

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“EVALUACIÓN DEL GRADO DE CUMPLIMIENTO DEL PROCESO
CONSTRUCTIVO DE LOSAS ALIGERADAS EN LOS CAPÍTULOS 03,
05, 06 Y 07 DE LA NORMA E-060 DEL RNE EN VIVIENDAS
AUTOCONSTRUIDAS EN LA CIUDAD DE PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

LUDWIN GERMAN CUTIPA COPALLI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“EVALUACIÓN DEL GRADO DE CUMPLIMIENTO DEL PROCESO
 CONSTRUCTIVO DE LOSAS ALIGERADAS EN LOS CAPÍTULOS 03, 05, 06 Y 07
 DE LA NORMA E-060 DEL RNE EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA
 CIUDAD DE PUNO”

TESIS PRESENTADA POR:

LUDWIN GERMAN CUTIPA COPALLI

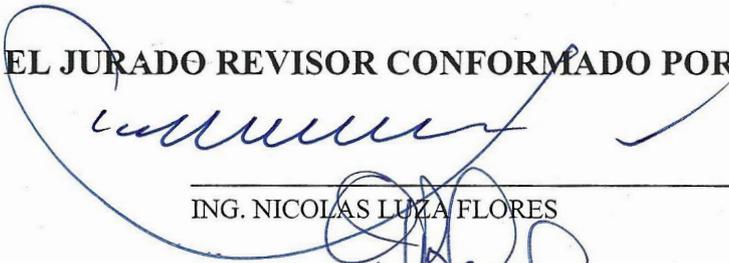
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL



APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:



 ING. NICOLAS LUZA FLORES

PRIMER MIEMBRO:



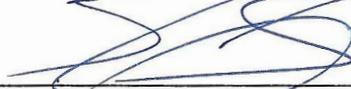
 D.Sc. FELIX ROJAS CHAHUARES

SEGUNDO MIEMBRO:



 ING. GLENY ZOILA DE LA RIVA TAPIA

DIRECTOR / ASESOR:



 DR. SAMUEL HUAQUISTO CACERES

Tema: Procesos Constructivos

Área : Construcciones

Línea de investigación: Construcciones y Gerencia

DEDICATORIA

A Dios por el apoyo espiritual de todo cuanto soy.

A mis Padres por hacer del esfuerzo, fe y trabajo una virtud a seguir.

A mis hermanos y personas queridas que me rodean por acompañarme en esta vida y por quienes son la memoria de hacer de este mundo un lugar mejor.

AGRADECIMIENTOS

A mis Padres y mi familia por colaborar y ser apoyo en este proyecto integral de vida.

A la primera casa de estudios la Universidad Nacional del Altiplano – Puno

A mi querida Escuela Profesional de Ingeniería Civil y en conjunto con los integrantes de esta gran familia, en especial mis compañeros de código por las provechosas experiencias educativas y sociales que se vivió en el tiempo que permanecí en ella.

Mis sinceros agradecimientos a los docentes de la facultad de Ingeniería Civil de la UNA Puno por impartir el conocimiento base para el desarrollo profesional de un ingeniero, de manera especial a los ingenieros Nicolás Luza Flores, Feliz Rojas Chahuares, Gleny Zoila de la Riva Tapia y Samuel Huaquisto Cáceres por su atención y contribución a la culminación de este trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	10
ABSTRACT.....	13
CAPITULO I.....	14
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
a) Problema general	15
b) Problemas específicos.....	15
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	15
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
CAPITULO II	18
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	18
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.2 BASES TEÓRICAS	20
2.2.1 AUTOCONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	20
2.2.2.1. ASPECTO TÉCNICO DEL CONCRETO INFORMAL.....	20
2.2.2 PATOLOGÍA DEL CONCRETO.....	21
2.2.3 LOSAS ALIGERADAS.....	21
2.3.1. LOSAS ALIGERADAS.....	22
2.3.2. LOSA EN UNA SOLA DIRECCIÓN.....	22
2.3 MATERIALES.....	23
2.3.1. ACERO	23
2.3.1.1 Características de las barras de construcción	23
2.3.1.2 Detalles de refuerzo según la norma e.060.....	24
2.3.2. CEMENTO	33
2.3.2.1 Almacenamiento del cemento en obra.....	34
2.3.3. AGREGADOS.....	35
2.3.3.1 Definición	35
2.3.3.2 Clasificación.....	36
2.3.3.3 Agregados finos	36
2.3.3.4 Agregados grueso	36

2.3.3.5	Hormigón	37
2.3.3.6	Indicaciones de la norma E.060	37
2.3.4.	AGUA PARA EL CONCRETO	39
2.3.4.1	Generalidades	39
2.3.4.2	Requisitos obligatorios.....	40
2.3.4.3	Calidad del agua.....	41
2.3.5.	ALBAÑILERÍA EN LOSAS ALIGERADAS	45
2.3.5.1	Características generales	45
2.3.5.2	Pruebas.....	45
2.3.5.3	Ladrillo en losas aligeradas	46
2.3.6.	MATERIALES SEGÚN LA NORMA E.060	46
2.4	CONCRETO.....	48
2.4.1	MEZCLADO DEL CONCRETO	48
2.4.1.1	Equipo usado	48
2.4.1.2	Procedimiento para cargar la mezcladora.....	49
2.4.1.3	Tiempo de mezclado.....	50
2.4.1.4	Mezclado del concreto según la norma E.060.....	50
2.4.2	DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO	51
2.4.2.1	Objetivo de la dosificación.....	52
2.4.2.2	Dosificación según la norma E.060	54
2.4.3	TRANSPORTE INTERNO DEL CONCRETO.....	56
2.4.3.1	Retrasos.....	57
2.4.3.2	Endurecimientos.....	57
2.4.3.3	Segregación	57
2.4.3.4	Etapas del transporte.....	58
2.4.3.5	Transporte interno y colocación	58
2.4.3.6	Carretillas manuales y motorizadas	58
2.4.4	COLOCACIÓN DEL CONCRETO	59
2.4.4.1	Temperatura en la colocación del concreto	61
2.4.4.2	Colocación del concreto según la norma E.060	63
2.4.5	CONSOLIDACIÓN O COMPACTACIÓN DEL CONCRETO.....	65
2.5	ENCOFRADOS.....	66
2.16.1	Análisis de encofrados.....	66
2.16.2	Metodología del encofrado	67
2.16.3	Sistema de encofrado de madera	68
2.16.4	Requisitos de la madera para encofrados	69

2.16.5	Encofrados según la norma E.060	70
2.6	TUBERÍAS EMBEBIDAS	71
2.6.1	TUBERÍAS EMBEBIDAS EN EL CONCRETO SEGÚN LA NORMA E.060 71	
2.6.2	MONTAJE DE TUBERÍAS DE DESAGÜE EN VIGAS	73
2.6.3	TUBERÍAS EN LOSA ALIGERADA.....	73
2.7	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	74
	CAPITULO III.....	76
	III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	76
3.1	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	76
3.2	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	76
3.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	77
3.3.1	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	77
3.3.2	INSTRUMENTOS	77
3.3.2.1.	Ficha de trabajo.....	77
3.3.2.2.	Observación estructurada	78
3.3.2.3.	Descripción detallada de la ficha de trabajo.....	78
3.3.2.4.	Datos generales	78
3.3.2.5.	Datos técnicos	78
3.3.2.6.	Cuadro resumen	79
3.4	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	83
	CAPITULO IV	85
	IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	85
4.1	RESULTADO RESUMEN.....	85
4.2	RESULTADOS DE PROCESOS INCORRECTOS Y OBSERVACIONES COMUNES ENCONTRADAS EN LAS VIVIENDAS EVALUADAS	98
4.3	GRÁFICOS Y ESTADÍSTICAS	103
	CAPITULO V.....	108
	V. CONCLUSIONES.....	108
	VI. RECOMENDACIONES	109
	CAPITULO VII.....	110
	VII. REFERENCIAS	110
	ANEXOS	112
	ANEXO 01	112
	ANEXO 02	128
	ANEXO 03	148

ANEXO 04	152
-----------------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipo de losas estructurales.....	23
Figura 2: Dimensiones y pesos nominales	24
Figura 3: Ganchos de barras longitudinales, estribos y grapas suplementarias.	25
Figura 4 : Diámetros interiores mínimos de doblado de barras.	26
Figura 5: Separación máxima de barras sin apoyo lateral.....	31
Figura 6: Forma de colocación y almacenaje del cemento.	35
Figura 7: Ladrillo para techo 30x30.....	46
Figura 8: Características de un trompo mezclador de 9P3, 1 bolsa	49
Figura 9: Ficha técnica de winche eléctrico	49
Figura 10: Encofrado de Techo Aligerado.....	68
Figura 11: Instalación de tuberías en vigas.	73
Figura 12: Tuberías en losas aligeradas.	73
Figura 13: Grafico en porcentaje del cumplimiento según los capítulos 03, 05, 06 y 07 de la norma E.060 del RNE.	103
Figura 14: Grado de cumplimiento según el capítulo 03 de la norma E.060 del RNE	104
Figura 15: Grado de cumplimiento según el capítulo 05 de la norma E.060 del RNE	104
Figura 16: Grado de cumplimiento según el capítulo 06 de la norma E.060 del RNE	105
Figura 17: Grado de cumplimiento según el capítulo 07 de la norma E.060 del RNE	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tolerancia para peralte efectivo.....	27
Tabla 2: Concentración tolerable de impurezas en agua de mezcla.....	43
Tabla 3: Resumen de f^c promedio en techos de vivienda autoconstruidas.....	52
Tabla 4: Promedio de temperatura normal para Puno.....	62
Tabla 5: Enumeración de datos contenidos en cuadro resumen.....	79
Tabla 6: Grado de cumplimiento según indicadores evaluados de la norma E.060 del RNE.	85
Tabla 7: Tabla de resultados del ensayo del esclerómetro	101
Tabla 8: Tabla comparativa de medidas y distancias de encofrado	102
Tabla 9: Porcentaje de cumplimiento de la norma E.060 en las viviendas objeto de estudio... ..	106
Tabla 10: Porcentaje de cumplimiento según capítulos evaluados de la norma E.060 del RNE.	106
Tabla 11: Resumen de vivienda N° 01.....	128
Tabla 12: Resumen de vivienda N° 02.....	129
Tabla 13: Resumen de vivienda N° 03.....	130
Tabla 14: Resumen de vivienda N° 04.....	131
Tabla 15: Resumen de vivienda N° 05.....	132
Tabla 16: Resumen de vivienda N° 06.....	133
Tabla 17: Resumen de vivienda N° 07.....	134
Tabla 18: Resumen de vivienda N° 08.....	135
Tabla 19: Resumen de vivienda N° 09.....	136
Tabla 20: Resumen de vivienda N° 10.....	137
Tabla 21: Resumen de vivienda N° 11.....	138
Tabla 22: Resumen de vivienda N° 12.....	139

Tabla 23: Resumen de vivienda N° 13.....	140
Tabla 24: Resumen de vivienda N° 14.....	141
Tabla 25: Resumen de vivienda N° 15.....	142
Tabla 26: Resumen de vivienda N° 16.....	143
Tabla 27: Resumen de vivienda N° 17.....	144
Tabla 28: Resumen de vivienda N° 18.....	145
Tabla 29: Resumen de vivienda N° 19.....	146
Tabla 30: Resumen de vivienda N° 20.....	147
Tabla 31: Procesamiento de datos para hallar Resistencia promedio (kg/cm ²).....	150

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RNE	:	Reglamento Nacional de Edificaciones
$f'c$:	Resistencia a la compresión del concreto, kg/cm^2 .
C°	:	Concreto
T°	:	Temperatura
db	:	Diámetro nominal de una barra
A°F°	:	Agregado fino.
A°G°	:	Agregado grueso
W%	:	Contenido de humedad
TM	:	Tamaño máximo del agregado.
TMN	:	Tamaño máximo nominal del agregado.
mf	:	Módulo de fineza del agregado fino.
mg	:	Módulo de fineza del agregado grueso.
a/c	:	Relación agua/cemento.
P.U.	:	Precio unitario.
ACI	:	American Concrete Institute.
ASTM	:	American Society of Testing Materials.
NTP	:	Norma Técnica Peruana.
CPC	:	Concreto patrón producido en losas de techo de viviendas autoconstruidas.
CPC+ AD0.7	:	Concreto patrón producido en losas de techo de viviendas autoconstruidas con adición de aditivo superplastificante en 0.70 % del peso del cemento.

CPC+AD1.05: Concreto patrón producido en losas de techo de viviendas autoconstruidas con adición de aditivo superplastificante en 1.05 % del peso del cemento.

CPC+AD1.40: Concreto patrón producido en losas de techo de viviendas autoconstruidas con adición de aditivo superplastificante en 1.40 % del peso del cemento.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la manera en que se realiza el proceso constructivo de losas aligeradas en viviendas autoconstruidas en la Ciudad de Puno, determinar si este proceso sigue y cumple las normas vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, que herramienta y equipos se utiliza para este proceso, también verificar la calidad y estado de los materiales y el procedimiento del encofrado. Para conseguir la información requerida se recoge los datos estando físicamente en los procesos de construcción de las losas de las viviendas evaluadas tomando muestras aleatoriamente, analizando lo que es necesario según el objeto de la investigación, se tiene como instrumento principal unas fichas técnicas que nos ayuda a determinar el grado de cumplimiento de lo que estipula el Reglamento Nacional de Edificaciones, en relación a los capítulos 03, 05, 06 y 07 de la norma E.060 Concreto armado. Por razones antes mencionadas realizamos un análisis de este tema, enfocándonos en un aspecto específico, en el proceso constructivo vaciado de losas en viviendas autoconstruidas en el último trimestre del año 2018 y primer trimestre del 2019. El trabajo de investigación tiene como fin conocer el grado de cumplimiento del proceso constructivo de losas aligeradas en viviendas autoconstruidas en Puno, específicamente en los barrios Llavini, Los andes Cancharani, Manto Central, Manto Norte, Santa Cruz, Laykakota, Virgen de las Mercedes, Manto 2000, Los reflejos de San Valentín, Aprovi, Chanu chanu, Machallata y centros poblados de Salcedo y Jayllihuaya.

Palabras Clave: Grado de cumplimiento, vaciado de losas, viviendas autoconstruidas, norma E.060.

