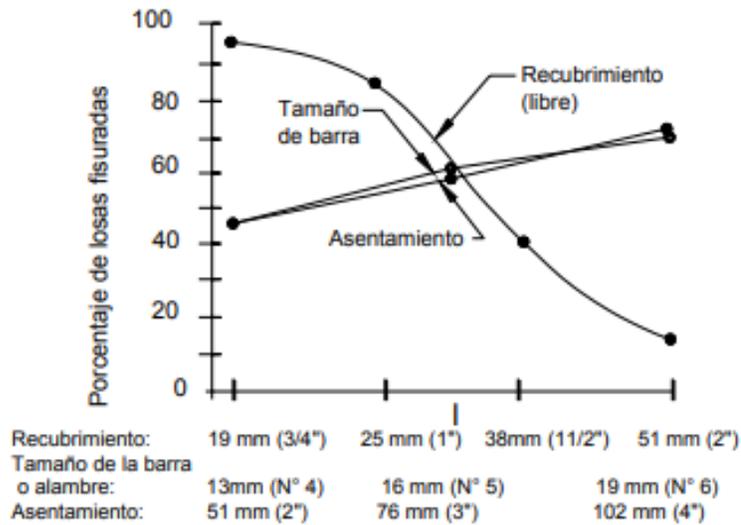


Fig. 1 Fisuración por asentamiento en losas vs el diámetro de la barra de acero, el asentamiento del hormigón y el recubrimiento [22].

La norma ACI 224 recomienda utilizar la mezcla de hormigón con bajo asentamiento y que el elemento de hormigón tenga un mayor recubrimiento para evitar la aparición de este tipo de fisuras.

2.1.7 Hormigón en estado endurecido.

Se define como el tiempo en que el cemento entra en contacto con el agua hasta cuando ya la mezcla de hormigón empieza a fraguar.

2.1.7.1 Propiedades del hormigón endurecido

- **Resistencia a compresión**

La resistencia es la relación de la fuerza axial aplicada sobre una sección de hormigón, la resistencia a compresión en el hormigón tiene importancia en ingeniería civil porque cada

elemento estructural tiene diferente resistencia dependiendo las cargas que soportan, así mismo esta depende de la dosificación que se realice. Comúnmente la resistencia a compresión va de 180 kg/cm^2 a 350 kg/cm^2 .

La resistencia a compresión aumenta con el paso de los días y con ayuda de un correcto curado, es decir la resistencia a los 7 días de fraguado será menor que la de 28 días de curado [23].

- **Resistencia a Tensión**

La resistencia a la flexión representa un 10% de la resistencia a la compresión por ende no se considera importante en el diseño de un elemento estructural.

- **Resistencia a la Flexión**

La resistencia a flexión es importante en elementos cuya relación entre la altura y ancho es significativa, es decir en elementos planos como losas, vigas o pavimentos rígidos, debido a que en estos elementos se controla la deformación y desplazamientos producidos, la resistencia a flexión se toma como un 10% a 20% de la resistencia a compresión [23].

2.1.8 Tiempos de fraguado.

2.1.8.1 Tiempo de fraguado inicial

Es el tiempo que transcurre desde el momento en que el cemento tiene contacto con el agua produciéndose el calor de hidratación hasta después del hormigonado donde el hormigón alcanza una resistencia a la compresión de 35 kg/cm^2 (35 MPa) [17].

2.1.8.2 Tiempo de fraguado final

Es el tiempo que transcurre desde el momento en que el cemento tiene contacto con el agua produciéndose el calor de hidratación hasta después del hormigonado donde el hormigón alcanza una resistencia a la compresión de 280.7 kg/cm^2 (28 MPa) [17].

2.1.9 Influencia de la temperatura sobre el tiempo de fraguado del hormigón

En la siguiente imagen se muestra la temperatura del hormigón fresco con respecto al número de horas luego de la elaboración del hormigón. A medida que el hormigón se encuentre en proceso de fraguado la temperatura de la mezcla baja, pero si el tiempo de fraguado es menor su temperatura es elevada.

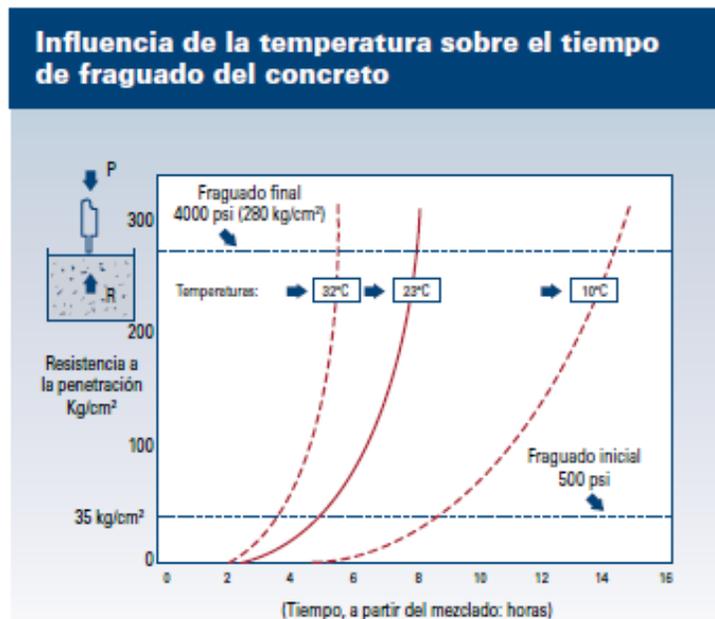


Fig. 2 Influencia de la temperatura ambiental sobre el tiempo de fraguado del concreto [17]

2.1.10 Curado del hormigón

Es el proceso que se realiza después de 24 horas luego de elaborar la masa de hormigón en donde los elementos hormigonados son expuestos al contacto con agua que tiene que cumplir con temperaturas optimas como es 20 °C [18], este proceso sirve para evitar la pérdida de humedad del hormigón obteniendo así una menor retracción hidráulica.

La cantidad de agua por cemento necesaria para hidratarse es mínima el 25%, pero se requiere de un mayor porcentaje para obtener una buena hidratación del cemento.

En relación con la resistencia del hormigón, el tiempo de curado es el papel más importante porque mientras más tiempo de curado tenga el hormigón mayor será la resistencia a compresión, como se observa en la figura siguiente.

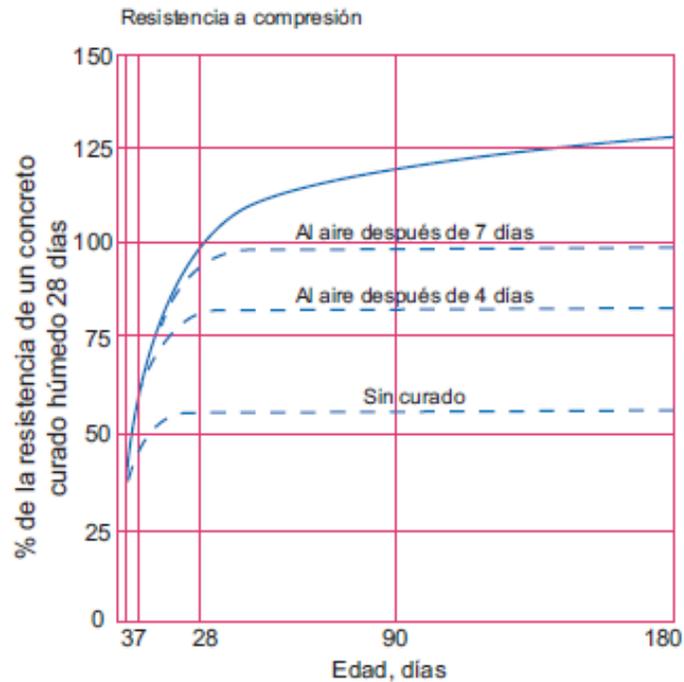


Fig. 3 Porcentaje de resistencia del hormigón vs. Número de días de curado

El curado permite que los espacios de agua del hormigón sean reemplazados por productos de hidratación del cemento, además la profundidad correcta que se debe colocar los especímenes es de 20mm debajo de la superficie de agua evitando que se produzca corrosión y abrasión en el refuerzo (barras de acero) [18].

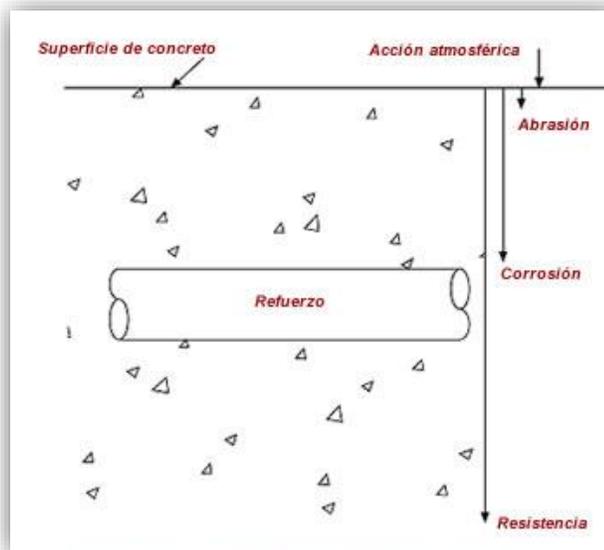


Fig. 4 Influencia de la profundidad del agua de curado en deterioro y protección del hormigón [18]

2.1.10.1 Métodos de curado

- Empozado con agua.
- Rociado con aditivos de curado.
- Cobertura con material impermeable y ligero.

Para el presente trabajo de investigación las muestras de hormigón a realizarse se tomarán la manera de curado de empozado con agua, puesto que es la manera que arroja mejores resultados, es la más tradicional y se tiene a la mano de investigador.

- **Empozado con agua.**

Consiste en sumergir completamente a los elementos de hormigón en agua limpia libre de contaminantes a una temperatura de más o menos 20⁰ C.

- **Rociado con aditivos de curado.**

En la actualidad existen diversos aditivos que se esparcen sobre los elementos de hormigón para su curado.

- **Cobertura con material impermeable y ligero.**

Se realiza el curado mediante la aplicación de películas de plástico o papel impermeable, estos son útiles porque absorben el calor que emana los rayos del sol especialmente en climas cálidos se ocupa este tipo de curado.

2.2 Hipótesis

La temperatura ambiental, humedad relativa y velocidad del viento influye en el comportamiento del hormigón armado en estado fresco.

2.3 Señalamiento de las variables de la hipótesis

2.3.1 Variable independiente

Temperatura ambiental, humedad relativa y velocidad del viento

2.3.2 Variable dependiente

Comportamiento del hormigón armado en estado fresco

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1 Tipo de investigación

3.1.1 Investigación aplicada

Esta investigación es de tipo aplicada porque se realizará la mezcla de hormigón en el sitio de trabajo donde se verificará las características del medio ambiente en donde se hormigonará las vigas a ensayar.

3.1.2 Investigación de laboratorio

Para realizar la dosificación del hormigón se realizará distintos ensayos de los agregados que se ocuparan en la mezcla y obtener la resistencia que se requiere.

3.1.3 Investigación Experimental

La presente investigación es de tipo experimental porque se tomará datos en diferentes condiciones ambientales, a su vez ensayarlas para obtener resultados y comparar las muestras elaboradas.

3.2 Población y muestra.

La población de la presente investigación será de 24 muestras a ensayar, 6 se elaborarán a tempranas horas (6 am-10am), 6 se elaborarán en altas temperaturas (medio día), 6 a bajas temperaturas (9 pm -11pm) y por último 6 muestras se elaborarán bajo condiciones de lluvia.

Tabla I

NÚMERO DE MUESTRAS A ENSAYAR Y FRANJA HORARIA DE HORMIGONADO DE VIGAS.

Ensayos a flexión	Rango de horas a hormigonar			Lluvia	Total, de muestras
	6am-10am	11 am -1 pm	9 pm - 11pm		
	6	6	6	6	24

Fuente: Egda. Jessenia Nuñez

3.3 Operacionalización de variables

3.3.1 Variable independiente

Temperatura ambiental, humedad relativa y velocidad del viento

Tabla II

OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA O DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS Y POBLACIÓN
Temperatura ambiente se define como la temperatura del aire circundante [10]	Temperatura ambiental	Grados centígrados	¿Cuál es la temperatura ambiental óptima para elaborar hormigón fresco?	Fichas de escala, termómetro
La velocidad del viento es la velocidad del aire atmosférico que se mueve horizontalmente sobre la superficie terrestre, esta velocidad tiene un papel muy importante en el clima y a su vez en la temperatura ambiental. [8]	Velocidad del viento	metros / segundo	¿Cómo influye la velocidad del viento en la trabajabilidad de la masa de hormigón?	Fichas de escala, anemómetro
Humedad relativa se define como la cantidad de vapor de agua existente en el ambiente, también se define como el porcentaje de humedad de saturación con relación a la densidad de vapor de saturación. [11]	Humedad relativa	Porcentaje	¿Qué porcentaje de humedad es recomendable para que se efectúe la masa de hormigón?	Fichas de escala, higrómetro

Fuente: Egda. Jessenia Nuñez

3.3.2 Variable dependiente

Comportamiento del hormigón en estado fresco.

Tabla III

OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍA O DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS Y POBLACIÓN
<p>Hormigón es la mezcla homogénea de materiales pétreos, áridos finos (arena) y áridos gruesos (grava) con aglomerante (cemento) y agua para formar un material con similares características a las de una roca [12] [13].</p> <p>Hormigón fresco se define como el tiempo en que el cemento entra en contacto con el agua hasta cuando ya la mezcla de hormigón empiece a fraguar.</p>	Trabajabilidad	Asentamiento	¿Cuál es el asentamiento generado en la mezcla de hormigón con una dosificación de 240 kg/cm ² ?	Fichas de escala, observación.
<p>Trabajabilidad es una propiedad del hormigón endurecido que “La trabajabilidad del concreto se define en ASTM C125 como la propiedad que determina el esfuerzo requerido manipular una cantidad recién mezclada de hormigón con una pérdida mínima de homogeneidad (uniforme).” [18]</p>	Fisuras por Contracción plástica	Longitud	¿Cuál es la longitud de las fisuras y posterior a que lapso de tiempo ocurren las fisuras?	Listas de chequeo, observación.

Fuente: Egda. Jessenia Nuñez

3.4 Plan de recolección de información

Tabla IV

PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Preguntas básicas	Explicación
1.- ¿Para qué?	Correlacionar datos y obtener las mejores condiciones atmosféricas para hormigonar elementos
2.- ¿De qué personas u objetos?	Vigas de hormigón armado según norma
3.- ¿Sobre qué aspectos?	Trabajabilidad Fisuras de contracción plástica Resistencia a flexión
4.- ¿Quién?	Egda. Jessenia Núñez
5.- ¿Dónde?	Laboratorios de Ingeniería Civil Universidad Técnica de Ambato
6.- ¿Cómo?	Cumpliendo normas INEN realizando ensayos de laboratorio.

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

3.5 Plan, procesamiento y análisis.

- Revisión analítica, metódica de la información presentada.
- Recolección y tabulación de datos obtenidos.
- Resultados presentados en gráficos estadísticos.

3.5.1 Plan de procesamiento de información

- Analizar e interpretar los resultados obtenidos referenciándolos en los objetivos de la hipótesis.
- Verificación de la hipótesis, redacción de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.1 Metodología de trabajo

Para la presente investigación se realizará un estudio completo de las características de los agregados que se utilizarán en la mezcla de hormigón para la elaboración de las probetas rectangulares (vigas) que serán ensayadas posteriormente a flexión bajo la norma NTE INEN 2554 [26].

Previo al ensayo a flexión se tomará cada una de las propiedades de los componentes de los elementos ensayados para obtener la dosificación exacta y alcanzar una resistencia a compresión de 240kg/cm^2 (24MPa), para el ensayo a compresión se elaborará tres probetas cilíndricas con la dosificación obtenida y se verificará la resistencia de estas muestras para asegurar la dosificación de la resistencia de 24 MPa. La elaboración de las probetas de hormigón se realizará bajo la norma ASTM C31.

4.1.1 Ensayos realizados a los agregados.

Tabla V

ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS

ENSAYOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Granulometría	X	X
Densidad Aparente	X	X
Densidad Real	X	X
Capacidad de absorción	X	X

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

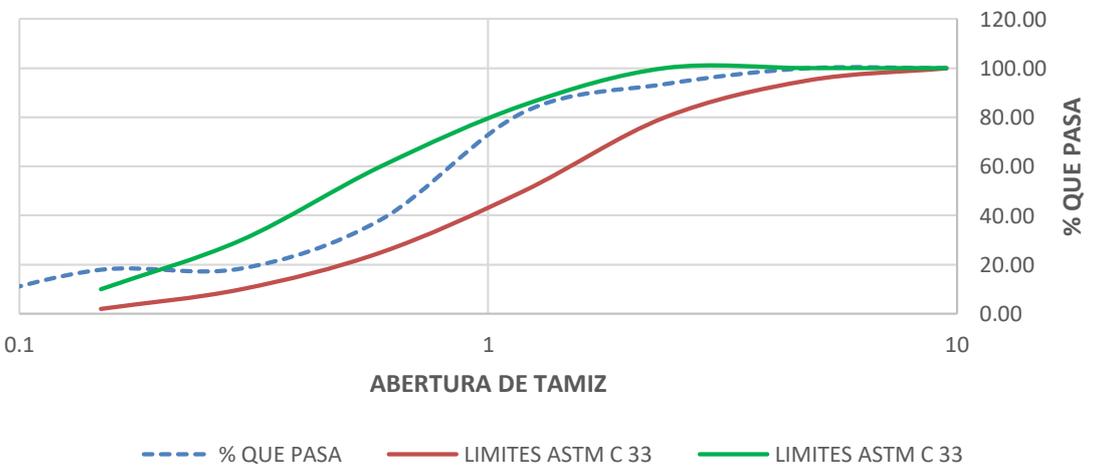
4.1.1.1 Ensayo N° 1. Análisis Granulométrico

El presente ensayo está realizado bajo la norma NTE INEN 696 [27], en donde la muestra de agregado fino es colocada en varios tamices de mayor a menor, se determina el porcentaje que pasa por cada tamiz. Si cumple con la norma antes mencionada es preciso ocupar los agregados en la mezcla de hormigón.

Tabla VI

GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO						
ORIGEN:		NTE INEN 858:2010				
ENSAYADO POR:		JESSENIA BELEN NUÑEZ NUÑEZ				
PESO MUESTRA:		497,1 gr.	FECHA:		02/03/2018	
PÉRDIDA MUESTRA:		20,22				
NORMA:		NTE INEN 696:2011				
Tamiz	Abertura en mm	Retenido	Retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa	Limites ASTM % que pasa
3/8"	9,5	0,00	0,00	0,00	100,00	100
#4	4,79	0,00	0,00	0,00	100,00	95--100
#8	2,38	32,10	32,10	6,46	93,54	80--100
#16	1,19	56,90	89,00	17,90	82,10	50--85
#30	0,59	217,80	306,80	61,72	38,28	25--60
#50	0,297	99,00	405,80	81,63	18,37	10--30
#100	0,149	2,40	408,20	82,12	17,88	2--10
#200	0,075	63,20	471,40	94,83	5,17	
FUENTE		25,70	497,10	100,00	0,00	
MÓDULO DE FINURA		2,50				

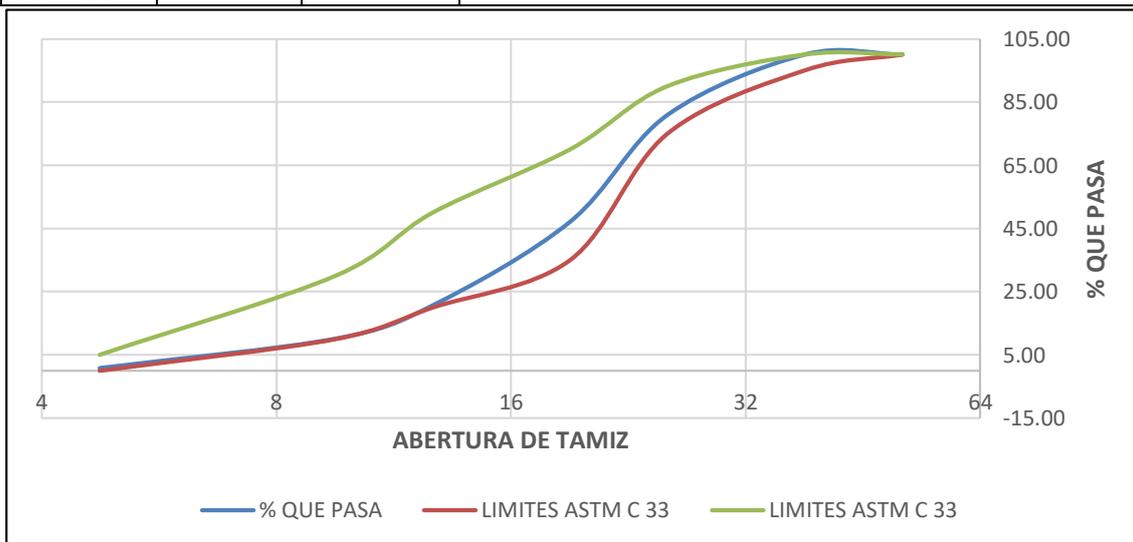


Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Tabla VII

GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO.

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO</p> 						
ORIGEN:			IZAMBA			
ENSAYADO POR:			JESSENIA BELEN NUÑEZ NUÑEZ			
PESO MUESTRA:			497,1 gr.	FECHA:	3/02/2018	
PÉRDIDA MUESTRA:			20.22			
NORMA:			NTE INEN 696:2011			
Tamiz	Abertura en mm	Retenido	Retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% Que pasa	Limites ASTM % que pasa
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1-1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	95--100
1"	25.4	1092.60	1092.60	19.09	80.91	-
3/4"	19.05	1933.60	3026.20	52.87	47.13	35 - 70
1/2"	12.7	1512.70	4538.90	79.30	20.70	-
3/8"	9.53	602.70	5141.60	89.83	10.17	10--30
#4	4.75	532.80	5674.40	99.14	0.86	0 - 5
FUENTE		49.00	5723.40	100.00	0.00	-
MÓDULO DE FINURA			3/4"			



Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Interpretación: Una vez obtenidos los datos de granulometría se establece la factibilidad de estos agregados para usarlos en la mezcla de hormigón, según las curvas mostradas en las gráficas de las tablas VI y VII, la curva granulométrica de los áridos fino y grueso están dentro de los límites que establece la norma ASTM C 33, por lo tanto, serán los que se ocuparán en las muestras a ensayar.

4.1.1.2 Ensayo N° 2: Densidad Aparente, Compactada de la Arena y Ripio.

El ensayo de densidad compactada de los áridos fino y grueso se realiza bajo la norma NTE INEN 858 [28], los áridos se colocan dentro de un molde metálico y se compacta en 3 capas con una varilla de punta redonda metálica dando 25 golpes en forma circular, este procedimiento se efectúa dos veces en cada uno de los ensayos para obtener resultados más confiables.

Tabla VIII

DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INEGNIERÍA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO				
ORIGEN:	IZAMBA			
MASA RECIPIENTE:	9,8 kg			
ENSAYADO POR:	JESSENIA BELEN NUÑEZ	FECHA:	2/3/2018	
VOLUMEN RECIPIENTE (dm³):	20,96			
NORMA:	NTE INEN 858:2010			
Agregado	Agregado + Recipiente (kg)	Agregado (kg)	Peso Unitario (kg/dm³)	Peso Unitario Promedio (kg/dm³)
GRUESO	42,00	32,20	1,54	1,54
	42,20	32,40	1,55	
FINO	46,00	36,20	1,73	1,73
	46,00	36,20	1,73	

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Interpretación: Los datos obtenidos en la tabla VIII muestran valores de las densidades aparentes compactadas del agregado fino y grueso, con una densidad del agregado grueso de 1.54 kg/dm³ y una densidad del agregado fino de 1.73 kg/dm³.

4.1.1.3 Ensayo N°3: Densidad Aparente Suelta de la Arena y Ripio

Este ensayo se realiza bajo la norma NTE INEN 858[28], el procedimiento para realizar este ensayo es llenar con cada agregado un molde metálico que pesa más o menos 10kg, una vez lleno de ripio o arena se enraza con una varilla metálica de punta redonda y se procede a pesar el recipiente más el agregado.

Tabla IX

DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DENSIDAD APARENTE SUELTA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO 				
ORIGEN:	IZAMBA			
MASA RECIPIENTE:	9,80 kg			
ENSAYADO POR:	JESSENIA BELEN NUÑEZ	FECHA:	02/03/2018	
VOLUMEN RECIPIENTE (dm³):	20,960			
NORMA:	NTE INEN 858:2010			
Agregado	Agregado + Recipiente (kg)	Agregado (kg)	Peso Unitario (kg/dm³)	Peso Unitario Promedio (kg/dm³)
GRUESO	40,20	30,40	1,45	1,43
	39,40	29,60	1,41	
FINO	42,90	33,10	1,58	1,57
	42,50	32,70	1,56	

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

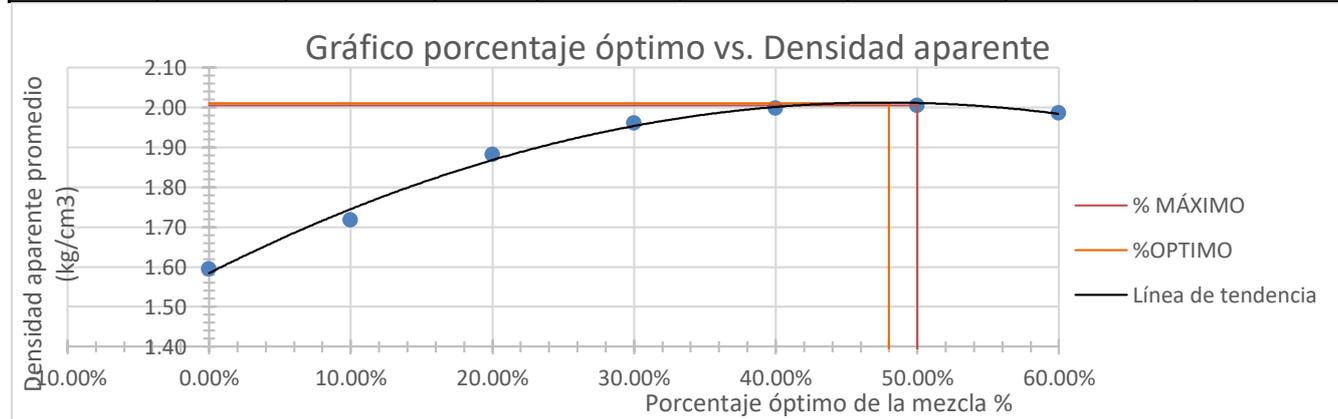
Interpretación: Los datos obtenidos en la tabla IX muestran valores de las densidades aparentes sueltas del agregado fino y grueso, con una densidad del agregado grueso de 1.43 kg/dm³ y una densidad del agregado fino de 1.57 kg/dm³.

Para valores de densidad aparente tanto fino y gruesa la que tiene mayor valor son las densidades aparentes compactadas en cada agregado.