ABSTRACT

The objective of this research work is to evaluate the way in which the construction process of lightened slabs is carried out in self-built homes in the City of Puno, to determine if this process follows and complies with the current regulations of the National Building Regulations, which tool and equipment It is used for this process, also verify the quality and condition of the materials and the formwork procedure. In order to obtain the required information, the data is collected physically in the construction processes of the slabs of the evaluated houses taking samples randomly, analyzing what is necessary according to the object of the investigation, it has as a main instrument technical data sheets that help us to determine the degree of compliance with what is stipulated in the National Building Regulations, in relation to chapters 03, 05, 06 and 07 of the E.060 armed concrete standard. For reasons mentioned above we conducted an analysis of this issue, focusing on a specific aspect, in the construction process emptying slabs in self-built housing in the last quarter of 2018 and the first quarter of 2019. The research work has as an end to know the degree of compliance with the construction process of slabs lightened in self-built homes in Puno, specifically in the neighborhoods, Llavini, Los Andes Cancharani, Manto Central, Manto Norte, Santa Cruz, Laykakota, Virgen de las Mercedes, Manto 2000, Los reflejos de San Valentín, Aprovi, Chanu chanu, Machallata and population centers of Salcedo and Jayllihuaya.

Key Words: Degree of compliance, emptying of slabs, self-built housing, standard E.060.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las construcciones informales en el país son categorizados como deficientes, existe un problema latente sobre este ámbito de construcción, es por eso que esta investigación aborda un aspecto específico de toda la problemática, busca determinar en qué grado el vaciado de losas en viviendas autoconstruidas cumplen la norma E.060 enfocándonos en el proceso constructivo de este.

Estos últimos años en la ciudad de Puno no hubo un descenso del índice de construcciones informales, situación que preocupa ya que entendemos se debe realizar una evaluación en el periodo 2018 – 2019.

En la década del cincuenta el Perú incursionó en la experiencia de desarrollar y ejecutar proyectos orientados a reducir el déficit de viviendas. Esta medida fue tomada en similitud a todos los países del continente. El sector vivienda, a través de instituciones, como la Corporación y el Instituto de la Vivienda planificaron proyectos de vivienda mediante dos sistemas: “Las licitaciones públicas para la habilitación urbana y construcciones masivas” y “La autoconstrucción asistida para programas de vivienda en lotes con servicios”. En la década del setenta al ochenta, cuando la población urbana se multiplica y los problemas de vivienda se agudizan, la falta de asistencia técnica, promoción y financiamiento, hace que el proceso de construcción de vivienda sea “informal”, es decir, el sistema de autoconstrucción, al no tener asesoría técnica, adquiere una dinámica propia que supera todas las barreras formales. (Santos, 2002, pág. 4)

Hasta el momento se han abordado temas referentes a la problemática de construcciones informales con diferentes enfoques, pero esta investigación toma un enfoque diferente no abordado hasta la fecha.

Con la información recogida de la investigación nos visualiza mejor el proceso constructivo y así tomar medidas de corrección respecto al problema y poder inferir por ejemplo de que pasaría si ocurriera un sismo de magnitud considerable. En la ciudad de Puno han ocurrido movimientos telúricos como el

sismo del primero de diciembre del 2016 con una intensidad de 6.0 ML, también mencionamos el sismo del seis de enero del 2019 con una intensidad de 5.0 ML en Ocuwiri. (Instituto Geofísico del Perú, 2019)

Por ello, la presente investigación pretende determinar el grado de cumplimiento del proceso constructivo de losas aligeradas en la ciudad de Puno.

Así, ante lo expuesto se responderá la siguiente pregunta:

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

a) Problema general

- ✓ ¿Cuál es el grado de cumplimiento del proceso constructivo de losas aligeradas en viviendas autoconstruidas en la ciudad de Puno del último trimestre del 2018 y primer trimestre del año 2019 en relación a los capítulos 03, 05, 06 y 07 de la norma E.060 del RNE?

b) Problemas específicos

- ✓ ¿Cuál es el grado de cumplimiento del proceso de vaciado de losas en viviendas autoconstruidas en la ciudad de Puno según el capítulo 03 de la norma E.060 del RNE?
- ✓ ¿Cuál es el grado de cumplimiento del proceso de vaciado de losas en viviendas autoconstruidas en la ciudad de Puno según el capítulo 05 de la norma E.060 del RNE?
- ✓ ¿Cuál es el grado de cumplimiento del proceso de vaciado de losas en viviendas autoconstruidas en la ciudad de Puno según el capítulo 06 de la norma E.060 del RNE?
- ✓ ¿Cuál es el grado de cumplimiento del proceso de vaciado de losas en viviendas autoconstruidas en la ciudad de Puno según el capítulo 07 de la norma E.060 del RNE?

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La investigación se realiza porque en la actualidad no se tiene investigaciones que abordan el problema de viviendas autoconstruidas con el enfoque de evaluación del proceso constructivo de losas aligeradas, carecemos de

información como los errores comunes que realiza la mano de obra encargada de construir una vivienda familiar en la ciudad de Puno, todo esto siguiendo las normas, criterios y requisito mínimos de la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

La información útil de la investigación realizada nos permite también conocer con mayor veracidad el grado de cumplimiento de la norma E.060 del RNE en el vaciado de losas aligeradas en viviendas autoconstruidas de la ciudad de Puno.

En el aspecto económico, la investigación nos facilita una mejor planeación del procedimiento de vaciado de losas aligeradas que tiene como consecuencia una vivienda más segura reduciendo riesgos de rajaduras en la estructura y colapso que por consiguiente reduce gastos innecesarios que podrían producirse en un futuro para la reparación y reconstrucción si se diera el caso.

En el aspecto social, se pretende informar a la población en general, especialmente a la población afecta a esta tema, población obrera de la región Puno sobre las ventajas que proporciona un adecuado proceso de vaciado de losas en viviendas autoconstruidas.

En el aspecto ambiental, concientización de los efectos perjudiciales para el medio ambiente de algunas prácticas inadecuadas en el proceso de vaciado de losas aligeradas en viviendas autoconstruidas de la región, reciclando y evitando la utilización de materiales contaminantes para el entorno natural.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el grado de cumplimiento del proceso constructivo en losas aligeradas en viviendas autoconstruidas de la ciudad de Puno del último trimestre del 2018 y primer trimestre del 2019 en relación a los capítulos 03, 05, 06 y 07 de la norma E.060 del RNE.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar el grado de cumplimiento en el proceso de vaciado de losas aligeradas en viviendas autoconstruidas en la ciudad de Puno según el capítulo 03 de la norma E.060 del RNE.
- ✓ Determinar el grado de cumplimiento del proceso de vaciado de losas aligeradas en la ciudad de Puno según el capítulo 05 de la norma E.060 del RNE.
- ✓ Determinar en qué grado se cumple el proceso de vaciado de losas aligeradas en viviendas autoconstruidas en la ciudad de Puno según el capítulo 06 de la norma E.060 del RNE.
- ✓ Determinar en qué grado se cumple el proceso de vaciado de losas aligeradas en viviendas autoconstruidas en la ciudad de Puno según el capítulo 07 de la norma E.060 del RNE.

CAPITULO II

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

(Pazos Pingo Dorita Yulissa, 2015) En su trabajo de tesis tiene como objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto armado para buscar el estado actual de las losas aligeradas de la posta médica los algarrobos - distrito Piura - provincia Piura, y para muestrear la posta medica se seleccionó el método de muestreo aleatorio simple o al azar de tal manera que los resultados serán satisfactorios, se lograra determinar el número índice de condición de 15 columnas y que permitirá en alguna forma ver el grado de alteración que afecte a la seguridad en la posta médica. En la inspección técnica se verificaran los parámetros a las que se estiman para mediante un cuadro comparador ver en qué grado se encuentran las estructuras de concreto armado de la posta medica los algarrobos. Las conclusiones a la que se llevo fue: La Losa superior de la Construcción ha disminuido considerablemente su espesor, se aprecia pérdida del acero estructural e incluso algunos aceros ya no poseen adherencia con el concreto y están desprendidos. Existe fisuración en la losa superior. Existe una contaminación superficial y perdida de sección en aproximadamente 3 cm. Se observa a simple vista un concreto de buena especificación y construcción. Sin haber realizado pruebas no destructivas, se aprecia que el concreto en general, es de buena calidad.

(Flores de los Santos Roberto A., 2002) En su investigación de tesis tiene como objetivo contribuir a la reducción de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas y así como conocer las principales características estructurales y obtener un diagnóstico preliminar y local de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en dos distritos de la ciudad de Lima, donde la autoconstrucción está generalizada. Este trabajo estudio las características estructurales de viviendas autoconstruidas en dos distritos de la ciudad, luego se determinó la vulnerabilidad sísmica de viviendas en los distritos estudiados, y se estimó los daños que sucederían en las viviendas después de un terremoto. Para lograr los objetivos planteados en esta investigación se desarrolló la metodología siguiente: primero realizar una investigación bibliográfica, luego

la selección de zonas de estudio, tener una ficha de estudio, encuestar las viviendas de la zona de estudio para finalmente realizar el procesamiento de datos. Sus conclusiones fueron: En general, las viviendas autoconstruidas en los distritos de Villa el Salvador y Carabayllo presentan una calidad de construcción mediana, sin embargo muchas de las viviendas encuestadas presentan problemas estructurales, que podrían afectar adversamente su desempeño sísmico. Los factores adversos más comunes son las rajaduras en muros, la presencia de eflorescencia que destruye la albañilería y la corrosión del acero de refuerzo en elementos estructurales. Otro problema frecuente se debe a que muchas veces los pobladores, por desconocimiento, construyen sus viviendas en zonas que no son sísmicamente adecuadas, como suelo no consolidado, zonas de gran pendiente, quebradas entre cerros y rellenos.

(Universidad Nacional de Ingeniería, 2011) en su boletín de investigación del Instituto de investigación tiene como objetivo identificar los problemas constructivos en las viviendas autoconstruidas del distrito de Independencia en la Ciudad de Lima, para esto se utilizó como metodología el diagnóstico en 50 viviendas autoconstruidas de dicho distrito, de las cuales 5 han sido seleccionadas para el estudio, teniendo hojas de campo para la identificación de los problemas que presenta las viviendas evaluadas. Se concluye problemas comunes en las viviendas tales como problemas de cimentación, problemas en muros de albañilería, columnas, vigas y techos; dentro de los problemas encontrados en vigas y techos, los principal son: juntas de construcción inapropiada, acero descubierto al aire libre, cangrejeras, estribos inadecuados, discontinuidad de columnas, vigas con presencia de tuberías de desagüe, dimensiones inapropiadas y corrosión del acero.

(Silva Bustos Natalia A., 2011) Como antecedente internacional en su trabajo de tesis tiene como objetivo evaluar el riesgo sísmico en algunas comunas de la Región Metropolitana, mediante un análisis de vulnerabilidad sísmica estructural a una muestra de viviendas sociales construidas entre los años 1980 y 2001, distribuidas en 12 comunas de la región metropolitana del estado de Chile, y a través de la generación de mapas de peligro sísmico probabilístico y determinístico. Para realizar este estudio se tomara los siguientes procedimientos metodológicos: clasificar las construcciones a analizar, definir los grados de daños

para estas construcciones y establecer una distribución estadística de los daños en función del grado de intensidad. Se tiene como conclusiones que la albañilería de ladrillos cerámicos corresponde al material de construcción más usado en las zonas urbanas del país. El comportamiento sísmico de las construcciones de albañilería de ladrillo reforzada (en especial confinada) ha sido en general satisfactorio en estructuras de hasta 3 ó 4 pisos de altura, poniendo de manifiesto la eficacia de confinar la albañilería con elementos de hormigón armado y la albañilería reforzada ha mostrado un comportamiento satisfactorio en los pasados terremotos, cuando las estructuras han sido apropiadamente diseñadas y construidas.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 AUTOCONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

Las viviendas autoconstruidas; son denominadas así, por no tener asistencia ingenieril. Por lo mismo no cumplen con los requisitos mínimos de diseño, calidad de materiales, construcción y control, todos estos aspectos sumados a la mala ubicación, a la economía de la población, desconocimiento sismorresistente y a una configuración estructural deficiente, nos llevan a la problemática de estas viviendas frente a los sismos. (UNI, 2011)

Se entiende por autoconstrucción a la práctica de edificar una vivienda por el mismo propietario, que producto de su carencia económica o por necesidad de ahorro construye sin asesoría de profesionales en la construcción. Generalmente los dueños del terreno optan por pedir ayuda de sus familiares para construir casas; por otro lado, están aquellos que tienen los fondos necesarios para contratar los servicios de un maestro de obra y personal, quienes, en su mayoría, basan sus trabajos en conocimientos empíricos. (Garay Pichardo & Quispe Cotrina, 2016).

2.2.2.1. ASPECTO TÉCNICO DEL CONCRETO INFORMAL

El método que utilizan para la producción del concreto informal repercute directamente en su calidad, durabilidad y resistencia; también influyen las características de los materiales que lo conforman, como por

ejemplo el cemento y agua. A continuación, se comenta cómo la cantidad de cemento y agua intervienen en la variabilidad del concreto:

a) *Cantidad de cemento en la mezcla de concreto*: De acuerdo al estudio realizado, se concluyó que la mayoría de obras utilizan 8 bolsas de cemento por m³ de concreto, cantidad que se puede reducir tomando como alternativa el correcto empleo del aditivo superplastificante acompañado de un buen diseño de mezcla. El exceso en la proporción del cemento influye en los resultados de resistencia a la compresión.

b) *Contenido de agua en la mezcla de concreto*: La cantidad de agua con relación a la cantidad de cemento influye en la calidad del concreto endurecido. Un alto contenido de agua tiene como resultado una resistencia inferior y menor módulo de elasticidad; y, por tanto, tiene una mayor tendencia al cambio de volumen debido a la contracción por secado. (Garay Pichardo & Quispe Cotrina, 2016)

2.2.2 PATOLOGÍA DEL CONCRETO

La Patología del Concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto, que se manifiesta por diferentes mecanismos de deterioro que sufren las viviendas.

El concreto puede sufrir, durante su vida, defectos o daños que alteran su estructura interna y comportamiento. Algunos pueden ser congénitos por estar presentes desde su concepción y/o construcción; otros pueden haberlo atacado durante alguna etapa de su vida útil; y otros pueden ser consecuencia de accidentes. Los síntomas que indican que se está produciendo daño en la estructura incluyen manchas, cambios de color, hinchamientos, fisuras, pérdidas de masa u otros. (Rivva, 2012)

2.2.3 LOSAS ALIGERADAS

En las construcciones de concreto reforzado las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles. Una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana, generalmente horizontal, cuyas superficies superior e inferior son paralelas o casi paralelas entre sí. Puede estar apoyada en vigas de concreto

reforzado (y se vacía por lo general en forma monolítica con estas vigas), en muros de mampostería o de concreto reforzado, en elementos de acero estructural, en forma directa en columnas o en el terreno en forma continua. (Arthur, 2001, pág. 365)

2.3.1. LOSAS ALIGERADAS

Está constituida por viguetas de concreto armado distanciadas 0.40m entre ejes y conectadas por una losita superior de 5cm de espesor. El espacio entre viguetas esta relleno por ladrillos de arcilla o bloques huecos de concreto que sirven para aligerar la losa y para conseguir una superficie plana de cielo raso. (Abanto Castillo F. , 2005, pág. 68)

2.3.2. LOSA EN UNA SOLA DIRECCIÓN

Las losas armadas en una dirección son paneles de piso de concreto para los cuales la relación de luz mayor a la luz menor es igual o mayor a 2.0. Cuando esta relación es menor que 2 el panel de piso llega a ser una losa en dos direcciones. Una sola en una dirección es diseñada como un paño de viga de ancho de 1m usando el mismo procedimiento de análisis y diseño que el de viga con refuerzo simple. (Morales, pág. 226)

Las losas se pueden apoyar sólo en dos lados opuestos, como en la figura la, caso en que la acción estructural de la losa es fundamentalmente en una dirección, puesto que transmite las cargas en la dirección perpendicular a la de las vigas de apoyo. También es posible que haya vigas en los cuatro lados, como en la figura lb, de modo que se obtiene una acción de losa en dos direcciones. Asimismo pueden suministrarse vigas intermedias, como aparece en la figura 1.c. Si la relación entre la longitud y el ancho de un panel de losa es mayor que un valor alrededor de dos, la mayor parte de la carga se transmite en la dirección corta hacia las vigas de apoyo y se obtiene, en efecto, acción en una dirección, aunque se proporcionen apoyos en todos los lados. (Arthur, 2001)

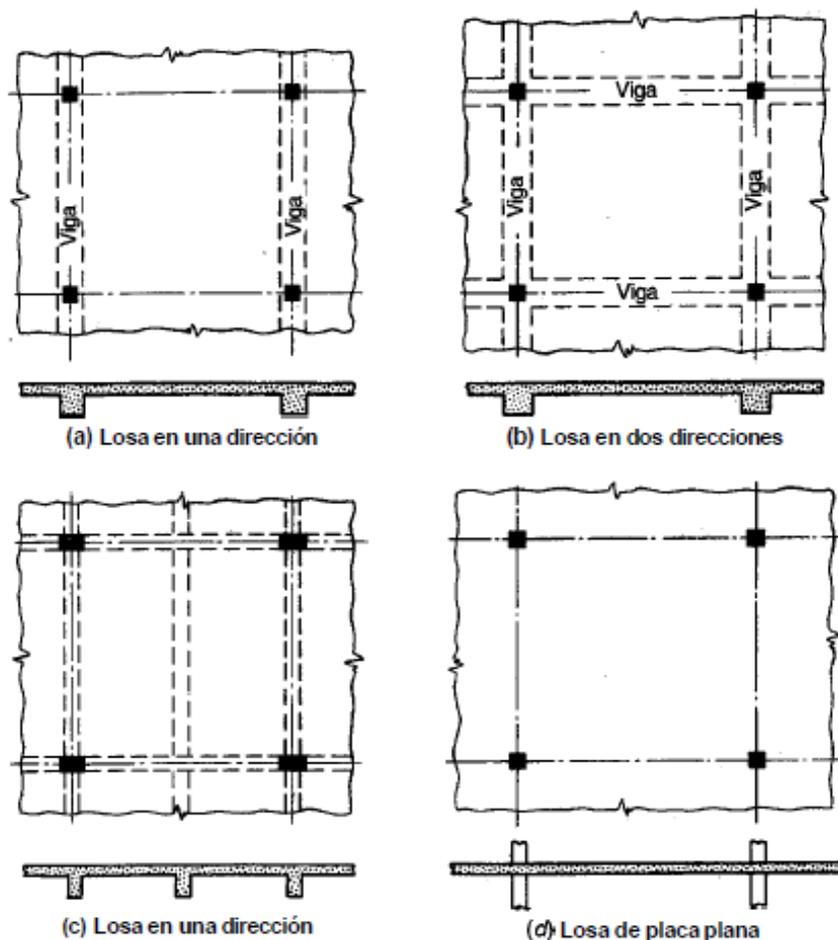


Figura 1: Tipo de losas estructurales

Fuente: (Arthur, 2001)

2.3 MATERIALES

2.3.1. ACERO

El acero es un material que se utiliza en forma combinada con el concreto, para la construcción de elementos estructurales tales como: vigas, columnas, zapatas, losas, etc.; de tal manera que el acero resiste los esfuerzos de tracción y el concreto los de compresión. (Abanto Castillo F. , 2005)

2.3.1.1 Características de las barras de construcción

Las barras de refuerzo utilizadas en la construcción de los elementos estructurales de concreto armado son producidas en nuestro país por las empresas SIDERPERU y ACEROS AREQUIPA S.A., son de sección circular y presentan configuraciones superficiales para aumentar

la adherencia entre el concreto y el acero. Este acero es de grado 60 con un punto de fluencia de 4,200 kg/cm². (Abanto Castillo F. , 2005)

El acero de refuerzo en concreto armado son varillas de sección redonda, las cuales tienen corrugaciones cuyo fin es restringir el movimiento longitudinal de las varillas relativo al concreto que las rodea. (Morales Morales, pág. 7)

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES				
DIAMETRO DE BARRA		SECCION (mm ²)	PERIMETRO (mm)	PESO METRICO NOMINAL (kg/m)
Pulg.	mm			
-	6	28	18.8	0.220
-	8	50	25.1	0.395
3/8	-	71	29.9	0.560
-	12	113	37.7	0.888
1/2	-	129	39.9	0.994
5/8	-	199	49.9	1.552
3/4	-	284	59.8	2.235
1	-	510	79.8	3.973
1 3/8	-	1006	112.5	7.907

Figura 2: Dimensiones y pesos nominales

Fuente: (Ficha técnica, Aceros Arequipa)

2.3.1.2 Detalles de refuerzo según la norma e.060

Detalles del refuerzo

Ganchos estándar

El término gancho estándar se emplea en esta Norma con uno de los siguientes significados:

- a) Un dobléz de 180° más una extensión de 4 db, pero no menor de 65 mm hasta el extremo libre de la barra.
- b) Un dobléz de 90° más una extensión de 12 db hasta el extremo libre de la barra.
- c) Para ganchos de estribos y ganchos de grapas suplementarias:
 - Para barras de 5/8" y menores, un dobléz de 90° más una extensión de 6 db al extremo libre de la barra; o

- Para barras desde 3/4" hasta 1" inclusive, un doblado de 90° más una extensión de 12 db al extremo libre de la barra; o
- Para barras de 1" y menores, un doblado de 135° más una extensión de 6 db al extremo libre de la barra.

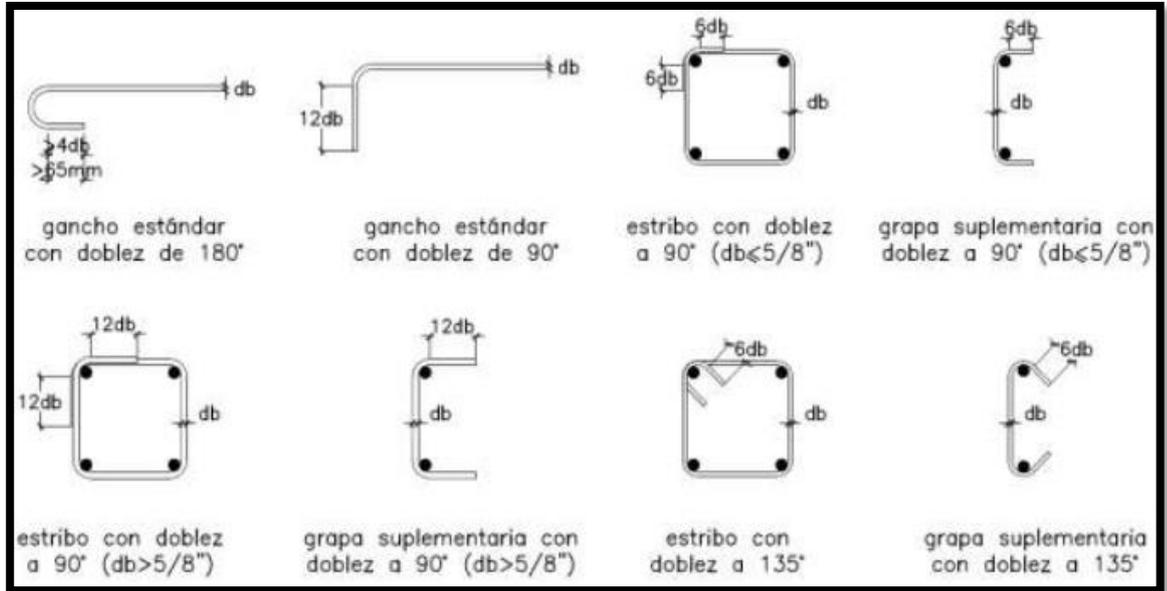


Figura 3: Ganchos de barras longitudinales, estribos y grapas suplementarias.

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

Diámetros mínimos de doblado

d) El diámetro de doblado, medido en la cara interior de la barra, excepto para estribos de diámetros desde 1/4" hasta 5/8", no debe ser menor que lo indicado en la figura 4.

f) El diámetro interior de doblado para estribos no debe ser menor que 4 db para barras de 5/8" y menores. Para barras mayores que 5/8", el diámetro de doblado debe cumplir con lo estipulado en la figura 4.

Diámetro de las barras	Diámetro mínimo de doblado
1/4" a 1"	6 db
1 1/8" a 1 3/8"	8db
1 11/16" a 2 1/4"	10db

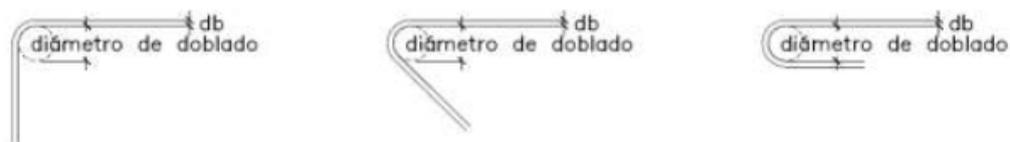


Figura 4 : Diámetros interiores mínimos de doblado de barras.

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

Doblado

- g) Todo el refuerzo deberá doblarse en frío, a menos que el Ingeniero Proyectista permita hacerlo de otra manera.
- h) Ningún refuerzo parcialmente embebido en el concreto puede ser doblado en la obra, excepto cuando así se indique en los planos de diseño o lo permita el Ingeniero Proyectista.

Condiciones de la superficie del refuerzo

- i) En el momento que es colocado el concreto, el refuerzo debe estar libre de polvo, aceite u otros recubrimientos no metálicos que reduzcan la adherencia. Se permiten los recubrimientos epóxicos de barras que cumplan con las normas citadas en 3.5.3.7 y 3.5.3.8 de la norma E.060.
- j) Excepto el acero de preesforzado, el refuerzo con óxido, escamas o una combinación de ambos, debe considerarse aceptable si las dimensiones mínimas (incluyendo la altura de los resaltes del corrugado) y el peso de una muestra limpiada manualmente utilizando un cepillo de alambre de acero, cumple con las normas aplicables indicadas en 3.5 de la norma E.060.
- k) El acero de preesforzado debe estar limpio y libre de óxido excesivo, aceite, suciedad, escamas y picaduras. Es admisible una ligera oxidación.

Colocación del refuerzo

- l) El refuerzo, incluyendo los tendones y los ductos de preesforzado, debe colocarse con precisión y estar adecuadamente asegurado antes de colocar el concreto. Debe fijarse para evitar su desplazamiento dentro de las tolerancias aceptables dadas en 7.5.2.

l) A menos que el Ingeniero Proyectista especifique otros valores, el refuerzo, incluyendo los tendones y ductos de preesforzado, debe colocarse en las posiciones especificadas, dentro de las tolerancias indicadas en 7.5.2.1 y 7.5.2.2 de la norma E.060.

m) La tolerancia para el peralte efectivo d y para el recubrimiento mínimo de concreto en elementos sometidos a flexión, muros y elementos sometidos a compresión debe ser la siguiente:

Tabla 1: Tolerancia para peralte efectivo

	Tolerancia en d	Tolerancia en el recubrimiento mínimo del concreto
$d \leq 200\text{mm}$	$\pm 10\text{mm}$	-10 mm
$d > 200\text{mm}$	$\pm 13\text{mm}$	-13 mm

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

Excepto que la tolerancia para la distancia libre al fondo de los encofrados debe ser -6 mm y la tolerancia para el recubrimiento no debe exceder $-1/3$ del recubrimiento mínimo de concreto requerido en los planos de diseño y especificaciones.

n) La tolerancia para la ubicación longitudinal de los dobleces y extremos del refuerzo debe ser de ± 50 mm, excepto en los extremos discontinuos de las ménsulas o cartelas donde la tolerancia debe ser ± 13 mm y en los extremos discontinuos de otros elementos donde la tolerancia debe ser ± 25 mm. La tolerancia para el recubrimiento mínimo de concreto de 7.5.2.1 también se aplica a los extremos discontinuos de los elementos.

o) El refuerzo electrosoldado de alambre (fabricado con alambre cuyo diámetro no sea mayor a 6 mm) utilizado en losas con luces no mayores de 3 m se puede doblar desde un punto situado cerca de la cara superior sobre el apoyo, hasta otro punto localizado cerca de la cara inferior en el centro del vano, siempre y cuando este refuerzo sea continuo sobre el apoyo o esté debidamente anclado en él.

p) Para el ensamblado de las armaduras no se permite soldar las barras que se intercepten con el fin de sujetar el refuerzo, a menos que lo autorice el Ingeniero Proyectista.

Límites del espaciamiento del refuerzo

- q) La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa debe ser db , pero no menor de 25 mm.
- r) Cuando el refuerzo paralelo se coloque en dos o más capas, las barras de las capas superiores deben colocarse exactamente sobre las de las capas inferiores, con una distancia libre entre capas no menor de 25 mm.
- s) En elementos a compresión reforzados transversalmente con espirales o estribos, la distancia libre entre barras longitudinales no debe ser menor de $1,5 db$ ni de 40 mm.
- t) La limitación de distancia libre entre barras también se debe aplicar a la distancia libre entre un empalme por traslape y los otros empalmes o barras adyacentes.