Tabla X

DENSIDAD APARENTE COMPACTADA COMBINADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA			CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
ORIGEN:		IZAMBA						
MASA RECIPIENTE (Kg):		10						
ENSAYADO POR:		JESSENIA BELEN NUÑEZ			FECHA:		05/03/2018	
VOLUMEN RECIPIENTE:		20.22 (dm ³)						
NORMA:		NTE INEN 858:2010						
% Mezcla		Cantidad (kg)		Fino añadido (kg)	Agregado + Recipiente (kg)	Agregado (kg)	Peso unitario mezcla (kg/dm ³)	Peso unitario promedio gr/cm ³
GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	FINO	AGREGADO FINO + GRUESO			
100.00%	0.00%	40.00	0.00	0.00	42.10	32.10	1.59	1.59
					42.40	32.40	1.60	
90.00%	10.00%	40.00	4.44	4.44	44.60	34.60	1.71	1.72
					44.90	34.90	1.73	
80.00%	20.00%	40.00	10.00	5.56	47.80	37.80	1.87	1.88
					48.30	38.30	1.89	
70.00%	30.00%	40.00	17.14	7.14	49.00	39.00	1.93	1.96
					50.30	40.30	1.99	
60.00%	40.00%	40.00	26.67	9.53	50.50	40.50	2.00	2.00
					50.30	40.30	1.99	
50.00%	50.00%	40.00	40.00	13.33	50.70	40.70	2.01	2.01
					50.40	40.40	2.00	
40.00%	60.00%	40.00	60.00	20.00	50.10	40.10	1.98	1.99
					50.20	40.20	1.99	



Porcentaje máximo de agregado fino (%)	50.00%
Porcentaje máximo de agregado grueso (%)	50.00%
Porcentaje óptimo de agregado fino (%)	48.00%
Porcentaje óptimo de agregado grueso (%)	52.00%
Peso unitario máximo (gr/cm³)	2.01
Peso unitario óptimo (gr/cm³)	2.01

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Interpretación: Los resultados obtenidos de la Tabla X muestra el porcentaje máximo y óptimo de la densidad aparente de los agregados 2.01 gr/cm^3 para la densidad aparente, también muestra el porcentaje óptimo de árido fino (arena) y árido grueso (ripio) para un metro cubico de hormigón, dando como resultado 48% de arena y 52% de ripio.

4.1.1.4 Ensayo N°4. Densidad real de los agregados.

Para calcular la densidad real de los agregados se utiliza la norma NTE INEN 857, para ensayar es necesario remojar los áridos fino y grueso en agua por 24 horas, luego de este procedimiento es procede a secar los áridos hasta obtener el estado saturado superficie seca (SSS) y así realizar los ensayos de densidad real y capacidad de absorción.

Tabla XI

DENSIDAD REAL DEL AGREGADO GRUESO.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 			
DENSIDAD REAL DEL AGREGADO GRUESO			
ORIGEN:	IZAMBA		
ENSAYADO POR:	JESSENIA BELEN NUÑEZ NUÑEZ	FECHA:	06/03/18
NORMA:	NTE INEN 857		
<i>CALCULO DE LA DENSIDAD REAL</i>			
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa de la canastilla en el aire	gr	1480.00
M2	Masa de la canastilla en el agua	gr	1285.00
M3	Masa de la canastilla + muestra SSS en el aire	gr	6663.00
M4	Masa de la canastilla + muestra SSS en el agua	gr	4508.00
DA	Densidad real del agua	gr/cm ³	1.00
M5 = M3-M1	Masa de la muestra SSS en el aire	gr	5183.00
M6 = M4-M2	Masa de la muestra SSS en el agua	gr	3223.00
VR=(M5-M6)/DA	Volumen real de la muestra	cm ³	1960.00
DR=M5/VR	Densidad real	gr/cm ³	2.64

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Interpretación: El valor de la densidad real del agregado grueso es de 2.64 gr/cm^3 y éste se encuentra dentro del rango de la densidad real de un agregado de buena calidad.

Tabla XII

DENSIDAD REAL DEL AGREGADO FINO.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DENSIDAD REAL DEL AGREGADO FINO 			
ORIGEN:	IZAMBA		
ENSAYADO POR:	JESSENIA BELEN NUÑEZ NUÑEZ	FECHA:	22/11/17
NORMA:	NTE INEN 856		
CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL			
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa del picnómetro	gr	166.2
M2	Masa del picnómetro + muestra SSS	gr	385.5
M3	Masa del picnómetro + muestra SSS + agua	gr	796.5
M4=M3-M2	Masa agua añadida	gr	411
M5	Masa picnómetro + 500cc de agua	gr	666.2
M6=M5-M1	Masa de 500cc de agua	gr	500
DA=M6/500cm ³	Densidad del agua	gr/cm ³	1
M7=M6-M4	Masa del agua desalojada por la muestra	gr	89
M _{sss} =M2-M1	Masa del agregado	gr	219.3
V _{sss} =M7/DA	Volumen del agua desalojada	cm ³	89
DRA=M _{sss} /V _{sss}	Densidad real de la arena	gr/cm ³	2.5

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Interpretación: El valor de la densidad real del agregado fino es de 2.5 gr/cm³ y éste se encuentra dentro del rango de la densidad real de un agregado de buena calidad.

Relacionando los valores de densidad real del agregado fino y grueso se destaca que el valor de densidad del agregado grueso es mayor que el fino, cuyos valores están acorde densidades recomendadas.

4.1.1.5 Ensayo N°5. Capacidad de absorción de los agregados.

La capacidad de absorción de los agregados se realiza cuando los mismos se encuentran en estado saturado superficie seca (SSS), los agregados en este estado tuvieron que estar totalmente sumergidos en agua durante 24 horas y luego secarlos superficialmente, y por último secarlos al horno.

Tabla XIII

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO 				
ORIGEN:	IZAMBA			
ENSAYADO POR:	JESSENIA BELEN NUÑEZ NUÑEZ	FECHA:	07/03/2018	
NORMA:	NTE INEN 857			
<i>CÁLCULO DE LACAPACIDAD DE ABSORCIÓN</i>				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M7	Masa del recipiente	gr	32.00	31.90
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	152.20	218.70
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	120.20	186.80
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	150.00	215.90
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	118.00	184.00
$CA=((M9-M11)/M11)*100$	Capacidad de absorción	%	1.86	1.52
$P2=(CA1+CA2)/2$	Capacidad de absorción promedio	%	1.69	

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Interpretación: El agregado grueso tiene una capacidad de absorción de 1.69 % según muestra la tabla 13, cuyo valor establece que el agregado no absorberá una cantidad muy alta de agua en la elaboración de la masa de hormigón.

Tabla XIV

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO 				
ORIGEN:	IZAMBA			
ENSAYADO POR:	JESSENIA BELEN NUÑEZ NUÑEZ	FECHA:	07/03/2018	
NORMA:	NTE INEN 857			
CÁLCULO DE LACAPACIDAD DE ABSORCIÓN				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M7	Masa del recipiente	gr	32.00	30.80
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	122.10	120.10
$M9=M8-M7$	Masa de la muestra SSS	gr	90.10	89.30
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	117.90	115.80
$M11=M10-M7$	Masa de la muestra seca	gr	85.90	85.00
$CA=((M9-M11)/M11)*100$	Capacidad de absorción	%	4.89	5.06
$P2=(CA1+CA2)/2$	Capacidad de absorción promedio	%	4.97	

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Interpretación: El agregado fino tiene una capacidad de absorción de 4.97 % según muestra la tabla 14, cuyo valor establece que el agregado fino puede absorber agua con mayor facilidad que el grueso.

4.1.1.6 Ensayo N°6. Densidad del cemento.

El presente ensayo se lo realiza con la utilización de gasolina y un picnómetro, la densidad depende de la cantidad de gasolina desalojada, este ensayo se hace bajo la norma NTE INEN 156 [28].

Tabla XV

DENSIDAD REAL DEL CEMENTO.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DENSIDAD REAL DEL CEMENTO 			
TIPO:	CEMENTO CHIMBORAZO ALTA RESISTENCIA TIPO HE		
ENSAYADO POR:	JESSENIA BELEN NUÑEZ	FECHA:	07/03/2018
NORMA:	NTE INEN 156		
CALCULO DE LA DENSIDAD REAL			
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa del picnómetro	gr	163.20
M2	Masa del picnómetro + muestra	gr	233.20
M3	Masa del picnómetro + muestra + gasolina	gr	614.05
M4=M3-M2	Masa gasolina añadida	gr	380.85
M5	Masa picnómetro + 500cc de gasolina	gr	563.20
M6=M5-M1	Masa de 500cc de gasolina	gr	400.00
DG=M6/500cm ³	Densidad de la gasolina	gr/cm ³	0.80
M7=M6-M4	Masa de la gasolina desalojada por la muestra	gr	19.15
M _C =M2-M1	Masa del cemento	gr	70.00
V _G =M7/DG	Volumen de la gasolina desalojada	cm ³	23.94
DRC=M _C /V _G	Densidad real del cemento	gr/cm ³	2.92

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Interpretación: La densidad del cemento del cual se analizó es de 2.92 gr/cm³, el cual se encuentra dentro de los valores de densidad del cemento que existen en el mercado.

4.1.2 Dosificación del hormigón según el método de la densidad óptima.

Después de obtener los resultados de las densidades de agregados y cemento se procede al cálculo de la dosificación de la mezcla de hormigón, mediante el método de la densidad óptima desarrollado por la Universidad Central del Ecuador.

Tabla XVI

DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN 			
MÉTODO:	DENSIDAD ÓPTIMA		
ENSAYADO POR:	JESSENIA BELEN NUÑEZ NUÑEZ		
FECHA:	07/03/2018		
DATOS DEL ENSAYO		CÁLCULOS	
f'c	240 kg/cm ²	DRAg	2.57 gr/cm ³
Asentamiento	6 cm	POV	21.88 %
W/C	0.57	CP	256.25 kg
CP en %	POV + 2% + 8%(POV)	CANTIDAD EN Kg por m³	
DRC	2.92 gr/cm ³	C	280.99 Kg
DRA	2.5 gr/cm ³	W	160.16 lt
DRR	2.64 gr/cm ³	A	892.5 Kg
POA	48%	R	1021.02 Kg
POR	52%		
DOAg	2.01 gr/cm ³		

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Interpretación: La densidad del cemento del cual se analizó es de 2.92 gr/cm³, el cual se encuentra dentro de los valores de densidad del cemento que existen en el mercado.

Tabla XVII

DOSIFICACIÓN DE PROBETAS DE HORMIGÓN.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 		
DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN PARA PROBETAS CILÍNDRICAS Y RECTANGULARES (VIGAS)		
MÉTODO: DENSIDAD ÓPTIMA		
ENSAYADO POR: JESSENIA NUÑEZ		FECHA: 07/03/2018
CILINDROS		
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
CEMENTO	Lt	5.11
ARENA	Kg	16.23
RIPIO	Kg	18.57
AGUA	Kg	2.91
VIGAS		
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
CEMENTO	Lt	113.73
ARENA	Kg	361.46
RIPIO	Kg	413.51
AGUA	Kg	64.83

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Interpretación: Se detalla las cantidades exactas de agua, arena, ripio y cemento para la elaboración de tres probetas cilíndricas para ensayos de compresión y para 24 probetas rectangulares para ensayarlas a flexión.

4.1.2.1 Ensayo N° 7. Corrección de humedad.

La corrección de humedad se realiza un día antes de realizar la mezcla de hormigón para conocer el contenido de humedad de los agregados, porque se requiere elaborar la mezcla con los agregados en estado SSS, por tal razón se corrige la humedad aumentando agua y disminuyendo en mínimo porcentaje los agregados.

Tabla XVIII

CORRECCIÓN DE HUMEDAD.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL 			
CORRECIÓN DE HUMEDAD			
ENSAYADO POR: JESSENIA BELEN NUÑEZ			FECHA: 07/03/2018
ARENA			
	UNIDAD	CANTIDAD	
PESO RECIPIENTE	gr	31.00	27.00
PESO RECIPIENTE + MATERIAL	gr	150.8	135.3
PESO RECIPEINTE + MATERIAL SECO	gr	149.5	134.0
PERO AGREGADO	gr	119.8	108.3
PESO AGREGADO SECO	gr	118.5	107.0
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	1.085	1.20
PROMEDIO PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	1.14	
RIPIO			
	UNIDAD	CANTIDAD	
PESO RECIPIENTE	gr	31.00	31.00
PESO RECIPIENTE + MATERIAL	gr	146.1	127.0
PESO RECIPEINTE + MATERIAL SECO	gr	145.0	126.1
PERO AGREGADO	gr	115.1	96.00
PESO AGREGADO SECO	gr	114.0	95.10
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	0.956	0.937
PROMEDIO PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	0.95	

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Interpretación: el porcentaje de humedad de la arena es del 1.14% y el del ripio es del 0.95% afectando los valores de la dosificación de la tabla 17.

Tabla XIX

DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN CON CORRECCIÓN DE HUMEDAD.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
DOSIFICACIÓN DE MEZCLA DE HORMIGÓN CON CORRECCIÓN DE HUMEDAD					
ENSAYADO POR: JESSENIA BELEN NUÑEZ NUÑEZ				FECHA: 07/03/2018	
CILINDROS					
AGREGADO	Capacidad de Absorción % CAAB	Porcentaje de Humedad % PHU	% (CAAB-PHU)	kg	Cantidad corregida
AGUA				0.76	3.67
CEMENTO					5.11
ARENA	4.97	1.14	3.82	0.62	15.61
RIPIO	1.69	0.95	0.74	0.14	18.43
VIGAS					
AGREGADO	Capacidad de Absorción % CAAB	Porcentaje de Humedad % PHU	% (CAAB-PHU)	kg	Cantidad corregida
AGUA				16.89	81.72
CEMENTO					113.73
ARENA	4.97	1.14	3.83	13.83	347.42
RIPIO	1.69	0.95	0.74	3.07	410.19

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Interpretación: En la tabla XIX una vez terminado el ensayo de corrección de humedad se modifican las cantidades de la tabla 17 y se muestran las nuevas cantidades de agua, arena, ripio y cemento para la elaboración de tres probetas cilíndricas para ensayos de compresión y para 24 probetas rectangulares para ensayarlas a flexión.