Recubrimiento de concreto para el refuerzo

- a) Concreto construido en sitio (no preesforzado)

Debe proporcionarse el siguiente recubrimiento mínimo de concreto al refuerzo, excepto cuando se requieran recubrimientos mayores según 7.7.5.1 (E.060) ó se requiera protección especial contra el fuego:

- ✓ Concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él: 70 mm
- ✓ Concreto en contacto permanente con el suelo o la intemperie:

Barras de 3/4" y mayores:	50 mm
Barras de 5/8" y menores, mallas electrosoldadas:	40 mm
- ✓ Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo:
 - Losas, muros, viguetas:

Barras de 1 11/16" y 2 1/4":	40 mm
Barras de 1 3/8" y menores:	20 mm
 - Vigas y columnas:

Armadura principal, estribos y espirales:	40 mm
---	-------
 - Cáscaras y losas plegadas:

Barras de 3/4" y mayores:	20 mm
Barras de 5/8" y menores:	15 mm
Mallas electrosoldadas:	15 mm

Ambientes corrosivos

b) En ambientes corrosivos u otras condiciones severas de exposición, debe aumentarse adecuadamente el espesor del recubrimiento de concreto y debe tomarse en consideración su densidad y porosidad o debe disponerse de otro tipo de protección.

c) Para elementos de concreto preesforzado expuestos a medios corrosivos o a otras condiciones severas de exposición, y que se encuentran clasificadas como Clase T en el Capítulo 18, el recubrimiento mínimo para el refuerzo preesforzado deberá incrementarse en 50%. Este requisito puede obviarse si la zona precomprimida de tracción no se encuentra en tracción bajo la acción de las cargas permanentes.

Ampliaciones futuras

d) El refuerzo expuesto, los insertos y las platinas que se pretendan unir a ampliaciones futuras deben protegerse adecuadamente contra la corrosión.

Conexiones

e) En las conexiones de las columnas y las vigas de pórticos debe disponerse de confinamiento para los empalmes del refuerzo que continúa y para el anclaje del refuerzo que termina en tales conexiones.

f) El confinamiento en las conexiones debe consistir en estribos cerrados o espirales.

Refuerzo transversal para elementos a compresión

g) El refuerzo transversal de elementos a compresión debe cumplir con las disposiciones de 7.10.4 ó 7.10.5. del RNE Cuando se requiere refuerzo por cortante o por torsión, este debe cumplir también con las disposiciones del Capítulo 11 del RNE.

h) El refuerzo transversal de elementos compuestos sometidos a compresión debe cumplir con lo establecido en 10.16 del RNE. El refuerzo transversal para los tendones de presfuerzo debe cumplir con los requisitos del Capítulo 18 del RNE.

i) Los requisitos para el refuerzo transversal de 7.10, 10.16 y del Capítulo 18 del RNE pueden ser omitidos cuando los ensayos y el análisis estructural muestren una adecuada resistencia y factibilidad de construcción.

j) Espirales

El refuerzo en espiral para elementos a compresión debe cumplir con 10.9.3 y con lo siguiente:

k) Las espirales deben consistir en barras o alambres continuos espaciados uniformemente, con un tamaño y disposición que permitan su manejo y colocación sin distorsión de las dimensiones de diseño.

l) Para elementos construidos en obra, el diámetro de las barras utilizadas en espirales no debe ser menor de 8 mm para barras longitudinales de hasta 5/8", de 3/8" para barras longitudinales de más de 5/8" hasta 1" y de 1/2" para barras longitudinales de mayor diámetro

m) El espaciamiento libre entre hélices de la espiral no debe exceder de 75 mm ni ser menor de 25 mm. Véase también 3.3.2.

n) El anclaje de la espiral debe consistir en 1,5 vueltas adicionales de la barra o alambre en cada extremo de la espiral.

Estribos

Los estribos para elementos sometidos a compresión deben cumplir con lo siguiente:

o) Todas las barras no preesforzadas deben estar confinadas por medio de estribos transversales de por lo menos 8 mm para barras de hasta 5/8", de 3/8" para barras longitudinales de más de 5/8" hasta 1" y de 1/2" para barras longitudinales de mayor diámetro y para los paquetes de barras. Se permite el uso de alambre corrugado o refuerzo electrosoldado de alambre con un área equivalente.

p) El espaciamiento vertical de los estribos no debe exceder 16 veces el diámetro de las barras longitudinales, 48 veces el diámetro de la barra o alambre de los estribos ni la menor dimensión transversal del elemento sometido a compresión.

q) Los estribos deben disponerse de tal forma que cada barra longitudinal de esquina y cada barra alterna tenga apoyo lateral proporcionado por la esquina de un estribo con un ángulo interior no mayor de 135° y ninguna barra longitudinal esté separada a más de 150 mm libres de una barra apoyada lateralmente. Cuando las barras longitudinales estén localizadas alrededor del perímetro de un círculo, se permite el uso de un estribo circular completo.

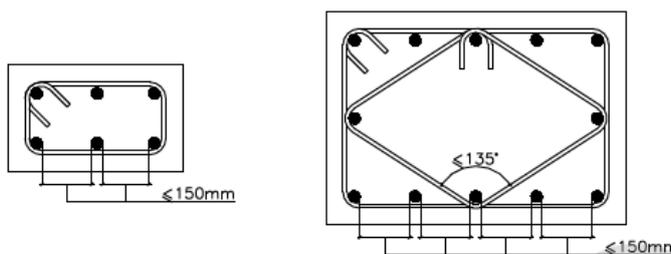


Figura 5: Separación máxima de barras sin apoyo lateral.

Fuente: (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

r) La distancia vertical entre el primer estribo y la parte superior de la zapata, viga o losa no debe ser mayor a la mitad del espaciamiento entre estribos. La distancia vertical entre el último estribo y el refuerzo horizontal más bajo de la viga, ábaco o losa superior no debe ser mayor a la mitad del espaciamiento entre estribos.

s) Cuando concurren vigas o ménsulas en las cuatro caras de una columna, se permite colocar el último estribo a no más de 75 mm debajo del refuerzo más bajo de la viga o ménsula de menor altura.

t) Cuando se coloquen pernos de anclaje en los extremos de las columnas o pedestales, los pernos deben estar circundados por refuerzo lateral que también rodee al menos cuatro barras verticales de la columna o pedestal. El refuerzo transversal debe distribuirse dentro de 125 mm medidos desde el parte superior de la columna o pedestal y debe consistir en al menos dos barras de $1/2''$ o tres barras de $3/8''$. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

Refuerzo transversal para elementos a flexión

u) El refuerzo en compresión en vigas debe confinarse con estribos que cumplan las limitaciones de tamaño y espaciamiento de 7.10.5 del RNE o bien con un refuerzo electrosoldado de alambre de un área equivalente. Los estribos

deben colocarse a lo largo de toda la distancia donde se requiera refuerzo en compresión.

v) El refuerzo transversal para elementos de pórticos sometidos a esfuerzos de torsión o a esfuerzos reversibles de flexión en los apoyos debe consistir en estribos cerrados o espirales colocados alrededor del refuerzo de flexión.

w) Los estribos cerrados se deben formar de una sola pieza con sus ganchos extremos colocados superpuestos abrazando la misma barra longitudinal, o se deben formar de una o dos piezas unidas mediante un empalme por traslape Clase B (longitud de traslape de $1,3 l_d$)

Requisitos para la integridad estructural

La integridad total de una estructura se puede mejorar significativamente introduciendo algunos detalles adicionales en el refuerzo. La intención es mejorar la redundancia y la ductilidad en las estructuras, de modo que, en el caso de daño en un elemento estructural o de una carga anormal, el daño resultante en la estructura pueda limitarse a un área relativamente pequeña y como consecuencia, la estructura tenga una mayor posibilidad de mantener la estabilidad global.

a) El detallado del refuerzo y conexiones, debe ser tal que los elementos de la estructura queden eficazmente unidos entre sí para garantizar la integridad de toda la estructura.

b) Para estructuras construidas en obra, los siguientes requisitos deben constituir los mínimos exigibles:

c) En la construcción de viguetas, al menos una barra de la parte inferior debe ser continua o debe empalmarse por traslape con un empalme por traslape de tracción Clase A o un empalme mecánico o soldado que cumpla con 12.14.3 del RNE y debe terminar con un gancho estándar en los apoyos no continuos.

d) Las vigas del perímetro de la estructura deben tener un refuerzo corrido consistente en:

e) Al menos un sexto del refuerzo de tracción requerido para momento negativo en el apoyo, compuesto por un mínimo de dos barras.

f) Al menos un cuarto del refuerzo de tracción para momento positivo requerido en la mitad del tramo, compuesto por un mínimo de dos barras. El refuerzo longitudinal debe estar confinado por estribos con ganchos a 135°.

g) Cuando se requieran empalmes por traslape para proporcionar la continuidad necesaria, el refuerzo superior debe ser empalmado por traslape cerca de o en la mitad del tramo y el refuerzo inferior debe ser empalmado por traslape cerca del apoyo o en él. Los empalmes por traslape deben ser empalmes de tracción Clase A, o empalmes mecánicos o soldados que satisfagan los requisitos de 12.14.3 del RNE

h) En vigas distintas a las del perímetro, al menos un cuarto del refuerzo para momento positivo requerido en la mitad del tramo, compuesto por un mínimo de dos barras, debe ser continuo o debe empalmarse por traslape sobre o cerca del apoyo con un empalme de tracción de Clase A o con un empalme mecánico o soldado de acuerdo con 12.14.3 y en los apoyos no continuos debe terminar con un gancho estándar.

i) Para la construcción de losas en dos direcciones, véase 13.3.8.4 del RNE.

j) Para construcciones de concreto prefabricado, deben proporcionarse amarres de tracción en sentido transversal, longitudinal y vertical y alrededor del perímetro de la estructura, para unir efectivamente los elementos. Deben aplicarse las disposiciones de 16.5. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

2.3.2. CEMENTO

De acuerdo con las normas del Instituto Colombiano de Normas Técnicas (Icontec), cemento es un material pulverizado que además de cal contiene sílice, alúmina y óxido de hierro. (Montejo Fonseca, Montejo Piratova, & Montejo Piratova, 2013)

Concerniente a este tema hay que diferenciar entre fraguado y endurecimiento, pues como (Montejo Fonseca, Montejo Piratova, & Montejo Piratova, 2013) menciona: “Fraguado se refiere al paso de la mezcla del estado fluido o plástico al estado sólido. Aunque durante el fraguado la pasta adquiere alguna resistencia, para efectos prácticos, es conveniente distinguir el fraguado

del endurecimiento, pues este último término se refiere al aumento de resistencia de una pasta de cemento fraguada.”

El capítulo 03 de la norma E.060 del RNE indica “El cemento debe cumplir con los requisitos de las NTP correspondientes. El cemento empleado en la obra debe corresponder al que se ha tomado como base para la selección de la dosificación del concreto”.

2.3.2.1 Almacenamiento del cemento en obra

El cemento no debe estar guardado, sin usarse mucho tiempo, pues conforme avanza el tiempo va perdiendo resistencia, esto es válido para todos los tipos de cemento. Para el caso de cementos en sacos, bien guardado en almacenes cerrados y sobre tabladillas de madera, la pérdida de resistencia probable es en 3 meses 15%, y en 6 meses 25% y así aumenta sucesivamente.

En el cemento guardado se forman grumos, la cantidad de estos es un índice de su probable utilidad, si hay muchos grumos y estos no pueden deshacerse con la presión de los dedos, generalmente quiere decir que el cemento va a dar pérdida apreciable de resistencia. En general un límite apropiado de utilidad para el cemento en sacos en 3 meses para cuando está en silos herméticos, 6 meses. Después del tiempo indicado es muy importante hacer pruebas antes de usarlo.

Los límites proporcionados son para el caso de cemento bien almacenado, para cemento a la intemperie los límites son mucho menores, sobre todo si el tiempo es malo o lluvioso, en este caso puede inutilizarse el cemento en pocos días si no se guarda convenientemente.

En conclusión es recomendable almacenar el cemento en ambientes techados y evitar el contacto de las rumas con el terreno húmedo, mediante tabladillos, o bases de madera. Colocar las bolsas de cemento unas encima de otras hasta un máximo de 10. Las rumas deben estar lo más juntas posible dejando la menor cantidad de vacíos entre ellos. Debe de organizarse el almacenaje de modo de utilizar el cemento en orden a su llegada. (Abanto Castillo T. F., 2009, pág. 19)

Durante su almacenamiento, debe estar protegido para que mantenga sus propiedades. Por eso, hay que cubrirlo para que no esté expuesto a la humedad y aislarlo del suelo colocándolo sobre una tarima de madera. El tiempo máximo de almacenamiento recomendable en la obra es de un mes. Antes de usarse, se debe verificar que no se hayan formado grumos. Si los hubiera, el cemento se podrá usar, siempre y cuando puedan deshacerse fácilmente comprimiéndolos con la yema de los dedos (Aceros Arequipa S.A., 2018)

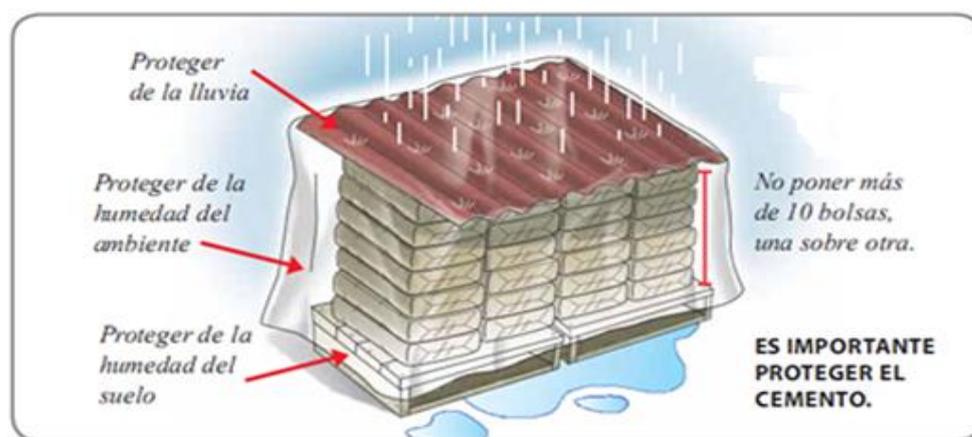


Figura 6: Forma de colocación y almacenaje del cemento.

Fuente: (Aceros Arequipa S.A., 2018)

2.3.3. AGREGADOS

2.3.3.1 Definición

Llamados también árido, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc) y el agua formando los concretos y morteros.

La importancia de los agregados radica en que constituyen alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto.

Por lo anterior, importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta de cemento.

2.3.3.2 Clasificación

Los agregados naturales se clasifican en:

- a) Agregados finos (arena fina y arena gruesa)
- b) Agregados gruesos (grava y piedra)

2.3.3.3 Agregados finos

Se considera como agregados finos a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasa el tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037.

Las arenas provienen de la desintegración natural de las rocas; y que arrastrados por corrientes aéreas o fluviales se acumulan en lugares determinados. (Abanto Castillo T. F., 2009, pág. 23)

Requisitos de uso

- ✓ El agregado fino será arena natural. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente.
- ✓ El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales, u otras sustancias perjudiciales.
- ✓ Se debe cumplir las normas sobre granulometría.
- ✓ Se recomienda que las sustancias dañinas, no excederán los porcentajes máximos siguientes: 1°) Partículas deleznable: 3%, 2°) Material más fino que la malla N°200: 5%. (Abanto Castillo T. F., 2009, pág. 26)

2.3.3.4 Agregados grueso

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz ITINTEC 4.75 mm (N°4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037.

Requisitos de uso

- ✓ El agregado grueso debera estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semi-angular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.
- ✓ Las partículas deben estar libres de tierra, polvo, limo, humos, escamas, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.
- ✓ Se recomienda que las sustancias dañinas no excedan los porcentajes máximos siguientes 1°) Partículas deleznable: 5%, 2°) Material más fino que la malla N°200: 1%, 3°) Carbón y lignito: 0.5%. (Abanto Castillo T. F., 2009, pág. 28)

2.3.3.5 Hormigón

El agregado denominado “hormigón” corresponde a una mezcla natural de grava y arena. El hormigón se usa para preparar concreto de baja calidad como el empleado en cimentaciones corridas, sobrecimientos, falsos pisos, falsas zapatas, calzaduras, algunos muros, etc.

En general solo podrá emplearse en la elaboración de concretos con resistencia en compresión hasta de 100 kg/cm² a los 28 días.

El contenido mínimo de cemento será de 255 kg/m³.

El hormigón debera estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, álcalis, materia orgánica u otras sustancias dañinas para el concreto. (Abanto Castillo T. F., 2009)

2.3.3.6 Indicaciones de la norma E.060

A continuación mencionaremos algunas indicaciones según el capítulo 03 de la norma E.060 del RNE con respecto a los agregados.

Agregados

- a) Los agregados para concreto deben cumplir con las NTP correspondientes.

Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas.

b) El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:

- ✓ 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- ✓ 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.
- ✓ 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Estas limitaciones se pueden omitir si se demuestra que la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de vacíos o “cangrejeras”.

c) Los agregados que no cuenten con un registro o aquellos provenientes de canteras explotadas directamente por el Contratista, podrán ser aprobados por la Supervisión si cumplen con los ensayos normalizados que considere convenientes. Este procedimiento no invalida los ensayos de control de lotes de agregados en obra.

d) Los agregados fino y grueso deberán ser manejados como materiales independientes. Cada una de ellos deberá ser procesado, transportado, manipulado, almacenado y pesado de manera tal que la pérdida de finos sea mínima, que mantengan su uniformidad, que no se produzca contaminación por sustancias extrañas y que no se presente rotura o segregación importante en ellos.

e) Los agregados a ser empleados en concretos que vayan a estar sometidos a procesos de congelación y deshielo y no cumplan con el acápite 5.2.2 de la NTP 400.037 podrán ser utilizados si un concreto de propiedades comparables, preparado con agregado del mismo origen, ha demostrado un comportamiento satisfactorio cuando estuvo sometido a condiciones de intemperismo similares a las que se esperan.

f) El agregado fino podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfiles

preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes. Deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas.

g) El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular o semi-angular, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa; deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas.

h) La granulometría seleccionada para el agregado deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla.

i) El lavado de los agregados se deberá hacer con agua potable o agua libre de materia orgánica, sales y sólidos en suspensión.

j) El agregado denominado "hormigón" corresponde a una mezcla natural de grava y arena. El "hormigón" sólo podrá emplearse en la elaboración de concretos con resistencia en compresión no mayor de 10 MPa a los 28 días. El contenido mínimo de cemento será de 255 Kg/m³. El hormigón deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, álcalis, materia orgánica y otras sustancias dañinas para el concreto. En lo que sea aplicable, se seguirán para el hormigón las recomendaciones indicadas para los agregados fino y grueso. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

2.3.4. AGUA PARA EL CONCRETO

2.3.4.1 Generalidades

Es un ingrediente fundamental en la elaboración de concreto y mortero debido a que desempeña una función importante en estado fresco y endurecido. Generalmente se hace referencia a su papel en cuanto a la cantidad para proveer una relación agua/cemento acorde con las necesidades de trabajabilidad y resistencia, pero es evidente, que para usarla en el lavado de agregados (áridos), en la preparación de la mezcla o durante el curado del concreto, no solamente su cantidad es importante, sino también su calidad química y física. (Hernández, 2010, pág. 47)

2.3.4.2 Requisitos obligatorios

De acuerdo con la Norma ITINTEC N°339.088 el agua de amasado debe cumplir con varios requisitos para ser considerados agua normalizada. El agua potable cumple con todos estos requisitos, con excepción de uno, por lo que el agua potable si es apta como agua de amasado normalizada. Es también importante indicar que las Normas USA del ACI y ASTM no dan normas de requisitos. (Apaza Delgado, 2014)

A continuación mencionaremos los requisitos que menciona la norma E.060 del RNE con respecto al agua.

AGUA

- a) El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable.
- b) Se podrán utilizar aguas no potables sólo si:
 - Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elementos embebidos.
 - La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basa en ensayos en los que se ha utilizado agua de la fuente elegida.
 - Los cubos de mortero para ensayos, hechos con agua no potable, deben tener resistencias a los 7 y 28 días, de por lo menos 90% de la resistencia de muestras similares hechas con agua potable. La comparación de los ensayos de resistencia debe hacerse en morteros idénticos, excepto por el agua de mezclado, preparados y ensayados de acuerdo con la NTP 334.051.
- c) Las sales u otras sustancias nocivas presentes en los agregados y/o aditivos deberán sumarse a las que pueda aportar el agua de mezclado para evaluar el contenido total de sustancias inconvenientes.
- d) La suma de los contenidos de ión cloruro presentes en el agua y en los demás componentes de la mezcla (agregados y aditivos) no deberán exceder los valores indicados en la Tabla 4.5 del Capítulo 4 de la norma E.060.

e) El agua de mar sólo podrá emplearse en la preparación del concreto si se cuenta con la autorización del Ingeniero Proyectista y de la Supervisión.

No se utilizará en los siguientes casos:

- Concreto armado y preesforzado.
- Concretos con resistencias mayores de 17 MPa a los 28 días.
- Concretos con elementos embebidos de fierro galvanizado o aluminio.
- Concretos con un acabado superficial de importancia.

f) No se utilizará en el curado del concreto ni en el lavado del equipo, aquellas aguas que no cumplan con los requisitos anteriores.

g) El agua de mezclado para concreto preesforzado o para concreto que contenga elementos de aluminio embebidos, incluyendo la parte del agua de mezclado con la que contribuye la humedad libre de los agregados, no debe contener cantidades perjudiciales de iones de cloruros. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

2.3.4.3 Calidad del agua

Las exigencias de calidad, varían en algunos países en función de las características propias del cemento, pero en general existe uniformidad de criterios fruto de los resultados de investigaciones desarrolladas en U.S.A., España, Inglaterra, etc.

En nuestro país en general, fuera de los perímetros urbanos, se corre el riesgo de utilizar aguas de calidad desconocida, las cuales no son estudiadas para su empleo en la elaboración de hormigones, de ahí la necesidad de difundir esta información, que permita tratar de adquirir la mejor información de la bondad del abastecimiento, en cuanto a la calidad de los hormigones que puedan generar. (Hernández, 2010)

Efecto de las impurezas en el agua de mezcla

Existe la creencia popular, que si el agua es apta para beber; es óptima para hacer hormigón sin embargo, esto no es del todo cierto, pues algunos acueductos o plantas de tratamiento de agua, utilizan o adicionan para el consumo sustancias que pueden interferir con el fraguado del cemento, o pueden promover la corrosión del refuerzo o manchar el concreto, tales como, sulfatos de aluminio, cloro, sabores artificiales,

flúor, azúcares, etc. Así mismo, un agua apta para mezclar o curar concretos puede no ser necesariamente buena para tomar.

Cuando el agua para una obra proviene de un pozo, es conveniente analizarla periódica y sistemáticamente para comprobar que no varía el p.H. o las impurezas a través del tiempo.

Las impurezas pueden interferir con el fraguado del cemento, afectar adversamente la resistencia del concreto o causar manchas en su superficie y provocar, además, la corrosión de los aceros de refuerzo.

Es necesario distinguir entre los efectos del agua de mezclado y el ataque al concreto endurecido por parte de aguas agresivas. En general las especificaciones de la calidad del agua para amasado plantean la necesidad que el agua se encuentre limpia y libre de sustancias perjudiciales. En algunos casos se establece que si el agua a emplearse proviene de una fuente desconocida, deben prepararse concretos con ésta y con el agua destilada o conocida, efectuar comparaciones de su comportamiento durante el fraguado, desarrollo de resistencia, cantidad de aire atrapado o incluido, etc. Se considera que el agua es aceptable, si la relación entre las resistencias de especímenes preparados con el agua de calidad desconocida y los preparados con agua destilada, es mayor del 85%. Con base en el anterior criterio de resistencia se ha establecido que no se aceptan para elaborar concreto, las siguientes:

Aguas ácidas -ácido húmico-, aguas básicas provenientes de curtiembres, aguas carbónicas provenientes de descargas de plantas de galvanización, aguas que contengan más del 3% de NaCl o 3.5% de SO_3 Na_2 , aguas con azúcar. El contenido de sólidos disueltos totales no debe ser mayor de 2140 ppm, para las aguas carbonatadas.

Las siguientes aguas se aceptan para elaborar concreto, sobre la base de alcanzar más del 85% de las resistencias respecto a un agua destilada: aguas con un contenido máximo de 1% de Sulfatos; agua de mar pero no para concretos reforzados, aguas alcalinas con un contenido máximo del 0.15% de Na_2SO_4 o NaCl, aguas provenientes de minas de

carbón y yeso y aguas de desecho de fábricas como por ejemplo: cerveza, plantas de gas, pinturas y jabón. (Hernández, 2010)

Partículas en suspensión

El agua que contiene muchos sólidos en suspensión debe dejarse asentar antes de ser utilizada, debido a que no es conveniente añadir cantidades grandes de limo o partículas de menor tamaño. Para el agua de mezcla se tiene un límite de 2.000 ppm de sedimentos o arcillas suspendidas, porque contenidos superiores pueden incrementar la demanda de agua, la contracción por secado o causar eflorescencias. Las aguas con lodos deberán dejarse sedimentar en tanques de decantación antes de su uso.

Sólidos disueltos

El agua que contiene menos que 2.000 ppm de sólidos disueltos puede en muchos casos ser utilizada, sin embargo, esto depende de la naturaleza del material disuelto. Es así, que sulfato de sodio en cantidades superiores a 100 ppm, cloruro en más 500 ppm, carbonatos en más de 1.000 ppm, pueden causar problemas al concreto.

La cantidad de partículas en suspensión y sólidos disueltos presentes, causan diferentes efectos sobre el concreto y son función de la fuente de donde provienen, razón por la cual, es importante tener presente los efectos de las aguas que a continuación se enumeran. (Hernández, 2010).

Tabla 2: Concentración tolerable de impurezas en agua de mezcla

TIPO DE IMPUERZA	VALOR RECOMENDADO
Ácidos inorgánicos (ácido sulfúrico)	10.000 ppm
Aceite mineral (por masa de cemento)	2 ppm
Agua con algas	NO RECOMENDABLE
Agua de mar	
- Para concreto no reforzado	35.000 ppm
- Para concreto pretensado o reforzado	NO RECOMENDABLE
Agua sanitarias	20 ppm
Azúcar	500 ppm ³
Carbonato de calcio	400 ppm

TIPO DE IMPUERZA	VALOR RECOMENDADO
Carbonatos y bicarbonatos de sodio y potasio	1.000 ppm ³
Cloruro de calcio	30.000 ppm
Cloruro de magnesio	40.000 ppm
Cloruros:	
- Estructuras de bajo potencial de corrosión y condiciones secas	20.000 ppm
- Concreto pretensado	500 ppm
- Estructura con elementos galvanizados y de aluminio	1.000 ppm
Hidróxido de potasio (por masa de cemento)	1.2 %
Hidróxido de sodio (por masa de cemento)	0.5 %
Partículas en suspensión	2.000 ppm
pH	6-8 ppm
Sales de Hierro	40.000 ppm
sales de magnesio , estaño, zinc, cobre y plomo	500 ppm
Sulfato de magnesio	25.000 ppm
Sulfato de sodio	10.000 ppm
Sulfito de sodio	100 ppm
Nota: El contenido máximo de iones combinados de calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonato, sulfato, cloruro, nitrato y carbonato es de 20.000ppm	

Fuente: (Hernández, 2010)

Aguas no recomendadas

A continuación se da una relación de aguas naturales que existen en la naturaleza y que sin necesidad de realizar ensayos en el laboratorio debe ser desechados definitivamente para su utilización en el agua de amasado en el concreto, como son:

- ✓ Aguas acidas – aguas calcáreas
- ✓ Aguas minerales carbonatados
- ✓ Aguas que contienen algas
- ✓ Aguas con contenido de humus
- ✓ Aguas con contenido de ácidos orgánicos
- ✓ Aguas con turbidez > de 2000 p.p.m
- ✓ Aguas con contenido de azúcares en disolución
- ✓ Agua destilada y
- ✓ Agua de lluvia

(Apaza Delgado, 2014)

2.3.5. ALBAÑILERÍA EN LOSAS ALIGERADAS

2.3.5.1 Características generales

- a) Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- b) Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- c) Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- d) Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días, que se comprobará de acuerdo a la NTP 399.602.

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

2.3.5.2 Pruebas

- a) **Muestreo.**- El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.
- b) **Resistencia a la Compresión.**- Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ($f^{\prime}b$) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

- c) **Variación Dimensional.**- Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.
- d) **Alabeo.**- Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.
- e) **Absorción.**- Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.1613.