4.1.3 Elaboración de probetas cilíndricas de hormigón.

Luego de obtener los resultados de la dosificación del hormigón se elabora tres muestras cilíndricas para ensayarlos a compresión y así demostrar que la dosificación obtenida es verídica.

Al momento de ensayar las muestras se puede constatar que los datos de la dosificación cumplen con la resistencia requerida como es de 24 MPa, una vez realizado este ensayo de compresión se procede a elaborar las vigas para el presente trabajo experimental.

4.1.4 Instrumentos utilizados.

Para la presente investigación se utilizará instrumentos que miden las diferentes características del medio ambiente en donde se van a realizar las probetas prismáticas de hormigón armado, como son la temperatura, velocidad del aire, humedad relativa, que son indispensables para la realización de esta investigación.

Tabla XX

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ANEMÓMETRO.

ANEMOMETRO TESTO 410-2		
Medicion de velocidad del aire, temperatura ambiente y humedad relativa.		
Datos técnicos generales		
	Medidas	133 x 46 x 25 mm (incl. tapa de protección)
	Temperatura de funcionamiento	-10 hasta +50 °C
	Clase de protección	IP10
	Tipo de batería	2 pilas AAA
	Autonomía	60 h (promedio, sin iluminación en el visualizador)
	Temperatura de almacenamiento	-20 hasta +70 °C
	Peso	110 g (tapa de protección y pilas)
	NTC	
	Rango	-10 hasta +50 °C
	Exactitud	±0,5 °C
	Resolución	0,1 °C
	HUMEDAD CAPACITIVO	
	Rango	0 hasta 100 %HR
	Exactitud	±2,5 %HR (5 hasta 95 %HR)
	Resolución	0,1 %HR
ANEMÓMETRO DE MOLINETE		
Rango	0,4 hasta 20 m/s	
Exactitud	±(0,2 m/s + 2 % del v.m.)	
Resolución	0,1 m/s	

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

4.2 Análisis de resultados

Tabla XXI

DATOS TOMADOS EN CAMPO HORARIO DE 7AM – 10 AM.

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL REPORTE DE DATOS TOMADOS EN CAMPO</p> 			
Nombre:	Jessenia nuñez	Ubicación:	Huachi grande
Fecha:	18/04/2018	# vigas:	6
HORA: 8 am			
TEMPERATURA AMBIENTAL:		11.8 °C	
VELOCIDAD DEL VIENTO:		2.3 m/s	
HUMEDAD RELATIVA:		67.2%	
ASENTAMIENTO		ELABORACIÓN DE VIGAS	
			
Medición del asentamiento de la mezcla (3.5 cm)		Elaboración de las vigas.	
VIGAS TERMINADAS		EXUDACIÓN	
			
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El asentamiento medido mediante el ensayo del cono de Abrahams fue de 3.5cm. • La masa de hormigón tuvo una trabajabilidad buena siendo ésta un indicador de que la mezcla es recomendable para la elaboración de las vigas. • El fenómeno de la exudación fue leve y se vio al instante de haber finalizado el hormigonado. • El hormigón comenzó a fraguar después de 3 horas de la fundición. • En una de las seis probetas prismáticas luego de 6 horas de hormigonar las vigas, se presentaron micro fisuras con una longitud de 2cm. Las 5 vigas restantes no presentaron fisuración. 			

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Tabla XXII

DATOS TOMADOS EN CAMPO HORARIO DE 8 PM – 11 PM.

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL REPORTE DE DATOS TOMADOS EN CAMPO</p> 			
Nombre:	Jessenia nuñez	Ubicación:	Huachi grande
Fecha:	18/04/2018	# vigas:	6
HORA : 9 pm			
TEMPERATURA AMBIENTAL:		12.7 °C	
VELOCIDAD DEL VIENTO:		0.5 m/s	
HUMEDAD RELATIVA:		75%	
EQUIPO Y MATERIALES		VIGAS	
			
VIGAS TERMINADAS		EXUDACIÓN	
			
<p>Observaciones:</p> <p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El asentamiento medido mediante el ensayo del cono de Abrahams fue de 6cm. • La masa de hormigón tuvo una trabajabilidad buena siendo ésta un indicador de que la mezcla es recomendable para la elaboración de las vigas. • El fenómeno de la exudación fue alto y se vio al instante de haber finalizado el hormigonado. • El hormigón comenzó a fraguar después de 6 horas de la fundición. • Las 6 vigas no presentaron fisuración. 			

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Tabla XXIII

DATOS TOMADOS EN CAMPO HORARIO DE 11 AM – 13 PM.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL REPORTE DE DATOS TOMADOS EN CAMPO 			
Nombre:	Jessenia nuñez	Ubicación:	Huachi grande
Fecha:	30/04/2018	# vigas:	6
HORA: 12 pm			
TEMPERATURA AMBIENTAL:		25.9 °C	
VELOCIDAD DEL VIENTO:		0.4 m/s	
HUMEDAD RELATIVA:		60.3%	
ASENTAMIENTO		ELABORACIÓN DE VIGAS	
			
Asentamiento de 2 cm		Compactación de vigas.	
VIGAS TERMINADAS		POROSIDAD	
			
Observaciones: <ul style="list-style-type: none"> • El asentamiento medido mediante el ensayo del cono de Abrahams fue de 2cm. • La masa de hormigón tuvo una trabajabilidad mala siendo ésta un indicador de que la mezcla no es recomendable para la elaboración de las vigas. • El fenómeno de la exudación es imperceptible. • El hormigón comenzó a fraguar después de 2 horas de la fundición. • En tres de las seis probetas prismáticas luego de 3 horas de hormigonar las vigas, se presentaron micro fisuras con una longitud de 5cm y 1 mm de espesor. Las 3 vigas restantes no presentaron fisuración. 			

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Tabla XXIV

DATOS TOMADOS EN CAMPO HORARIO DE LLUVIA.

 <p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL REPORTE DE DATOS TOMADOS EN CAMPO</p> 			
Nombre:	Jessenia nuñez	Ubicación:	Huachi grande
Fecha:	10/05//2018	# vigas:	6
HORA: 9 am			
TEMPERATURA AMBIENTAL:		13.2 °C	
VELOCIDAD DEL VIENTO:		0.4 m/s	
HUMEDAD RELATIVA:		94.3%	
ASENTAMIENTO		ELABORACIÓN DE VIGAS	
			
Asentamiento de 17cm		Compactación de las vigas.	
VIGAS TERMINADAS		EXUDACIÓN	
			
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El asentamiento medido mediante el ensayo del cono de Abrahams fue de 17cm. • La masa de hormigón tuvo una trabajabilidad muy buena siendo ésta un indicador de que la mezcla no es recomendable para la elaboración de las vigas. • El fenómeno de la exudación fue muy notorio, y la masa de hormig[on fue muy suelta. • El hormigón comenzó a fraguar después de 8 horas de la fundición. • Las precipitaciones dejaron huellas en la cara superior de cada viga. 			

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

4.2.1 Ensayo a flexión de diferentes horarios.

Las probetas fueron realizadas en diferentes horas del día.

En la franja horaria de 7 am – 10am se efectuó el hormigonado a las 9 am.

En la franja horaria de 11 am – 13 pm se efectuó el hormigonado a las 12 pm.

En la franja horaria de 19 pm – 22 pm se efectuó el hormigonado a las 21 pm.

En la franja horaria de lluvia se efectuó el hormigonado a las 9am.

Tabla XXV

RESULTADOS DE F Máx, MR Máx Y DESPLAZAMIENTO Máx DE VIGAS HORMIGONADAS EN LA FRANJA HORARIA DE 7 am-10am.

# de ensayo	F máx. kN	MR máx MPa	Desplazamiento máx. mm
1	75.45	10.06	4.59
2	77.37	10.32	5.23
3	79.43	10.59	5.23
4	73.97	9.86	5.96
Media	76.55	10.21	5.25
Desviación Estandar	15.18	2.02	0.68

Fuente: Egda. Jessenia Núñez

Análisis:

En los datos obtenidos en el ensayo de flexión realizado, se observa el valor de la media obtenida al promediar los 4 valores correspondientes en cada caso. Siendo ésta 76.55 KN en el caso de F máx, 10.20 MPa como MR máx. y finalmente alcanzando un Desplazamiento máx promedio de 5.25 mm. De la misma manera mediante el cálculo de la desviación estándar se evidencia un valor mínimo de dispersión resultados, por lo que se establece que los ensayos están realizados correctamente.

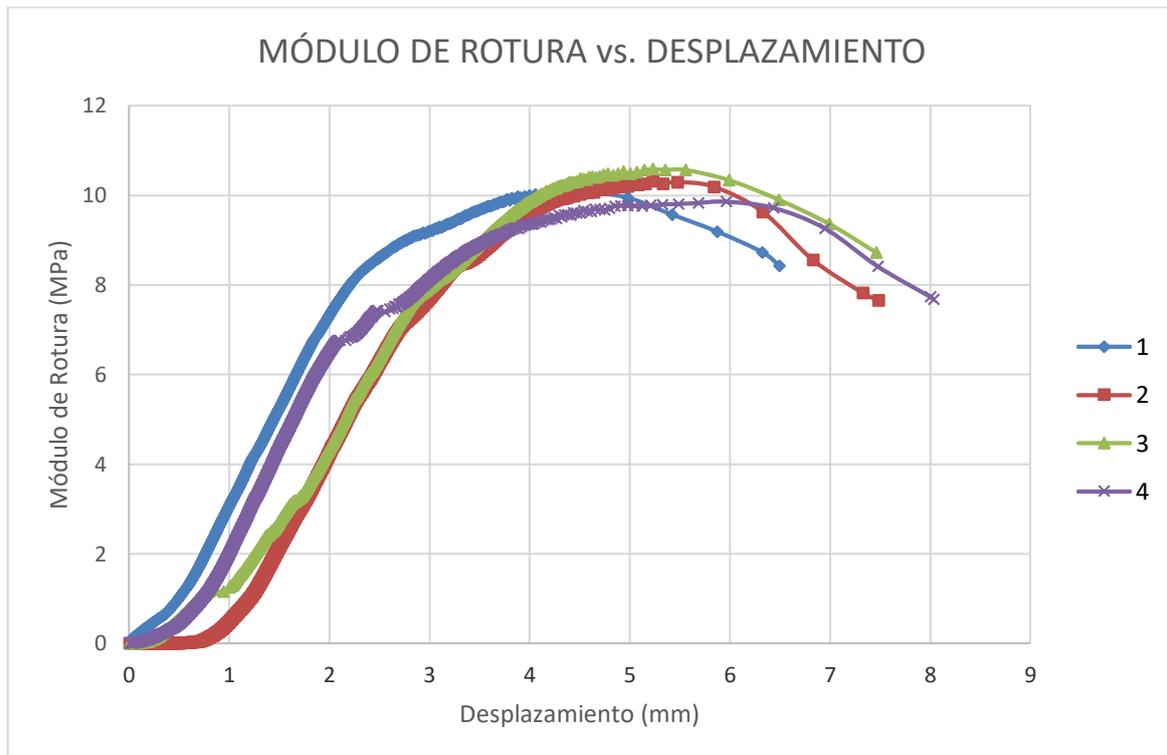


Fig. 5 Módulo de rotura VS. Desplazamiento en horario de 7 am – 10 am

Análisis:

La figura 5 representa el desplazamiento que se obtuvo con respecto a el módulo de rotura, se observa que en el ensayo número 3 se obtuvo un módulo de rotura máximo de 10.59 MPa con un desplazamiento de 5.22 mm, pero llega a tener un desplazamiento a la rotura de 7.45 mm cuando tiene un módulo de 8.42 MPa., mientras que en el ensayo número 1 se tiene un módulo de rotura de 10.06 MPa con un desplazamiento de 4.58 mm y llega a tener un desplazamiento de 6.49 mm con un módulo de rotura de 8.43 MPa.

Tabla XXVI

RESULTADOS DE F Máx, MR Máx Y DESPLAZAMIENTO Máx DE VIGAS HORMIGONADAS EN LA FRANJA HORARIA DE 11 am -13pm

	F máx	MR máx	Max._Desplazamiento.
# de ensayo	kN	MPa	mm
1	51.42	6.86	2.99
2	54.06	7.21	5.03
3	47.80	6.17	4.57
4	56.83	7.58	5.32
5	67.15	8.95	5.95
Media	55.45	7.35	4.77
Desviación Estandar	10.97	1.48	1.07

Fuente: Egda. Jessenia Núñez**Análisis:**

En los datos obtenidos en el ensayo de flexión realizado, se observa el valor de la media obtenida al promediar los 5 valores correspondientes en cada caso. Siendo ésta 55.45 KN en el caso de F máx, 7.35 MPa como MR máx. y finalmente alcanzando un Desplazamiento máx promedio de 4.77 mm. De la misma manera mediante el cálculo de la desviación estándar se evidencia un valor mínimo de dispersión resultados, por lo que se establece que los ensayos están realizados correctamente.

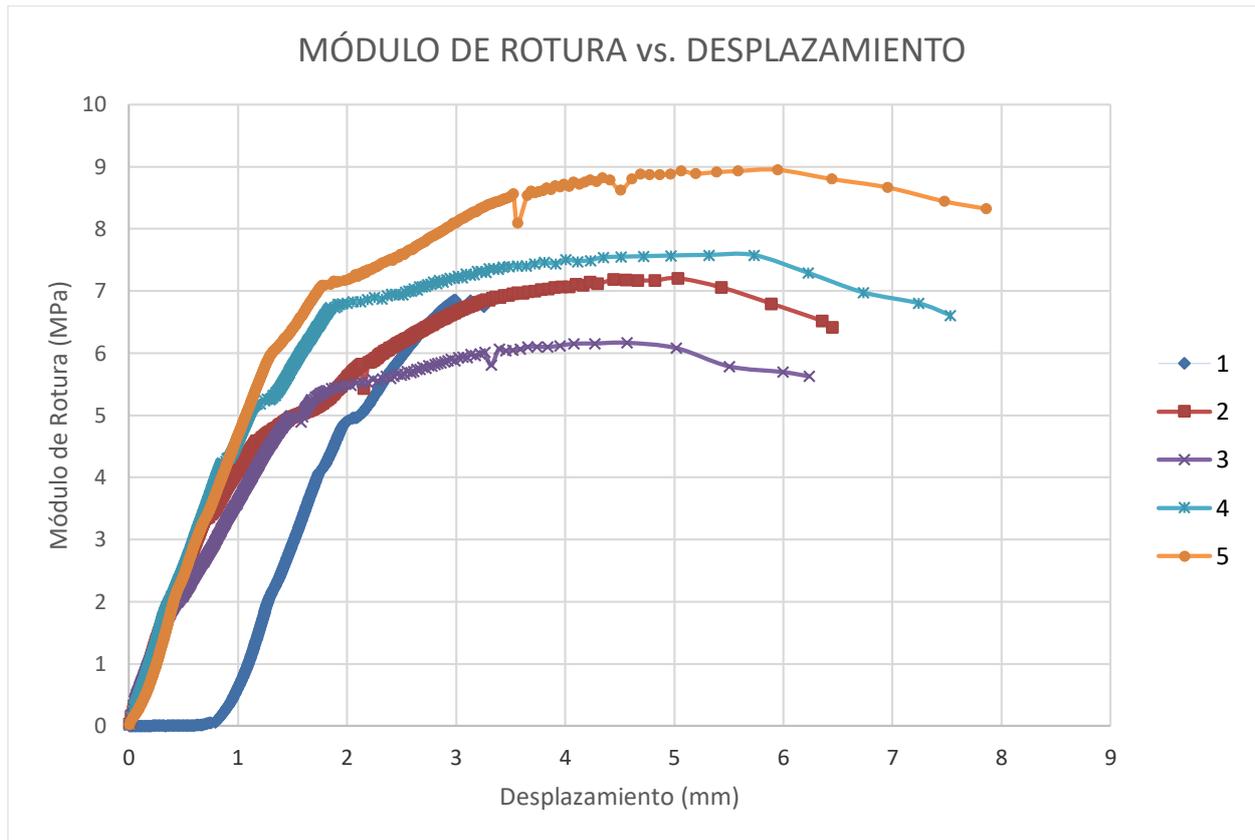


Fig. 6 Módulo de rotura VS. Desplazamiento en horario de 11 am – 13 pm.

Análisis:

La figura 6 representa el desplazamiento que se obtuvo con respecto a el módulo de rotura, se observa que en el ensayo número 5 se obtuvo un módulo de rotura máximo de 8.95 MPa. con un desplazamiento de 5.22 mm, pero llega a tener un desplazamiento de 7.86 mm cuando tiene un módulo de 8.32 MPa., mientras que en el ensayo número 1 se tiene un módulo de rotura de 6.85 MPa con un desplazamiento de 2.99 mm y llega a tener un desplazamiento de 3.25 mm con un módulo de rotura de 6.75 MPa.

Tabla XXVII

RESULTADOS DE F Máx, MR Máx Y DESPLAZAMIENTO Máx DE VIGAS HORMIGONADAS EN LA FRANJA HORARIA DE 19pm - 22pm

	F máx	MR máx	Desplazamiento máx
# de ensayo	kN	MPa	mm
1	50.11	6.68	5.86
2	47.63	6.35	4.91
3	56.91	7.59	5.32
5	44.06	5.88	5.02
6	46.81	6.24	4.10
Media	49.11	6.55	5.04
Desviación Estandar	10.25	1.37	0.79

Fuente: Egda. Jessenia Núñez**Análisis:**

En los datos obtenidos en el ensayo de flexión realizado, se observa el valor de la media obtenida al promediar los 5 valores correspondientes en cada caso. Siendo ésta 49.11 KN en el caso de F máx, 6.55 MPa como MR máx. y finalmente alcanzando un Desplazamiento máx promedio de 5.04 mm. De la misma manera mediante el cálculo de la desviación estándar se evidencia un valor mínimo de dispersión resultados, por lo que se establece que los ensayos están realizados correctamente.

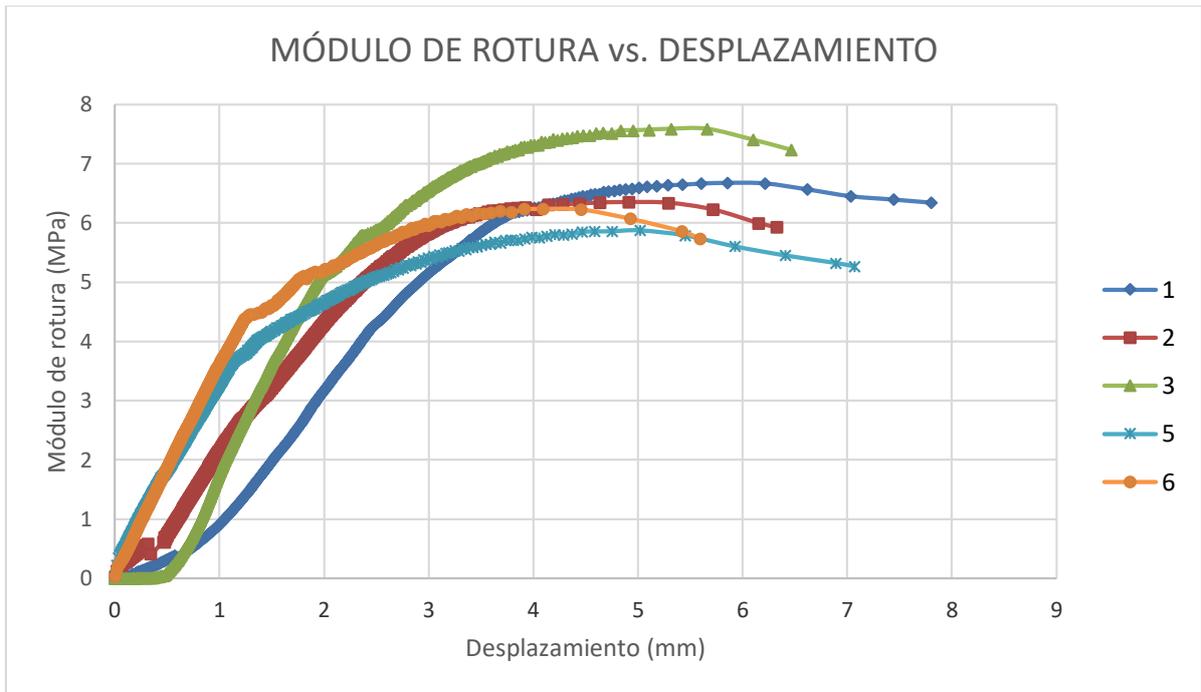


Fig. 7 Módulo de rotura VS. Desplazamiento en horario de 19 pm – 22 pm

Análisis:

La grafica representa el desplazamiento que se obtuvo con respecto a el módulo de rotura, se observa que en el ensayo número 3 se obtuvo un módulo de rotura máximo de 7.58 MPa. con un desplazamiento de 5.31 mm, pero llega a tener un desplazamiento de 6.46 mm cuando tiene un módulo de 7.23 MPa., mientras que en el ensayo número 5 se tiene un módulo de rotura de 5.87 MPa con un desplazamiento de 5.019 mm y llega a tener un desplazamiento de 7.07 mm con un módulo de rotura de 5.26 MPa.

Tabla XXVIII

RESULTADOS DE F Máx, MR Máx Y DESPLAZAMIENTO Máx DE VIGAS HORMIGONADAS EN LA FRANJA HORARIA DE LLUVIA.

	F máx	MR máx	Desplazamiento máx
# de ensayo	kN	MPa	mm
1	51.29	6.84	2.17
2	60.07	8.01	6.35
3	52.67	7.02	4.92
4	53.45	7.13	4.57
5	54.49	7.26	4.12
Media	54.39	7.25	4.42
Desviación Estandar	3.38	0.45	1.51

Fuente: Egda. Jessenia Núñez**Análisis:**

En los datos obtenidos en el ensayo de flexión realizado, se observa el valor de la media obtenida al promediar los 5 valores correspondientes en cada caso. Siendo ésta 54.39 KN en el caso de F máx, 7.25 MPa como MR máx. y finalmente alcanzando un Desplazamiento máx, promedio de 4.42 mm. De la misma manera mediante el cálculo de la desviación estándar se evidencia un valor mínimo de dispersión resultados, por lo que se establece que los ensayos están realizados correctamente.

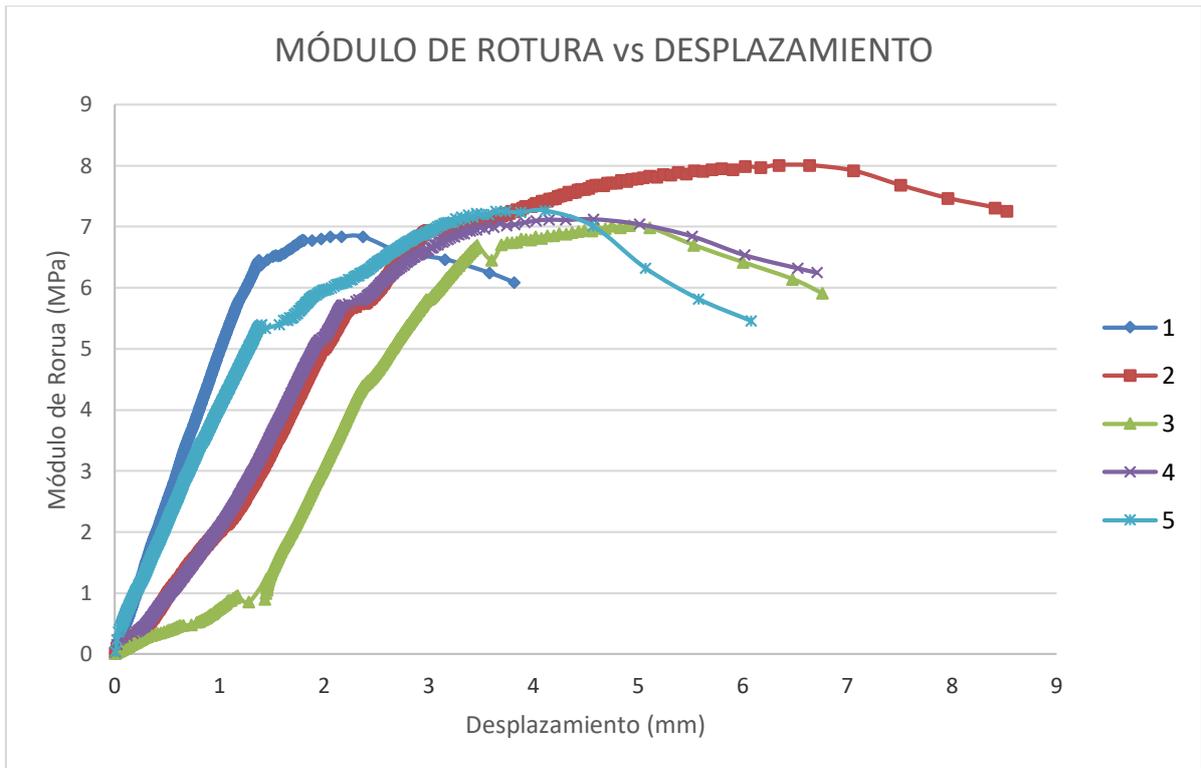


Fig. 8 Módulo de rotura VS. Desplazamiento en horario de lluvia

Análisis:

La figura 8 representa el desplazamiento que se obtuvo con respecto a el módulo de rotura, se observa que en el ensayo número 2 se obtuvo un módulo de rotura máximo de 8 MPa. con un desplazamiento de 6.34 mm, pero llega a tener un desplazamiento de 8.52 mm cuando tiene un módulo de 7.25 MPa., mientras que en el ensayo número 1 se tiene un módulo de rotura de 6.83 MPa con un desplazamiento de 2.16 mm y llega a tener un desplazamiento de 3.81 mm con un módulo de rotura de 6.9 MPa.