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

2.3.5.3 Ladrillo en losas aligeradas

Generalmente, miden 30 cm de ancho por 30 cm de largo, con diferentes alturas que dependen de la longitud libre de los techos. Pueden ser de 12 cm, 15 cm ó 20 cm y son utilizados para techos aligerados de 15 cm, 20 cm ó 25 cm de espesor respectivamente.

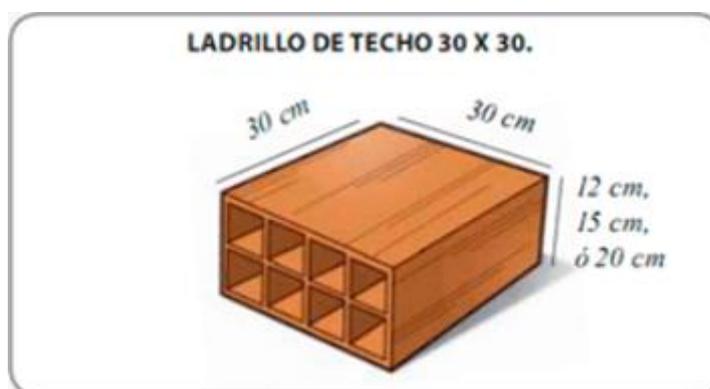


Figura 7: Ladrillo para techo 30x30.

Fuente: (Aceros Arequipa S.A., 2018)

2.3.6. MATERIALES SEGÚN LA NORMA E.060

A continuación presentaremos información del capítulo 03 de la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones con respecto a los materiales en losas aligeradas.

Materiales

a) La Supervisión o la autoridad competente podrá ordenar, en cualquier etapa de ejecución del proyecto, el ensayo de cualquier material empleado en las obras de concreto, con el fin de determinar si corresponde a la calidad especificada.

b) El muestreo y los ensayos de materiales y del concreto deben hacerse de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas - NTP correspondientes.

Acero de refuerzo

c) 3.5.1 El refuerzo debe ser corrugado, excepto en los casos indicados en 3.5.4. Se puede utilizar refuerzo consistente en perfiles de acero estructural o en tubos y elementos tubulares de acero de acuerdo con las limitaciones de esta Norma.

Esfuerzo corrugado

d) 3.5.3.1 Las barras de refuerzo corrugado deben cumplir con los requisitos para barras corrugadas de una de las siguientes normas:

- ✓ “HORMIGON (CONCRETO) barras de acero al carbono con resaltes y lisas para hormigón (concreto) armado. Especificaciones” (NTP 341.031);
- ✓ “HORMIGON (CONCRETO) barras con resaltes y lisas de acero de baja aleación para hormigón (concreto) armado. Especificaciones” (NTP 339.186)

e) 3.5.3.2 Las barras corrugadas deben cumplir con una de las NTP enumeradas en 3.5.3.1 de la norma E.060, excepto que para barras con f_y mayor que 420 MPa, la resistencia a la fluencia debe tomarse como el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0,35%. Véase 9.5. La resistencia a la fluencia debe corresponder a la determinada por las pruebas de barras de sección transversal completa.

Almacenamiento de materiales

f) 3.7.1 El material cementante y los agregados deben almacenarse de tal manera que se prevenga su deterioro o la introducción de materias extrañas.

g) 3.7.2 Ningún material que se haya deteriorado o contaminado debe utilizarse en la elaboración del concreto.

h) 3.7.3 Para el almacenamiento del cemento se adoptarán las siguientes precauciones:

- ✓ No se aceptarán en obra bolsas de cemento cuyas envolturas estén deterioradas o perforadas.
- ✓ El cemento en bolsas se almacenará en obra en un lugar techado, fresco, libre de humedad, sin contacto con el suelo. Se almacenará en pilas de hasta 10 bolsas y se cubrirá con material plástico u otros medios de protección.
- ✓ El cemento a granel se almacenará en silos metálicos cuyas características deberán impedir el ingreso de humedad o elementos contaminantes.

i) 3.7.4 Los agregados se almacenarán o apilarán de manera de impedir la segregación de los mismos, su contaminación con otros materiales o su mezcla con agregados de características diferentes.

j) 3.7.5 Las barras de acero de refuerzo, alambre, tendones y ductos metálicos se almacenarán en un lugar seco, aislado del suelo y protegido de la humedad, tierra, sales, aceite y grasas.

k) 3.7.6 Los aditivos serán almacenados siguiendo las recomendaciones del fabricante. Se impedirá la contaminación, evaporación o deterioro de los mismos. Los aditivos líquidos serán protegidos de temperaturas de congelación y de cambios de temperatura que puedan afectar sus características. Los aditivos no deberán ser almacenados en obra por un período mayor de seis meses desde la fecha del último ensayo. En caso contrario, deberán reensayarse para evaluar su calidad antes de su empleo. Los aditivos cuya fecha de vencimiento se haya cumplido no serán utilizados. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

2.4 CONCRETO

2.4.1 MEZCLADO DEL CONCRETO

El mezclado del concreto tiene por finalidad cubrir la superficie de los agregados con la pasta de cemento, produciendo una masa homogénea.

2.4.1.1 Equipo usado

El equipo empleado en el mezclado de concreto son mezcladoras de ejes horizontales y ejes verticales que existen de diferentes

capacidades, las más empleadas son aquellas de tamaño medio entre 6 pie³ y 16 pie³.

	<p>TROMPO MEZCLADOR DE 9P3, 1 BOLSA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad 9p3 • Producción 4-5 m3/H • Dimensiones 863 mm diámetro x 970 de profundidad • Tambor Construido con plancha LAC 5/32" • Paletas de mezclado 3 largas de doble platina de 7"x17" • Suspensión por muelle para un transporte suave • Transmisión con polea de doble canal y faja en A • Volteo por salida volante • Neumáticos con aros 13" • Peso operativo 225kg • Motor y potencia Honda 9HP, kohler 9 5HP, Kanther 9HP • Combustible gasolina 90 • Arranque retráctil.
--	--

Figura 8: Características de un trompo mezclador de 9P3, 1 bolsa

Fuente: (MAQUINAS DE CONSTRUCCIÓN COLFERSA, 2018)

<p>WINCHE ELÉCTRICO DE BALDE 350 KG TRIFASICO</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • Motor de 5 hp marca "SIEMENS" USA • Freno mecánico • Voltaje 220 – 380 • Velocidad 18 m/min • 30 metros de cable 3/8 • Peso del Winche: 295 kg

Figura 9: Ficha técnica de winche eléctrico

Fuente: (Izajes Premium, 2019)

2.4.1.2 Procedimiento para cargar la mezcladora

Generalmente se acepta que se coloque inicialmente en el tambor una pequeña porción del agua de mezcla, aproximadamente 10%,

añadiendo luego los materiales solidos (piedra, cemento, arena en este orden) conjuntamente con el 80% del agua. El 10% restante se termina de introducir cuando todos los materiales se encuentran en la mezcladora.

2.4.1.3 Tiempo de mezclado

La duración del mezclado se establece a partir del instante en que los componentes del concreto, incluyendo el agua, están en el tambor, hasta la descarga misma.

El tiempo mínimo de mezclado depende en gran parte de la eficiencia de la mezcladora, pero un tiempo de minuto y medio se considera satisfactorio. (Abanto Castillo T. F., 2009, pág. 223)

2.4.1.4 Mezclado del concreto según la norma E.060

A continuación presentaremos las indicaciones de la norma E.060 con respecto al mezclado del concreto y con la numeración de origen para mejor ubicación en el reglamento.

- a) 5.8.1 La medida de los materiales en la obra deberá realizarse por medios que garanticen la obtención de las proporciones especificadas.
- b) 5.8.2 Todo concreto debe mezclarse hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales. La mezcladora debe descargarse completamente antes de volverla a cargar.
- c) 5.8.3 El concreto premezclado debe mezclarse y entregarse de acuerdo con los requisitos de “Standard Specification for Ready-Mixed Concrete” (ASTM C 94M) o “Standard Specification of Concrete Made by Volumetric Batching and Continuous Mixing” (ASTM C 685M).
- d) 5.8.4 El concreto preparado en obra se debe mezclar de acuerdo con lo siguiente:
 - ✓ El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación.

- ✓ El mezclado debe hacerse en una mezcladora de un tipo aprobado.
- ✓ La mezcladora debe hacerse girar a la velocidad recomendada por el fabricante.
- ✓ El mezclado debe efectuarse por lo menos durante 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor, a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio mediante ensayos de uniformidad de mezclado, según “Standard Specification for Ready-Mixed Concrete” (ASTM C 94M).
- ✓ El manejo, la dosificación y el mezclado de los materiales deben cumplir con las disposiciones aplicables de “Standard Specification for Ready-Mixed Concrete” (ASTM C 94M).
- ✓ Debe llevarse un registro detallado para identificar: (1) Número de tandas de mezclado producidas. (2) Dosificación del concreto producido. (3) Ubicación de depósito final en la estructura. (4) Hora y fecha del mezclado y de la colocación. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

2.4.2 DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO

(Montejo Fonseca, Montejo Piratova, & Montejo Piratova, 2013), menciona:

La facilidad de manejo del concreto y su calidad se basan en el estudio de su composición. Es decir, es importante el estudio de la formulación a partir de los componentes dispuestos y del grado de control que se asignen.

En viviendas autoconstruidas no se realizara una dosificación adecuada, más por el contrario la dosificación no es uniforme, pues en la Ciudad de Puno el proceso de mezclado de concreto se realiza generalmente adicionando el hormigón mediante la utilización de palas a una mezcladora de concreto tipo trompo. Como consecuencia tenemos una mala dosificación y la resistencia a la compresión del concreto se muestra a continuación.

Tabla 3: Resumen de $f'c$ promedio en techos de vivienda autoconstruidas

F'C (KG/CM2)	EDAD		
	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
CPC	98.35	109.84	139.93
CPC+ AD0.7	128.21	170.08	240.57
CPC+ AD1.05	125.51	174.44	252.01
CPC+ AD1.40	133.76	162.44	221.23

Fuente: (Coapaza Aguilar & Cahui Hilazaca, 2018)

CPC: Concreto patrón producido en losas de techo de viviendas autoconstruidas.

2.4.2.1 Objetivo de la dosificación

El objetivo es triple:

- ✓ Buscar las proporciones óptimas de los diferentes constituyentes.
- ✓ Calcular las características medias de esta composición.
- ✓ Estimar las influencias sobre ciertas características de las variaciones de dosificación más frecuentes (de agua y arena).

A su vez, es necesario buscar el óptimo de los constituyentes, no solo por razones económicas (dosificación necesaria y suficiente de ligante, suministro de agregados), sino también por razones técnicas (verificación de la calidad, de la colocación del concreto y de su resistencia mecánica).

El concreto debe presentar las siguientes características:

- ✓ El cumplimiento del ensayo del cono de Abrams y la manejabilidad: la consistencia del concreto se debe escoger en función del equipo de colocación de la mezcla a utilizar. Según el tipo de concreto, estos admiten asentamientos en el ensayo del cono, los cuales varían de 1 a 5cm.
- ✓ El tiempo de fabricación consistómetro VeBe debe ser de 15 a 20 segundos (2.5 a 5cm de asentamiento en el cono) para los equipos con placa de extrusión y de 20 a 40 sg (1 a 3cm de asentamiento en el cono) para los equipos de vigas alternadas.

- ✓ El contenido de aire incluido del concreto debe estar comprendido entre 3% y 6%. Un contenido inferior al 3% no es suficiente para asegurar una protección contra el congelamiento; un contenido superior provocaría una baja importante de la resistencia del concreto.
- ✓ La resistencia a la tracción por flexión. La resistencia media a los 28 días (R), en seis pruebas correspondientes a la composición típica, debe ser superior a 5,5 MPa. Además las resistencias medias a 28 días en tres pruebas correspondientes a las composiciones típicas, con variación de mas o menos 10% de la relación arena/agregados gruesos, deben ser superiores a 0,9R; una vez ya escogidos los agregados y el cemento, el objetivo de estudio de la formulación es buscar la mejor composición que produzca una mejor manejabilidad y resistencia del concreto.
- ✓ En una primera etapa, unos de los métodos, utilizado con frecuencia, consiste en emplear los siguientes criterios:
 - Un contenido de cemento de 330 kg/m³.
 - La relación grava/agregado tiene una influencia relativamente débil sobre las características del concreto. Puede estar comprendida entre 0,6 y 1. Este criterio se fija frecuentemente por consideraciones económicas.
 - El contenido de agua total: 160 litros/m³; se trata del agua contenida en los agregados y en la arena del agua añadida para mejorar la mezcla.
- ✓ Habiéndose expresado las proporciones de kg/m³ de materiales secos, el método consiste en:
 - Buscar la manejabilidad del concreto para contenidos de agua y cementos constantes, haciendo variar la relación arena/agregados grueso. Esto determina el esqueleto del concreto. Por lo demás, se ha demostrado que este

esqueleto corresponde a la manejabilidad óptima, que corresponde a la máxima resistencia.

- Ajustar las proporciones de agua y aditivo incorporador de aire para obtener la manejabilidad deseada. En este punto, puede ser útil el empleo de un plastificante. Por lo tanto, es necesario un estudio con o sin plastificante.
- Fabricar probetas para determinar la resistencia media a la flexión a 7 y 28 días.

(Montejo Fonseca, Montejo Piratova, & Montejo Piratova, 2013)

2.4.2.2 Dosificación según la norma E.060

A continuación presentaremos las indicaciones con respecto a la dosificación del concreto de la norma E.060 del RNE con la numeración de origen para mejor ubicación en el reglamento.

Generalidades

a) 5.1.1 El concreto debe dosificarse para que proporcione una resistencia promedio a la compresión, f'_{cr} , según se establece en 5.3.2, y debe satisfacer los criterios de durabilidad del Capítulo 4. El concreto debe producirse de manera que se minimice la frecuencia de resultados de resistencia inferiores a f'_{c} , como se establece en 5.6.3.3 de la norma E.060.