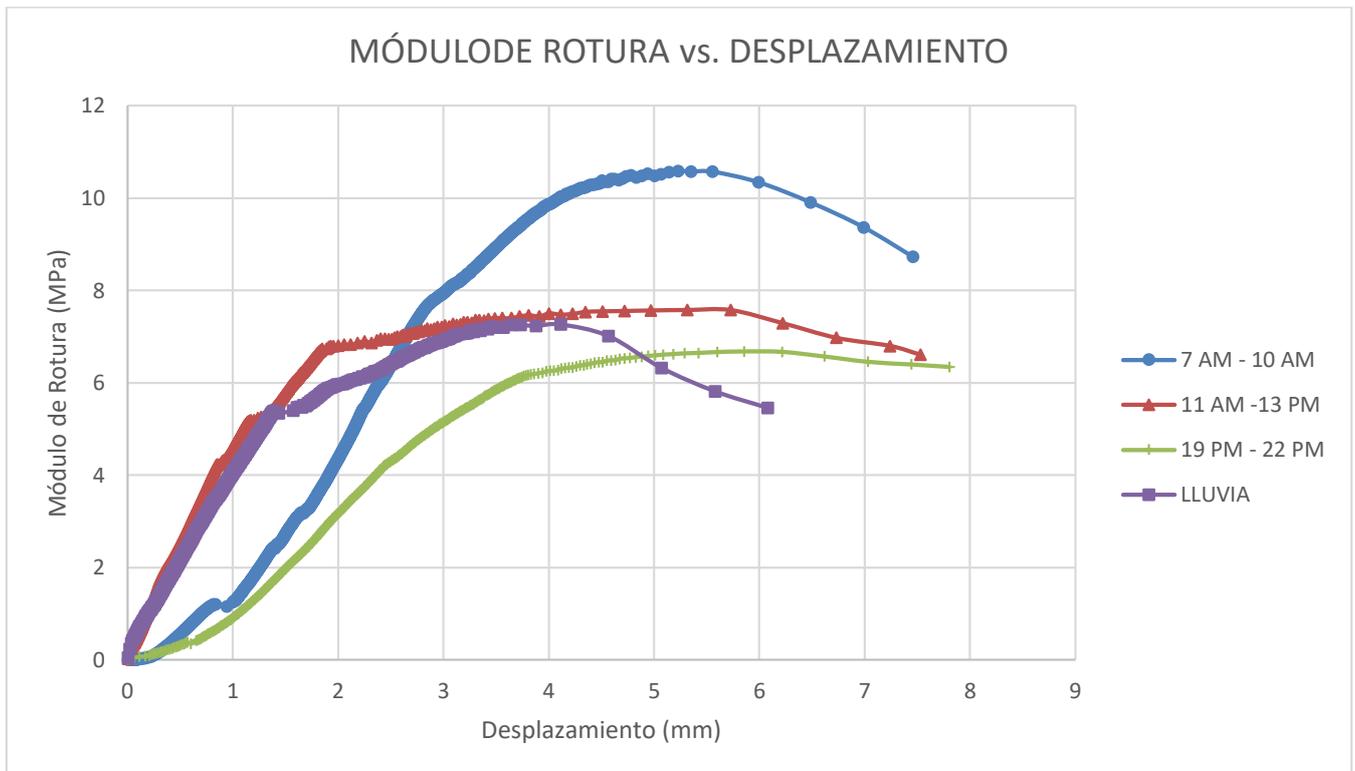


Fig. 9 Módulo de rotura VS. Desplazamiento en diferentes horarios.

Análisis:

La figura 9 representa el desplazamiento que se obtuvo con respecto al módulo de rotura, se observa que en el ensayo en el horario de 7 am - 11 am se registra un módulo de rotura máximo de 10.59 MPa. con un desplazamiento máx. de 5.23 mm, en el ensayo en el horario de 11 am – 13 pm un módulo de rotura de 7.58 MPa con un desplazamiento de 5.32 mm, en el horario de 19 pm – 22 pm se tiene un módulo de rotura de 6.68 MPa con un desplazamiento de 5.85 mm, y en el horario de lluvia un módulo de rotura de 7.26 MPa con un desplazamiento de 4.12 mm.

Se distingue el valor más alto de módulo de rotura en la franja horaria de 7 am – 10 am siendo este de 10.59 MPa y 5.23 mm y el valor más bajo de módulo de rotura se presenta en la franja horaria de 19 pm – 22 pm con un valor de 6.68 MPa y desplazamiento máx. de 5.85 mm; nótese la diferencia que mientras más alto es el módulo de rotura las probetas tienen un menor desplazamiento máx. y viceversa.

Tabla XXIX

DATOS OBTENIDOS EN DIFERENTES HORARIOS.

Franja Horaria	7 am – 10 am	11 am – 13 pm	19 pm – 22 pm	Lluvia
Hora	8 am	12 pm	21pm	9 am
Módulo de Rotura (MPa)	10.59	7.58	6.68	7.26
Desplazamiento (mm)	5.23	5.32	5.85	4.12
Fuerza (KN)	79.43	56.83	50.11	54.49
Asentamiento (cm)	3.5	2.0	6.0	17.0
Temperatura (° C)	11.8	25.9	12.7	13.2
Humedad Relativa (%)	67.2	60.3	75	94.3
Velocidad del Viento (m/s)	2.3	0.5	0.4	0.4

Fuente: Egda. Jessenia Núñez**Análisis:**

En horario de la mañana de 7am – 10 am se obtuvo el valor más alto de módulo de rotura de 10.59 MPa con un desplazamiento de 5.23 mm en la cual se presenta una temperatura de 11.8 °C, humedad relativa de 67.2% y una velocidad de viento de 2.3 m/s.

El valor más bajo de módulo de rotura se presenta en el horario de 19 pm – 22pm con un valor de 6.68 MPa con un desplazamiento de 5.85 mm en la cual se presenta una temperatura de 12.7 °C una humedad relativa de 75 % y velocidad de viento de 0.4m/s.

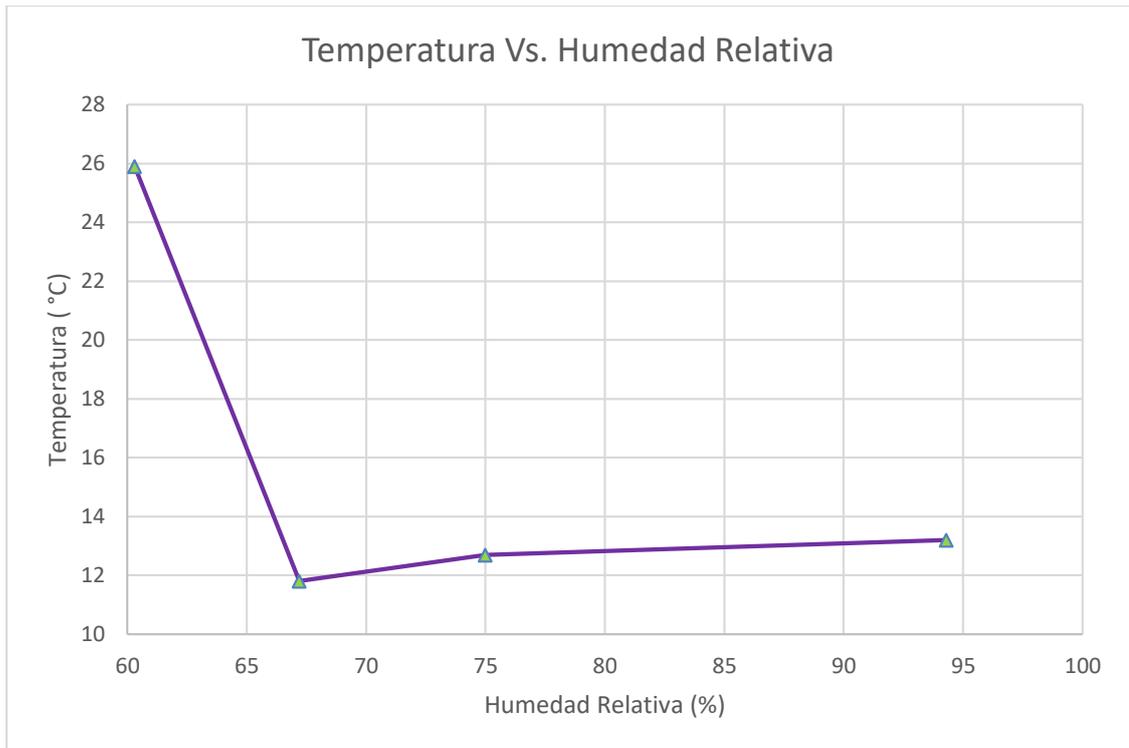


Fig. 10 Humedad Relativa Vs. Temperatura

Análisis:

En la figura 10 se indica la variabilidad de temperaturas que se registran a lo largo de un día y la humedad relativa que de igual modo se da en el aire en el mismo día.

Se destaca que a medida que la temperatura sube, la humedad relativa baja y viceversa, en el caso del horario de lluvia con una humedad relativa del 94.3% se presenta una temperatura de 13.2 °C se obtiene una resistencia de 7.26 MPa lo cual es mayor que en el caso de la noche que se obtuvo un Módulo de rotura de 6.68 MPa con una humedad relativa del 75% y una temperatura de 12.7 °C, esta diferencia en valores de módulo de rotura se relaciona al hecho de que las probetas prismáticas que se elaboraron en lluvia estuvieron expuestas a una humedad superior al 80% siendo ésta una condición óptima para que se inicie inmediatamente un curado natural y así alcanzar una resistencia adecuada a los 28 días, esto converge con lo analizado en la investigación realizada en Madrid [29].

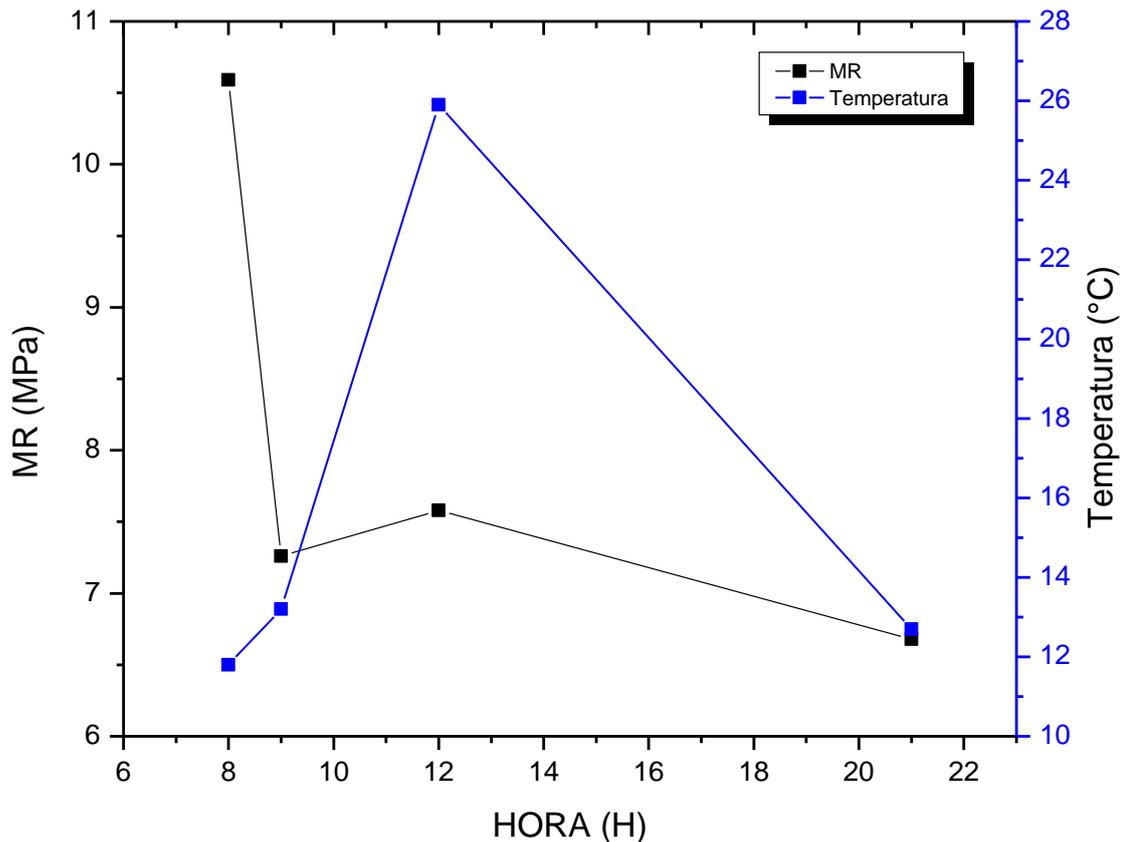


Fig. 11 Módulo de rotura Vs. Hora Vs. Temperatura

Análisis:

En la figura 11 se muestra los diferentes valores de módulos de rotura con el horario en el cual se elaboró la masa de hormigón y la temperatura que se presentó en ese horario, obteniéndose el módulo de rotura con el valor más alto de 10.59 MPa a las 8 am con una temperatura de 11.8 °C.

La temperatura más alta de 25.9 °C se registró a las 12 pm con módulo de rotura de 7.58 MPa., siendo éste un valor de 3.01 MPa menos que el módulo obtenido a las 8 de la mañana.

A las 9 de la mañana en horario de lluvia se registra una temperatura de 13.2 °C y módulo de rotura de 7.26 MPa, con una diferencia de 3.33 MPa con respecto al módulo de rotura de las 8 de la mañana.

En la noche a las 21 pm se presenta una temperatura de 12.7 °C y módulo de rotura de 6.68 MPa siendo éste un valor de 3.91 MPa menor que el más alto registrado en las probetas hormigonadas a las 8 de la mañana.

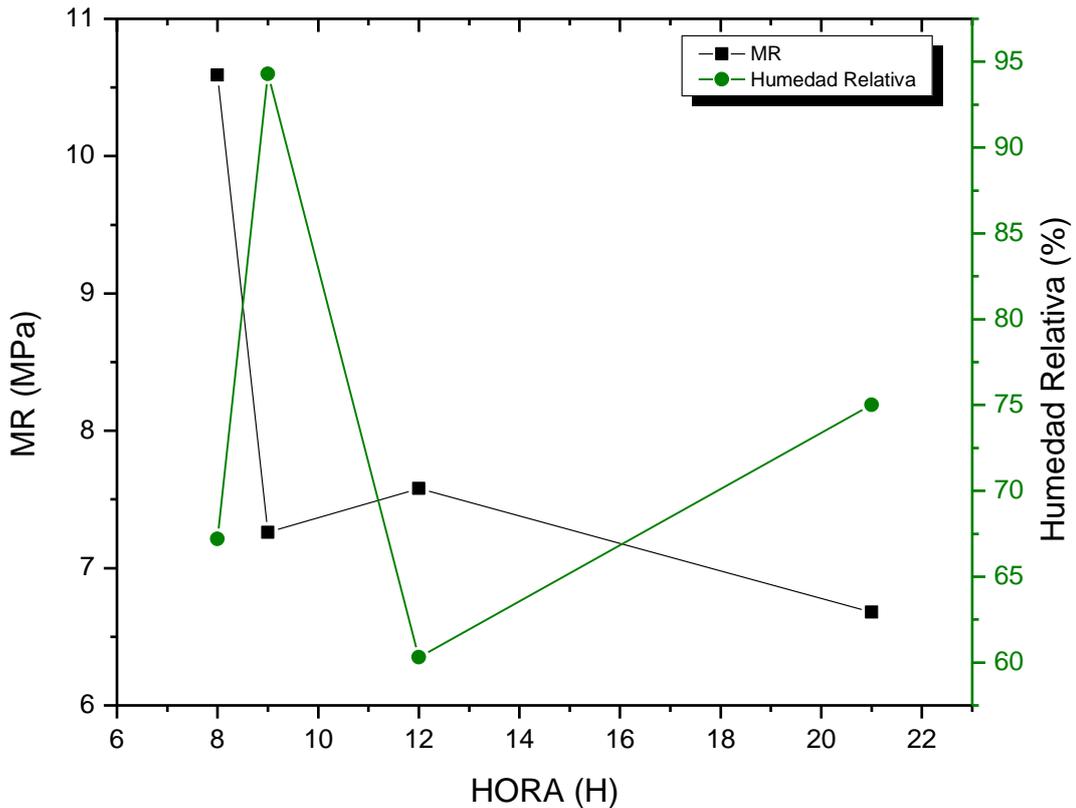


Fig. 12 Módulo de rotura Vs. Hora Vs. Humedad Relativa

Análisis:

En la figura 12 se muestra los diferentes valores de módulos de rotura con el horario en el cual se elaboró la masa de hormigón y la humedad relativa que se presentó en ese horario, obteniéndose el módulo de rotura con el valor más alto de 10.59 MPa a las 8 de la mañana con una humedad relativa de 67.2%.