La resistencia mínima del concreto estructural, f'_{c} , diseñado y construido de acuerdo con esta Norma no debe ser inferior a 17 MPa.

b) 5.1.2 Los requisitos para f'_{c} deben basarse en ensayos de probetas cilíndricas, confeccionadas y ensayadas como se establece en 5.6.3 de la norma E.060.

c) 5.1.3 A menos que se especifique lo contrario, f'_{c} debe basarse en los resultados de ensayos realizados a los 28 días. Si se requieren resultados a otra edad, ésta debe indicarse en los planos y especificaciones del proyecto.

d) 5.1.4 Cuando se use concreto liviano y los criterios de diseño de 9.6.2.3 ó 11.2 de la norma E.060 indican un valor de resistencia a la tracción del concreto, determinada por compresión diametral, (split test), deben realizarse ensayos de laboratorio de acuerdo con “Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete” (ASTM C 330) para establecer el valor de f_{ct} correspondiente a f'_c .

e) 5.1.5 Los ensayos de resistencia a la tracción por flexión o por compresión diametral (split test) no deben emplearse como base para la aceptación del concreto en obra.

f) 5.1.6 Se considera como un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f'_c .

g) 5.1.7 Para la selección del número de muestras de ensayo, se considerará como "clase de concreto" a:

- ✓ Cada una de las diferentes calidades de concreto requeridas por resistencia en compresión.
- ✓ Para una misma resistencia en compresión, cada una de las diferentes calidades de concreto obtenidas por variaciones en el tamaño máximo del agregado grueso, modificaciones en la granulometría del agregado fino o utilización de cualquier tipo de aditivo.
- ✓ El concreto producido por cada uno de los equipos de mezclado utilizados en la obra.

Dosificación del concreto

h) 5.2.1 La dosificación de los materiales para el concreto debe establecerse para permitir que:

- ✓ Se logre la trabajabilidad y consistencia que permitan colocar fácilmente el concreto dentro del encofrado y alrededor del refuerzo bajo las condiciones de colocación que vayan a emplearse, sin segregación ni exudación excesiva.

- ✓ Se logre resistencia a las condiciones especiales de exposición a las que pueda estar sometido el concreto, según lo requerido en el Capítulo 4 de la norma E.060.
- ✓ Se cumpla con los requisitos de los ensayos de resistencia de 5.6 de la norma E.060

i) 5.2.2 Cuando se empleen materiales diferentes para distintas partes de una misma obra, debe evaluarse cada una de las combinaciones de ellos.

j) 5.2.3 La dosificación del concreto debe establecerse de acuerdo con 5.3 ó alternativamente con 5.4 de la norma E.060 y se deben cumplir las exigencias correspondientes del Capítulo 4 de la norma E.060.

Dosificación cuando no se cuenta con experiencia en obra o mezclas de prueba

k) 5.4.1 Si los datos requeridos por 5.3 de la norma E.060 no están disponibles, la dosificación del concreto debe basarse en otras experiencias o información con la aprobación del profesional responsable de la obra y de la Supervisión. La resistencia promedio a la compresión requerida, f'_{cr} , del concreto producido con materiales similares a aquellos propuestos para su uso debe ser al menos 8,5 MPa mayor que f'_c . Esta alternativa no debe ser usada si el f'_c especificado es mayor que 35 MPa.

l) 5.4.2 El concreto dosificado de acuerdo con esta sección debe ajustarse a los requisitos de durabilidad del Capítulo 4 de la norma y a los criterios para ensayos de resistencia a compresión de 5.6 de la norma E.060. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

2.4.3 TRANSPORTE INTERNO DEL CONCRETO

Debido a que cada obra tiene particularidades que la hacen ser única como el lugar, el clima, el volumen, etc., no se puede determinar si existe una forma perfecta para transportar y manejar el concreto. Sin embargo, una planeación anticipada puede ayudar en la elección del método más adecuado, para evitar los problemas que puedan presentarse.

La planeación debe tomar en cuenta tres puntos importantes, los cuales pueden afectar seriamente la calidad del trabajo terminado como los retrasos, el

endurecimiento temprano y secado, y la segregación. (Montejo Fonseca, Montejo Piratova, & Montejo Piratova, 2013)

A continuación presentaremos las indicaciones con respecto al transporte del concreto de la norma E.060 del RNE con la numeración de origen para mejor ubicación en el reglamento.

a) 5.9.1 El concreto debe ser transportado desde la mezcladora hasta el sitio final de colocación empleando métodos que eviten la segregación o la pérdida de material.

b) 5.9.2 El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento de concreto en el sitio de colocación sin segregación de los componentes y sin interrupciones que pudieran causar pérdidas de plasticidad entre capas sucesivas de colocación. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

2.4.3.1 Retrasos

Al planear cualquier calendario de obra, el principal objetivo es producir trabajo con rapidez. El equipo para transportar y manejar el concreto se moderniza constantemente, con el fin de lograr una productividad máxima, y reducir el tiempo de operación en la colocación del concreto.

2.4.3.2 Endurecimientos

Cuando se mezclan el cemento y el agua, el concreto empieza a endurecer. Por lo regular, el grado de endurecimiento que ocurre durante los primeros 30 minutos no presenta problemas. En general el concreto que se haya mantenido en agitación se puede colocar y compactar dentro de la primera hora y media posterior al mezclado. Por esta razón, la planeación debiera eliminar o minimizar cualquier variable que permita endurecer el concreto hasta el grado donde no se pueda lograr una completa consolidación y se dificulte efectuar cualquier tipo de acabado. En climas cálidos y secos, dispone de menos tiempo para este proceso.

2.4.3.3 Segregación

Se conoce como segregación a la tendencia que presenta el agregado grueso a separarse del mortero cemento-arena. La segregación

tiene como consecuencia que parte de la mezcla tenga una cantidad demasiado pequeña de agregado grueso y que el resto tenga agregado grueso en cantidades excesivas. Los métodos y equipos que lleguen a usarse para transportar y manejar el concreto no deberá ser causa de segregación.

2.4.3.4 Etapas del transporte

Dependiendo de dónde se produzca el concreto, existen dos etapas de transporte en una obra:

- ✓ Transporte externo
- ✓ Transporte interno

2.4.3.5 Transporte interno y colocación

En esta etapa del transporte, manejo y colocación, se deberá tener en cuenta que el concreto se debe depositar sin interrupciones, lo más cerca posible de su posición final, evitando retrasos, endurecimiento temprano, pérdida de agua y segregación.

2.4.3.6 Carretillas manuales y motorizadas

Con todo los tipos de construcción de concreto, son de gran utilidad para acarreo planos y cortos, en especial, donde el acceso al área de trabajo este restringido. Son versátiles e ideales, en interiores y sitios donde las condiciones de colocado se encuentren cambiando constantemente. Se debe considerar que las carretillas manuales y motorizadas son lentas y de trabajo intenso. Para transferir el concreto, la distancia máxima de entrega recomendada es de 60 m y para carretillas motorizadas de 300m. (Montejo Fonseca, Montejo Piratova, & Montejo Piratova, 2013).

No deben utilizarse las ruedas metálicas, de tener que usar este equipo es recomendable que tengan de jebes, deben ser conducidas sobre superficies suaves y rígidas, lo que se consigue colocando tablas por donde se correrá la carretilla. (Abanto Castillo T. F., 2009, pág. 224)

2.4.4 COLOCACIÓN DEL CONCRETO

Por lo general, la colocación del concreto es conocida como “colocado”, lugar donde se necesita que endurezca como parte de la estructura; a diferencia de lo que es el concreto prefabricado.

- ✓ El concreto debiera depositarse sin interrupciones, lo más cerca posible de su posición final. En la construcción de losas, el colocado se debiera iniciar a lo largo del perímetro en un extremo del trabajo, descargando cada mezcla contra el concreto previamente colocado.
- ✓ Es importante mencionar que no se debiera voltear el concreto en pilas separadas, para después tratar de nivelarlo y trabajarlo simultáneamente. Tampoco debiera colocarse en pilas corridas, para moverlo horizontalmente a su posición final. Estas prácticas constructivas producen segregación, ya que el mortero tiende a fluir antes que el material grueso.
- ✓ El concreto debe colocarse en capas horizontales de espesor uniforme, y antes de colar la siguiente capa, consolidarla adecuadamente. La velocidad de colocación debe ser lo suficientemente rápida, para que la capa de concreto de fragüe cuando se le ponga encima la siguiente. Esto evita fisuras y juntas frías, producidas cuando el concreto fresco se cuele sobre un concreto endurecido; las capas deben ser de 15 a 50 cm de espesor para elementos reforzados y de 35 a 50 cm de espesor para trabajos masivos; el espesor dependerá del ancho entre las cimbras y de la cantidad del acero de refuerzo.
- ✓ Para evitar la segregación, el concreto no debe moverse horizontalmente a través una distancia larga, mientras se esté colocando en cimbras o losas, en algunos trabajos, es necesario mover el concreto horizontalmente dentro de las cimbras aunque esta distancia se debiera mantener dentro de un valor mínimo (colocado de muros, debajo de las aberturas de los muros, etc.).
- ✓ Para evitar agrietamientos, se debiera permitir que el concreto en columnas y muros permanezca dos horas como mínimo y de preferencia toda la

noche, antes de continuar con el colado de cualquier losa, cerramiento o trabe que los embarque. Las ménsulas y los capiteles de las columnas se consideran parte del piso o de la losa de techo y de manera integral, deberán colarse con las losas.

- ✓ En todo lo referente al manejo del concreto, un requisito básico es que la uniformidad como la calidad deben conservarse, en términos de la relación agua-cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad.
- ✓ La selección del equipo debe basarse en su capacidad para manejar eficientemente el concreto en condiciones más ventajosas, de modo que pueda ser fácilmente consolidado en su lugar, mediante vibración.
- ✓ La planeación anticipada debe asegurar una provisión adecuada y consistente del concreto. Se debe prever eficiente capacidad de colocación, y así el concreto se mantenga plástico y libre de juntas frías, mientras se coloca. Todo el equipo para colocación debe estar limpio y en buen estado, se debe arreglar de forma tal que el concreto se entregue en su posición final sin segregación objetable. El equipo debe de estar dispuesto, con el fin que la colocación se desarrolle sin tardanzas y que la mano de obra sea la suficiente para asegurar la apropiada colocación, consolidación y acabado del concreto. (Montejo Fonseca, Montejo Piratova, & Montejo Piratova, 2013)
- ✓ Si el concreto ha de ser puesto de noche, el sistema de iluminación debe ser suficiente para iluminar el interior de las cimbras y proporcionar un lugar seguro de trabajo.
- ✓ La colocación del concreto no debe de llevarse a cabo cuando exista la probabilidad de temperaturas de congelación, a menos que se hayan previsto instalaciones adecuadas para la protección contra el frío. Se debe tener a la mano un equipo para el rápido comienzo del curado o para la aplicación de compuestos de sellado.
- ✓ Una interrupción en el proceso de fabricación del concreto puede constituir un problema, por esta razón, se debe contar con equipos de apoyo.

- ✓ Antes de iniciar la colocación y el colado del concreto, es muy conveniente realizar una inspección detallada de los cimientos, juntas de construcción, cimbras, tapas juntas, refuerzos y otros detalles.
- ✓ Al elegir el equipo de colocación del concreto, se debe considerar la capacidad para ubicarlo en el sitio correcto, de manera económica y sin alterar su calidad. Los equipos como cubetas, tolvas, carretillas, etc., serán mejores para producción intermitente, mientras que otros equipos, como bandas transportadoras y bombas, son más apropiadas para producción continua.
- ✓ Para colocar el concreto, el equipo seleccionado debe disponerse para que el concreto tenga cierta caída vertical libre hasta el interior del contenedor que lo reciba (cimbras), o el punto de colado. El chorro de concreto no debe separarse, permitiendo que caiga libremente sobre varillas, espaciadores, refuerzos u otros materiales ahogados.
- ✓ Si las cimbras están suficientemente abiertas o llenas, que no estorben la caída vertical del concreto en el lugar de colocación, es preferible la descarga directa y sin el empleo de tolvas, conductos o vertederos. Durante su ubicación, el concreto debe ser depositado en o cerca de su posición final, ya que presenta la tendencia a segregarse, cuando tiene que hacerse fluir libremente en su lugar. (Montejo Fonseca, Montejo Piratova, & Montejo Piratova, 2013)

2.4.4.1 Temperatura en la colocación del concreto

Según el reglamento nacional de edificaciones, el E.060 indica que el concreto debe ser colocado en condiciones óptimas para el buen endurecimiento del mismo y evitando reacciones químicas desfavorables que perjudican la resistencia del concreto endurecido.

El capítulo E.060 indica que la temperatura del concreto al ser colocado no deba ser tan alta como para causar dificultades debidas a perdida de asentamiento, fragua instantánea o juntas frías. Además, no deba ser mayor de 32°C.

También indica que el concreto debe permanecer a una temperatura por encima de 10°C y permanentemente húmedo por lo menos durante 7 días después de la colocación (excepto para concreto de alta resistencia inicial).

Con respecto al clima frío, la norma considera clima frío a aquel en que, en cualquier momento del vaciado la temperatura ambiente pueda estar por debajo de 5°C.

A continuación presentamos un cuadro de los cambios de temperatura promedio de la Ciudad de Puno a lo largo de los 12 meses del año.

Tabla 4: Promedio de temperatura normal para Puno.

Mes	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C	Precipitación (Lluvia) MI.
Enero	15.5	5.6	174
Febrero	15.3	5.4	149
Marzo	15.2	5.2	131
Abril	15.3	3.7	59
Mayo	14.9	0.8	9
Junio	14.0	-0.9	6
Julio	14.1	-1.3	3
Agosto	14.9	0.0	12
Setiembre	15.9	1.7	23
Octubre	16.5	3.4	53
Noviembre	16.8	4.3	54
Diciembre	16.6	5.3	87

Fuente: (Senahmi, 2018)

La norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones menciona con respecto a la temperatura en el concreto:

Requisitos para clima frío

- a) 5.12.1 Para los fines de esta Norma se considera como clima frío a aquel en que, en cualquier momento de fabricación, la temperatura ambiente pueda estar por debajo de 5° C.
- b) 5.12.2 Durante el proceso de colocación, se tomarán adicionalmente las siguientes precauciones:

- ✓ El concreto deberá fabricarse con aire incorporado, de acuerdo a lo especificado en el Capítulo 4 de la norma E.060.
- ✓ Deberá tenerse en obra equipo adecuado para calentar el agua y/o el agregado, así como para proteger el concreto cuando la temperatura ambiente esté por debajo de 5° C.
- ✓ En el caso de usar concretos de alta resistencia, el tiempo de protección no será menor de 4 días.
- ✓ Todos los materiales integrantes del concreto, así como las barras de refuerzo, material de relleno y suelo con el cual el concreto ha de estar en contacto deberán estar libres de nieve, granizo y hielo.
- ✓ Los materiales congelados, así como aquellos que tienen hielo, no deberán ser empleados.

c) 5.12.3 Cuando la temperatura del medio ambiente es menor de 5° C, la temperatura del concreto ya colocado deberá ser mantenida sobre 10° C durante el período de curado.

d) 5.12.4 Se tomarán precauciones para mantener al concreto dentro de la temperatura requerida sin que se produzcan daños debidos a la concentración de calor. No se utilizarán dispositivos de combustión durante las primeras 24 horas, a menos que se tomen precauciones para evitar la exposición del concreto a gases que contengan bióxido de carbono. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

2.4.4.2 Colocación del concreto según la norma E.060

A continuación presentaremos las indicaciones con respecto a la colocación del concreto de la norma E.060 del RNE con la numeración de origen para mejor ubicación en el reglamento.