El valor más alto de humedad relativa es de 94.3% registrado en el horario de lluvia a las 9 de la mañana con módulo de rotura de 7.26 MPa, 3.33 MPa menos que el módulo obtenido en el horario de la mañana.

Con una humedad del 75% a las 21 pm se registra un módulo de rotura de 6.68 MPa, comparado este valor con el más alto registrado a las 8 am se da una diferencia de 3.91 MPa.

A horas del mediodía con humedad relativa de 60.3% se obtuvo un módulo de rotura de 7.58 MPa, con referencia al horario de la mañana existe una diferencia de valores de módulo de 3.01 MPa.

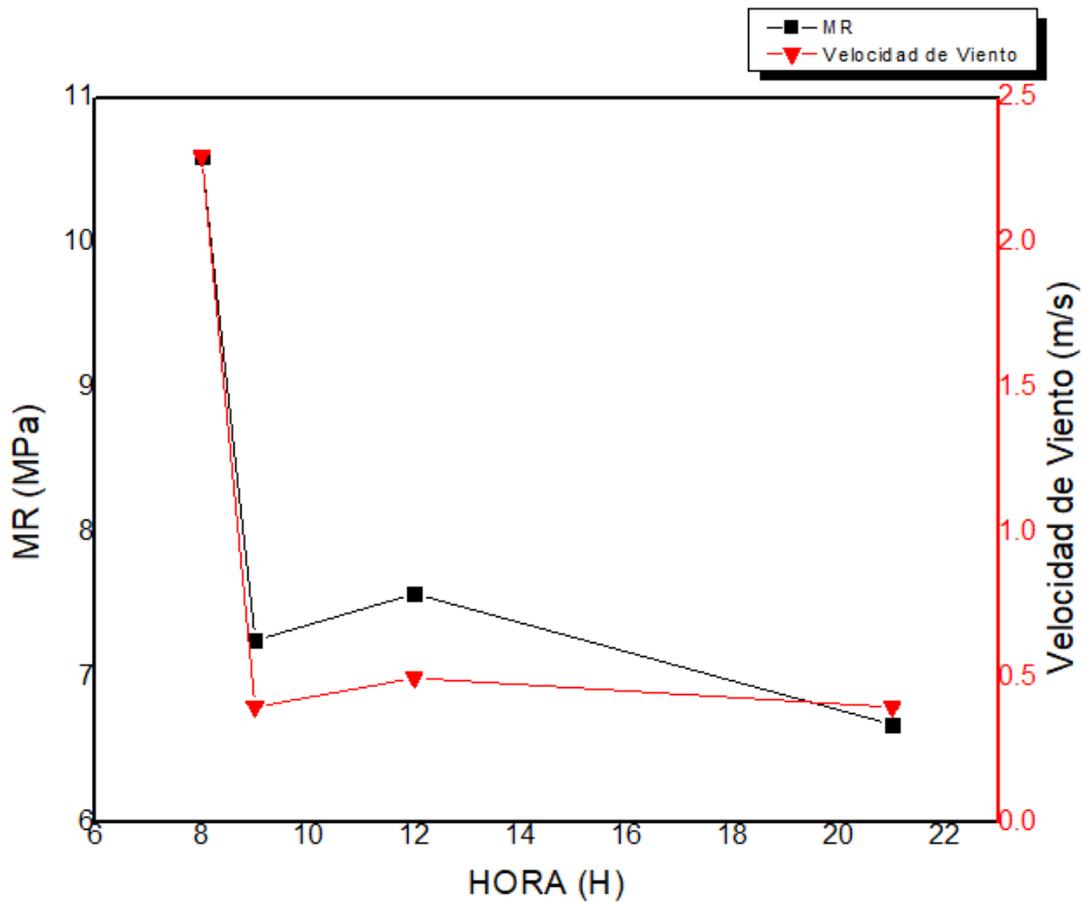


Fig. 13 Módulo de rotura Vs. Hora Vs. Velocidad de Viento

Análisis:

En la figura 13 se muestra los diferentes valores de módulos de rotura con el horario en el cual se elaboró la masa de hormigón y la velocidad del viento que se presentó en ese horario, obteniéndose el módulo de rotura con el valor más alto de 10.59 MPa en el horario de la mañana con una velocidad de viento de 2.3 m/s.

El valor de velocidad de viento en los tres horarios de 11am-13pm, 19 pm – 22 pm y en horario de lluvia tienen valores de velocidad de viento similares como 0.4 m/s, y los módulos de rotura obtenidos en estos horarios con inferiores por una media de 3 MPa con respecto al valor más alto de 10.59 MPa.

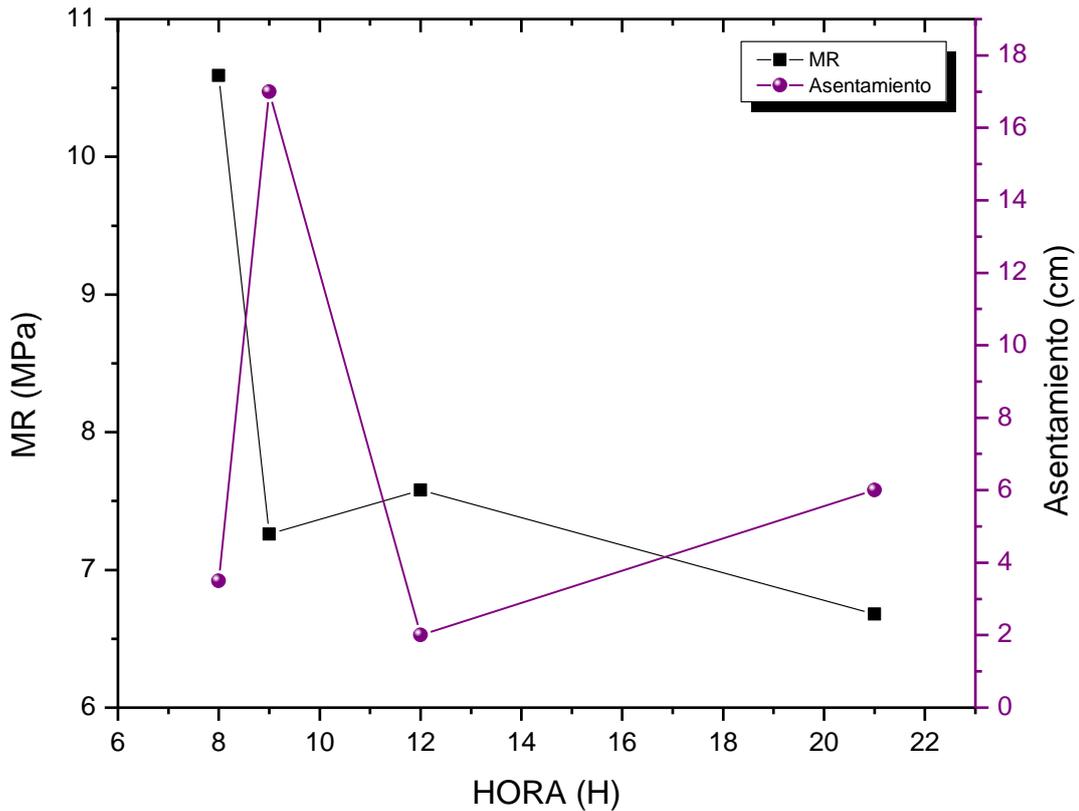


Fig. 14 Módulo de rotura Vs. Hora Vs. Asentamiento

Análisis:

En la figura 14 se muestra los diferentes valores de módulos de rotura con el horario en el cual se elaboró la masa de hormigón y el asentamiento que se midió con la masa de hormigón elaborado, obteniéndose el módulo de rotura con el valor más alto de 10.59 MPa en el horario de la mañana con un asentamiento de 3.5cm.

El valor más alto de asentamiento es de 17 cm en el horario de lluvia a las 9 de la mañana y módulo de rotura de 7.26 MPa., a las 12 pm con un asentamiento de 2 cm se obtuvo un módulo de rotura de 7.58 MPa siendo éste el menor valor de asentamiento y en la noche a las 21 pm se mide un asentamiento de 6 cm y módulo de rotura de 6.68 MPa.

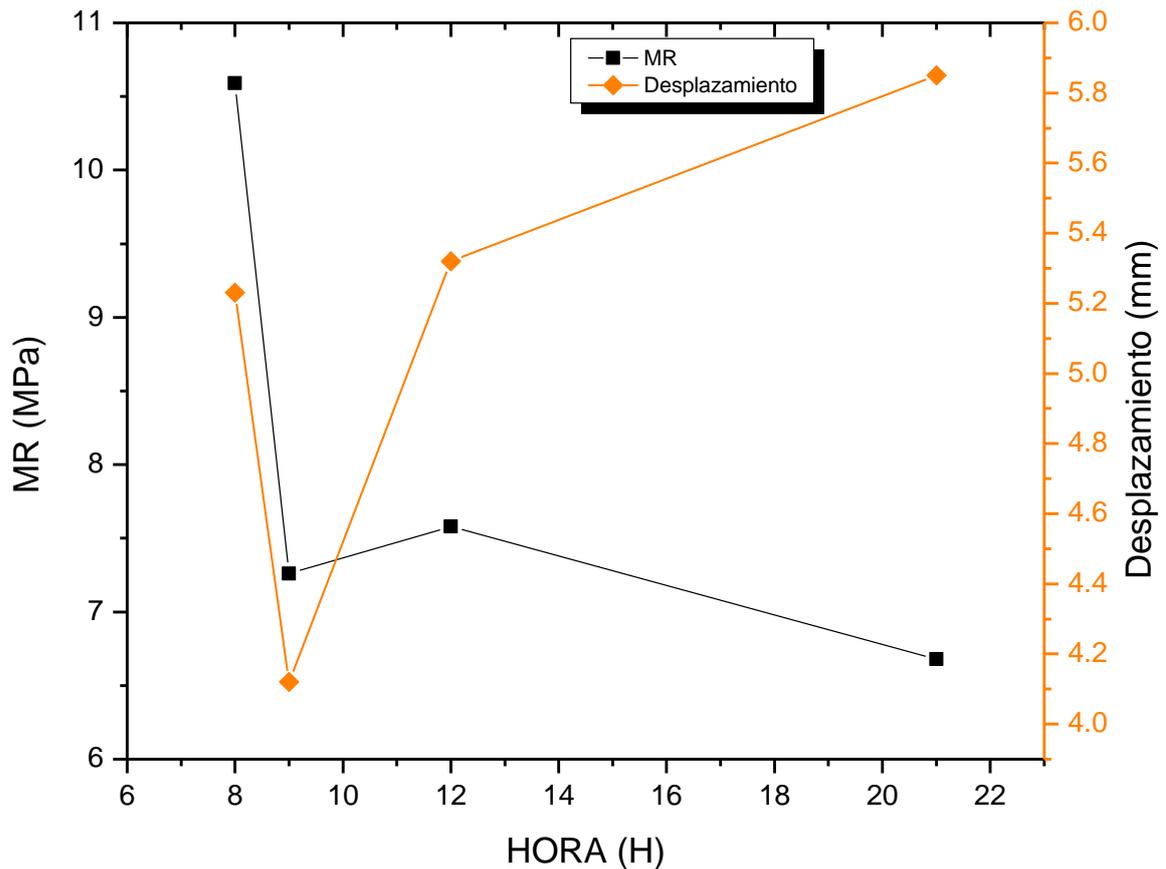


Fig. 15 Módulo de rotura Vs. Hora Vs. Desplazamiento

Análisis:

En la figura 15 se observa los diferentes valores de módulos de rotura con el horario en el cual se elaboró la masa de hormigón y el desplazamiento generado, obteniéndose el módulo de rotura con el valor más alto de 10.59 MPa y un desplazamiento de 5.23 mm.

El valor de desplazamiento más alto es de 5.85 mm en el horario de 19 pm – 22 pm y módulo de rotura de 6.68 MPa y el valor más bajo de desplazamiento se da en el horario de lluvia a las 9 de la mañana con un valor de 4.12 mm y un módulo de rotura de 7.26 MPa.

Las vigas que se hormigonaron al mediodía tuvieron un desplazamiento máx. de 5.32mm y módulo de rotura de 7.58 MPa.

Tabla XXX

PORCENTAJE DE DECREMENTO EN DIFERENTES HORARIOS.

Franja Horaria	T (°C)	P (KN)	Decremento P (%)	Módulo de Rotura (Mpa)	Decremento M. Rotura (%)
7 am - 10 am	11.8	79.43	-----	10.59	-----
11 am - 13 pm	25.9	56.83	28.45	7.57	28.52
19 pm - 22 pm	12.7	49.80	37.3	6.64	37.3
Lluvia	13.2	45.30	42.97	6.01	43.25

*Los decrementos están en relación con el valor más alto de P (79.43 KN) y MR (10.59 MPa)

Fuente: Egda. Jessenia Núñez**Análisis:**

En la Tabla XXX se muestran los valores de decrementos con respecto a los diferentes aspectos obtenidos como carga en KN, módulo de rotura MPa; el decremento que se presenta en función a la Carga máxima aumenta en cada franja horaria desde 28.45% en el mediodía, de 37.3% en la noche y de 42.97% en lluvia llegando casi a reducir la capacidad de carga hasta casi un 50% del valor más alto.

En relación con el módulo de rotura existe un decremento al igual que el de la carga máxima con un 28.52% en horario del mediodía, un porcentaje de 37.3% en horas de la noche y de 43.25% en lluvia, existiendo una tendencia que va aumentando con similares porcentajes tanto en carga máxima como también en módulo de rotura máximo y obteniendo así un decremento en los dos valores de casi la mitad de pérdida en las dos propiedades.

Finalmente las temperaturas tanto altas como bajas afectan la resistencia del concreto. En el caso de la noche, en presencia de temperaturas bajas, la resistencia pudo haber decrecido debido a las bajas temperaturas que provocaron un choque térmico con el calor de hidratación de la masa de hormigón y la superficie de la probeta, al medio día cuando se registraron las más altas temperaturas el descenso de la resistencia fue evidente debido a la pérdida acelerada del agua de amasado del hormigón, en la elaboración de las probetas en condiciones de lluvia se registran valores altos de humedad relativa dando como resultado una pérdida de la resistencia con relación a las vigas elaboradas en horas de la mañana debido al aumento de los niveles de agua variando la relación agua cemento, esto se justifica con lo analizado en investigaciones similares [29],[30].

4.3 Verificación de la hipótesis.

La hipótesis que se planteó en el presente trabajo experimental es: “La temperatura ambiental, humedad relativa y velocidad del viento influye en el comportamiento del hormigón armado en estado fresco”.

La presente hipótesis planteada pudo ser verificada a través de todos los procesos de recolección y análisis de los diferentes datos obtenidos en toda la investigación.

Se pudo determinar que la temperatura tiene una gran influencia en el comportamiento del hormigón en estado fresco puesto que altera diferentes características de la masa de hormigón como: en la trabajabilidad, el asentamiento, el tiempo de puesta en obra y en las características del hormigón endurecido igualmente importantes en la obra civil como es la resistencia y el acabado superficial.

La humedad relativa al igual que la temperatura es un factor ambiental de suma importancia a la hora de elaborar la masa de hormigón, esta humedad del aire circundante afecta en la trabajabilidad de la masa de hormigón como en el asentamiento generado al realizar el ensayo de Abrahams puesto que los resultados son muy elevados en los asentamientos que no van acorde con los calculados con la dosificación dada para la resistencia que se requiere, también en la puesta en obra y por último en las características del hormigón endurecido como en su resistencia.

En cambio, la velocidad del viento al momento de realizar la masa de hormigón se puede mencionar que no tiene mayor influencia en las características que tiene el hormigón en estado fresco puesto que las medidas de velocidad de viento son relativamente similares en todos los horarios en los cuales se elaboró la masa de hormigón.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En todos los casos, durante el proceso de hormigonado se concluye que la temperatura ambiental y la humedad relativa son los factores ambientales que más influyen en el comportamiento del hormigón en estado fresco tanto en la trabajabilidad, en la puesta en obra, en la compactación y en las horas de fraguado.
- De similar manera, la velocidad del viento no influye de una manera visible en el comportamiento del hormigón en estado fresco, esto pudo haberse dado debido a que la velocidad de viento fue similar en todos los horarios en el cual se elaboró la masa de hormigón.
- Al realizar la masa de hormigón en condiciones de llovizna se obtuvo una humedad relativa de 94.3 % y una temperatura de 13.2 °C, esto hace que se presente una variación en la relación agua cemento puesto que la masa de hormigón tuvo una trabajabilidad muy buena.
- Se establece que las vigas en condiciones de llovizna presentan una superficie no uniforme debido a las huellas de precipitaciones que se dejan caer en la cara superior de las vigas reduciendo el peralte de la misma condición que influyó en el ensayo a flexión.
- Las condiciones de lluvia y noche resultan favorables dando como resultado una trabajabilidad más idónea de la masa de hormigón debido a la elevada humedad relativa presente, y una puesta en obra óptima, sin embargo, la lluvia puede resultar desfavorable debido a que la masa se torna suelta impidiendo un adecuado proceso de compactación.
- Otro factor desfavorable son los altos valores de temperatura ambiental que se presentan en horas del medio día ya que esto provoca que la masa de hormigón tienda a secarse y perder humedad de la masa lo que complica su compactación y acabado superficial.
- El asentamiento que estuvo dentro de los rangos de 3 cm a 6 cm para el cual se realizó la dosificación es en el horario de la mañana con un valor de 3.5cm de asentamiento y el valor de asentamiento que no está dentro del rango establecido es en la lluvia con 17 cm.
- En relación con la correlación de módulos de rotura en los ensayos realizados se concluye que la resistencia a flexión más alta fue obtenida en el horario de la mañana de 7 am – 10 am con un valor de 10.59 MPa. y la resistencia a flexión más baja fue obtenida en el horario de la noche con un valor de 6.68 MPa. contrastado con la resistencia que se obtuvo en horario de la mañana este valor es un 36.92% menor.

- En el horario del medio día de 11 am – 13 pm se obtuvo una resistencia a flexión de 7.58 MPa que es menor que en horario de la mañana con un 28.42%.
- Que en el horario de lluvia se obtuvo una resistencia a flexión de 7.26 MPa que es menor que en horario de la mañana con un 31.44%.
- Todas las probetas ensayadas tuvieron valores similares de desplazamiento (alrededor de 5 mm) lo que indica que el acero fluyó en cada una de las vigas ensayadas.
- Se concluye que cada una de las probetas ensayadas a flexión fallaron a corte y flexión presentándose las fallas en diagonal y perpendiculares en el tercio medio de las vigas tal como menciona la Norma INEN 2554.
- Se concluye que las horas de la mañana de 7 am – 10 am es el mejor horario para elaborar el hormigonado por presentar las condiciones más favorables de temperatura y humedad relativa debido a que aseguraron el mejor comportamiento en las propiedades físicas y mecánicas estudiadas
- No se recomendaría hormigonar en la noche debido a las bajas temperaturas que está expuesto las vigas de hormigón durante el fraguado provocando una disminución de la resistencia a flexión a los 28 días de curado.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda cumplir con la dosificación calculada de agregados, cemento y agua dichos agregados deben ser de similares características de granulometría, densidades y contenidos de humedad para obtener la resistencia requerida, para aquello es importante realizar una buena compactación como indica la norma.
- Se recomienda evitar una excesiva manipulación de las probetas para que las mismas o se vean afectadas en sus propiedades mecánicas.
- Se recomienda que las vigas posean un recubrimiento de 1.5 cm con respecto a la armadura, para que de esta manera en los ensayos a flexión realizados actúe con mayor influencia el acero.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] O. Lozano, «Estudio experimental sobre la influencia de la temperatura ambiental en la resistencia del hormigón preparado. Bases teóricas.» *Materiales de construcción*, vol. 58, nº 291, 7-22, p. 16, 2008.
- [2] S. Steve, «El mundo,» [En línea]. Available: <http://www.elmundo.es/ciencia/2015/03/10/54fdf5bde2704ef1508b457c.html>. [Último acceso: 09 Octubre 2017].
- [3] M. J. Luis, *Influencia de la temperatura ambiental sobre el hormigón preparado*, Madrid, 2012, p. 14.
- [4] «Quito Adventure,» Quito Adventure, [En línea]. Available: <http://www.quitoadventure.com/espanol/informacion-ecuador/acerca-ecuador/clima-ecuador.html>. [Último acceso: 2017 Octubre 11].
- [5] I. J. A. Camposano, «Control de calidad en el Hormigón,» Imprenta Noción, Quito, 2009.
- [6] T. tiempo, «Tu tiempo,» [En línea]. Available: <https://www.tutiempo.net/clima/ws-841470.html>. [Último acceso: 18 Octubre 2017].
- [7] INAMHI, «INAMHI,» 2016. [En línea]. Available: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_anu.pdf. [Último acceso: 18 Octubre 2017].
- [8] G. Hamel, «Geniolandia,» 01 02 2018. [En línea]. Available: <https://www.geniolandia.com/13181757/ques-la-velocidad-del-viento>. [Último acceso: 11 02 2018].
- [9] ConceptoDefinicion.de, «ConceptoDefinicion.de,» 27 06 2015. [En línea]. Available: <http://conceptoDefinicion.de/temperatura/>. [Último acceso: 11 02 2018].
- [10] «Diccionario de arquitectura y construcción,» [En línea]. Available: <http://www.parro.com.ar/definicion-de-temperatura+ambiente>.
- [11] Reitec, «Reitec,» [En línea]. Available: www.reitec.es/Pdf/agua02.pdf. [Último acceso: 11 02 2018].
- [12] H. I. d. edificación, «ocw.usal,» [En línea]. Available: ocw.usal.es/enseanzas-tecnicas/materiales-ii/contenidos/HORMIGON%20IE.pdf. [Último acceso: 11 02 2018].
- [13] I. G. A. Rivera, «Unicauca.edu,» [En línea]. Available: <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/geanrilo/docs/.../Cap.%2006%20-%20Resistencia.pdf>. [Último acceso: 11 02 2018].
- [14] E. d. c. y. p. d. l. r. ARQHYS.com, «Revista ARQHYS,» 04 2014. [En línea]. Available: <http://www.arqhys.com/arenas.html>. [Último acceso: 11 02 2018].
- [15] SCRIBD, «SCRIBD,» [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/48390277/Cemento-Definicion>. [Último acceso: 15 02 2018].
- [16] CONCEPTODEFINICION.DE, «CONCEPTODEFINICION.DE,» [En línea]. Available: <http://conceptoDefinicion.de/agua/>. [Último acceso: 15 02 2018].

- [17] A. ASTM, de *ANSI/ASTM-C-511- Standard specification for Moist*, 1980.
- [18] B. S. C. John Newman, *Advanced Concrete Technology.*, Londres: Elsevier, 2003.
- [19] J. P. Varcарcel, «Patologías de estructuras de hormigón armado».
- [20] N. r. m. c. association, «NRMCA,» [En línea]. Available: <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP5es.pdf>. [Último acceso: 26 02 2018].
- [21] J. T. Corral, «PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION, GRIETAS Y FISURAS EN OBRAS DE HORMIGON , ORIGEN Y PREVENCION.,» *CIENCIA Y SOCIEDAD*, vol. 29, pp. 72-14, ENERO - MARZO 2004.
- [22] A. 224-1R-93, «Causas, evaluacion y repacion de fisuras en estructuras de hormigón,» [En línea]. Available: https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/Causas_evaluacion_reparacion.pdf. [Último acceso: 03 03 2018].
- [23] G. A. Rivera, «Concreto simple,» de *Libro de tecnologia, concreto y mortero*, Colombia, Universidad del Cauca.
- [24] INEN, «Norma Técnica Ecuatoriana INEN 856 Determinacion De Densidad, Densidad Relativa Y Absorcion Del Árido Fino,» Quito, 2010.
- [25] INEN, «Norma Técnica Ecuatoriana INEN 856 Determinacion De Densidad, Densidad Relativa Y Absorcion Del Árido Grueso,» Quito, 2010.
- [26] INEN, «Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2554 Hormigón de cemento hidraulico. Determinacion de la resistencia a flexion del hormigón.*Utilizando una viga simple con carga en los tercios,» Quito, 2011.
- [27] INEN, «Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 696. áridos, análisis granulométrico en los aridos fino y grueso.,» Quito, 2011.
- [28] INEN, «Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 156. Cemento Hidráulico. Determinación de la densidad.,» Quito, 2009.
- [29] Alfonso Prieto Gonzales, Javier Morales Perez, «Análisis de la influencia de factores ambientales en la resistencia a compresión en el hormigón armado,» *SEPARATA*, vol. XIII, p. 27, 2015.
- [30] Maria Soledad Gomez, Sergio Vidal, «Influencia en la resistencia a compresión de hormigones por efecto de la temperatura ambiente.,» *Revista de la construcción*, vol. V, nº 1, p. 6, 2006.

7 ANEXOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANEXOS FOTOGRÁFICOS

Nombre:	Jessenia Núñez	Ubicación:	Laboratorios FICM - UTA
Peso de recipiente.		Peso de recipiente.	
Peso de muestras.		Tamizando muestras, Ensayo de Granulometria.	
Ensayo de densidad aparente compactada.		Pesando arena compactada.	
Materiales para elaboración de masa de hormigón.		Mezclando masa para realizar cilindros de hormigón.	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANEXOS FOTOGRÁFICOS

Nombre:	Jessenia nuñez	Ubicación:	Laboratorios FICM - UTA
Cilindros de Hormigón.		Ensayo a compresión dosificación 24 MPa.	
			
Materiales pesados para elaborar hormigón.			
			
Masa de hormigón en la concretera.		Se procede a la elaboración de las vigas.	
			
Vigas terminadas		Ensayo de vigas	
			



CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANEXOS FOTOGRÁFICOS

Nombre:	Jessenia nuñez	Ubicación:	Huachi Grande
Vigas en campo en horario de lluvia			
			
Curado de vigas		Vigas en lluvia	
			
Ensayo a flexión a los 28 días.		Ensayo a flexión a los 28 días..	
			
Ensayo a flexión a los 28 días.		Ensayo a flexión a los 28 días.	
			