Preparación del equipo y del lugar de colocación del concreto

a) 5.7.1 La preparación previa a la colocación del concreto debe incluir lo siguiente:

- ✓ Las cotas y dimensiones de los encofrados y los elementos estructurales deben corresponder con las de los planos.
- ✓ Las barras de refuerzo, el material de las juntas, los anclajes y los elementos embebidos deben estar correctamente ubicados.
- ✓ Todo equipo de mezclado y transporte del concreto debe estar limpio.
- ✓ Deben retirarse todos los escombros y el hielo de los espacios que serán ocupados por el concreto.
- ✓ El encofrado debe estar recubierto con un desmoldante adecuado.
- ✓ Las unidades de albañilería de relleno en contacto con el concreto, deben estar adecuadamente humedecidas.
- ✓ El refuerzo debe estar completamente libre de hielo o de otros recubrimientos perjudiciales.
- ✓ El agua libre debe ser retirada del lugar de colocación del concreto antes de depositarlo, a menos que se vaya a emplear un tubo para colocación bajo agua o que lo permita la Supervisión.
- ✓ La superficie del concreto endurecido debe estar libre de lechada y de otros materiales perjudiciales o deleznable antes de colocar concreto adicional sobre ella. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

Colocación del concreto

b) 5.10.1 El concreto debe ser depositado lo más cerca posible de su ubicación final para evitar la segregación debida a su manipulación o desplazamiento.

c) 5.10.2 La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre el refuerzo. El proceso de colocación deberá efectuarse en una operación continua o en capas de espesor tal que el concreto no sea depositado sobre otro que ya haya endurecido lo suficiente para originar la formación de juntas o planos de fabricación dentro de la sección.

- d) 5.10.3 No se debe colocar en la estructura el concreto que haya endurecido parcialmente o que se haya contaminado con materiales extraños.
- f) 5.10.4 No se debe utilizar concreto al que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial, a menos que sea aprobado por la Supervisión.
- g) 5.10.5 Una vez iniciada la colocación del concreto, ésta debe ser efectuada en una operación continua hasta que se termine el llenado del tramo o paño, definido por sus límites o juntas predeterminadas, de acuerdo con lo indicado en 6.4.
- h) 5.10.6 Cuando se necesiten juntas de construcción, éstas deben hacerse de acuerdo con 6.4.
- i) 5.10.7 Todo concreto debe ser compactado cuidadosamente por medios adecuados durante la colocación y debe ser acomodado por completo alrededor del refuerzo y de los elementos embebidos y en las esquinas del encofrado. Los vibradores no deberán usarse para desplazar lateralmente el concreto en los encofrados. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

2.4.5 CONSOLIDACIÓN O COMPACTACIÓN DEL CONCRETO

Al depositar una masa de concreto recién mezclado en una cimbra o molde, contiene cavidades en forma de panal de abejas, debido al aire atrapado. Si el concreto se deja endurecer en estas condiciones será irregular, débil, poroso y presentara muy baja adherencia con el acero de refuerzo y apariencia defectuosa.

La compactación, también llamada consolidación, es el proceso que se sigue para eliminar el aire atrapado del concreto fresco en la cimbra.

Son varios métodos y las técnicas aplicables y su elección depende de la trabajabilidad de la mezcla, de la condiciones de colado y del grado de resaireación deseado.

En la actualidad, se dispone de equipos y métodos para una rápida y eficiente compactación del concreto. El concreto con contenido de agua

relativamente bajo puede moldearse con facilidad, en una amplia diversidad de formas, por lo que resulta ser un material de construcción económico y de gran versatilidad. Cuando los procedimientos adecuados de compactación se combinan con buenas cimbras, las superficies de concreto tienen un aspecto agradable.

La consolidación es el proceso de compactar el concreto fresco para moldearlo dentro de las cimbras y alrededor de los insertos y del refuerzo, con el fin de eliminar los depósitos de piedras, los apanalamientos y las cavidades de aire atrapado. (Montejo Fonseca, Montejo Piratova, & Montejo Piratova, 2013)

2.5 ENCOFRADOS

2.16.1 Análisis de encofrados

Lo que se persigue al realizar un encofrado, es poder confinar un volumen de concreto durante el fraguado y endurecimiento del mismo, logrando así una forma preestablecida (muro, columna, viga, etc). Ahora bien, esta estructura de confinamiento debe ser capaz de resistir las cargas que sobre ella van a actuar, asegurando la integridad de la estructura de concreto, hasta que esta pueda sustentarse por sí misma.

Estas cargas son de dos tipos: instantáneas y permanentes. Las instantáneas son originadas por el personal y los equipos que están en contacto con el encofrado durante el momento de fabricación; y las permanentes se debe al peso del acero de refuerzo colocado y del concreto que se vacía; y actúan solamente mientras el concreto no ha alcanzado la resistencia suficiente como para sostenerse por sí mismo.

Existen muchos factores que inciden directamente en la presión como son:

1. Velocidad del vaciado
2. Temperatura del concreto y del sitio donde se esté vaciando
3. Dosificación del concreto
4. Consistencia del concreto (trabajabilidad)
5. Forma como se vibre el concreto
6. Impacto durante el vaciado del concreto
7. Forma y dimensiones de los encofrados

8. Cuantía y distribución de las armaduras
9. Peso específico del concreto
10. Altura de caída del concreto.

2.16.2 Metodología del encofrado

A continuación, se presentan a modo de ejemplo los pasos en orden lógico, que se debe seguir a la hora de realizar el encofrado de algunos elementos estructurales que se puedan construir

Lo que se pretende con los ejemplos, es dar la idea de cómo establecer la secuencia de colocación de elementos de un encofrado y de que pasos seguir a la hora de realizar el mismo.

- ✓ ENCOFRADO DE VIGAS
 - a) Se tiene las columnas previamente vaciadas
 - b) Se colocan los puntales o los andamios, según sea el caso
 - c) Se colocan los largueros del fondo (cuartones o perfiles metálicos)
 - d) Se colocan las costillas con la separación necesaria
 - e) Se coloca el tablero de fondo
 - f) Se nivela el tablero de fondo
 - g) Se colocan los tableros laterales
 - h) Se arriostra lateralmente
 - i) Se colocan los tornapuntas
 - j) Se coloca el líquido desencofrante
 - k) Se coloca el acero longitudinal y transversal según proyecto
 - l) Se coloca los codales y tensores en caso de ser necesario
 - m) Se vacía el concreto.

(Gabriel, 1995)

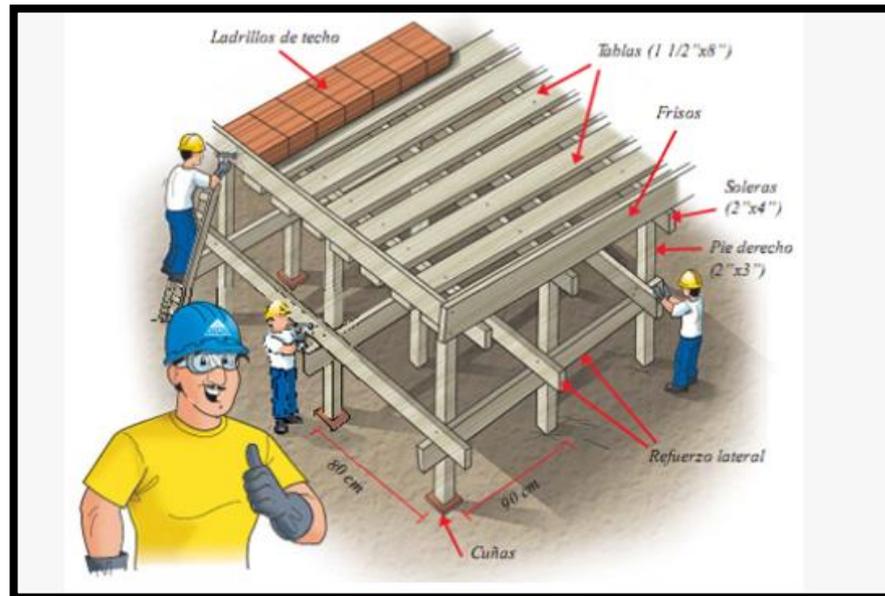


Figura 10: Encofrado de Techo Aligerado

Fuente: (Aceros Arequipa S.A., 2018)

Consideraciones

- ✓ Los frisos del techo aligerado podrán ser retirados al cabo de 24 horas del vaciado del concreto
- ✓ Después de 7 días de haberse realizado el vaciado, se procederá al desencofrado de las vigas. Las losas aligeradas se podrán desencofrar antes, pero previendo de dejar puntales cada ciertos tramos
(Aceros Arequipa S.A., 2018)

2.16.3 Sistema de encofrado de madera

El encofrado en madera es el sistema comúnmente empleado en el medio, desde que comenzó a utilizarse el concreto armado en estructuras de edificaciones. Su uso sigue muy vigente hoy en día, por varias razones:

- a) No se necesita mano de obra especializada, por la cual los costos bajo este concepto son muy bajos.
- b) El peso del encofrado es relativamente bajo, esto facilita su manejo.

- c) Posee gran adaptabilidad para construir formar arquitectónicas variadas
- d) Los costos de la materia prima, son bajos si se los compara con otros materiales y si se considera el número de reusos posibles.
- e) Se logra gran cantidad de usos y reusos con la madera
- f) La madera es muy resistente con relación a su peso
- g) Se pueden reponer partes deterioradas de un encofrado, con facilidad
- h) No existe limitación a los componentes estructurales a construir, ni forma ni en tamaño.

Las aplicaciones del sistema son muchas, losas, columnas, vigas, tableros de puentes, muros (planos o curvos), escaleras, rampas, piezas especiales, etc., lo único que se necesita es tener un buen carpintero, y lo demás pasa a un plano secundario.

Los encofrados en madera presentan desventajas, como por ejemplo, la de que los tiempos requeridos para encofrar y desencofrar los futuros elementos de concreto, son muy largos si se compara con los sistemas de encofrados industrializados. (Gabriel, 1995)

2.16.4 Requisitos de la madera para encofrados

La madera a usarse para la elaboración de encofrados de cumplir los siguientes requisitos.

Debe ser liviana, y suficientemente resistente, con módulos de elasticidad que asegure la menor deformación posible.

Debe evitarse usar madera húmeda, ya que al secarse en obra, puede deformarse, además ofrecer menor resistencia.

No debe evitarse usar madera muy seca, ya que puede absorber parte de la humedad del concreto e hincharse. Se recomienda usar madera seca al aire, a un contenido de humedad de 15 a 18.

La madera debe estar libre de defectos, tales como nudos, rajaduras, alabeos, etc., que disminuye la resistencia, o en el caso de concreto caravista, que puedan aparecer en la superficie de estructura. (Jiménez Yábar, Ascendio Sanabria, & Barreto de la Torre)

2.16.5 Encofrados según la norma E.060

A continuación mencionaremos las indicaciones del capítulo 06 de la norma E.060 del RNE con la misma numeración de los ítems para mejor ubicación en el reglamento.

Encofrados

- a) 6.1.1 Los encofrados deberán permitir obtener una estructura que cumpla con los perfiles, niveles, alineamientos y dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos de diseño y en las especificaciones.
- b) 6.1.2 Los encofrados deberán ser suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero.
- c) 6.1.3 Los encofrados deben estar adecuadamente arriostrados o amarrados entre sí, de tal manera que conserven su posición y forma.
- d) 6.1.4 Los encofrados y sus apoyos deben diseñarse de tal manera que no dañen a las estructuras previamente construidas.
- e) 6.1.5 El diseño de los encofrados debe tomar en cuenta los siguientes factores:
 - ✓ La velocidad y los métodos de colocación del concreto;
 - ✓ Todas las cargas de construcción, incluyendo las de impacto;
 - ✓ Los requisitos de los encofrados especiales necesarios para la construcción de cáscaras, losas plegadas, domos, concreto arquitectónico u otros tipos de elementos.
- f) 6.1.6 Los encofrados para elementos de concreto preesforzado deben estar diseñados y contruidos de tal manera que permitan los

movimientos del elemento sin causarle daños durante la aplicación de la fuerza de preesforzado. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

2.6 TUBERÍAS EMBEBIDAS

2.6.1 TUBERÍAS EMBEBIDAS EN EL CONCRETO SEGÚN LA NORMA E.060

A continuación presentaremos las indicaciones según la norma E.060 del RNE con la numeración de origen para una mejor ubicación en el reglamento.

Tuberías y ductos embebidos en el concreto

a) 6.3.1 Se permite, previa aprobación de la supervisión, embeber en el concreto tuberías, ductos e insertos de cualquier material que no sea perjudicial para el concreto y que esté dentro de las limitaciones de 6.3 de la norma E.060, siempre y cuando se considere que ellos no reemplazan estructuralmente al concreto desplazado, excepto en lo previsto en 6.3.6 de la norma E.060.

b) 6.3.2 No deben dejarse embebidos en el concreto estructural, tuberías y ductos de aluminio, a menos que se recubran o se pinten adecuadamente para evitar la reacción concreto- aluminio, o la acción electrolítica entre el aluminio y el acero.

c) 6.3.3 Los ductos, tuberías e insertos que pasen a través de losas, muros o vigas, no deben debilitar significativamente la resistencia de la estructura.

d) 6.3.4 Los ductos y tuberías, junto con sus conexiones, embebidas en una columna, no deben ocupar más del 4% del área de la sección transversal que se empleó para calcular su resistencia, o de la requerida para la protección contra el fuego.

e) 6.3.5 Excepto cuando los planos de los ductos y tuberías hayan sido aprobados por el ingeniero estructural, las tuberías y ductos embebidos en una losa, muro o viga (diferentes de los que sólo pasan a través de estos elementos) deben satisfacer lo siguiente:

- ✓ No deben tener dimensiones exteriores mayores que la tercera parte del espesor total de la losa, muro o viga, donde estén embebidos.

- ✓ No deben estar espaciados a menos de tres veces su diámetro o ancho medido de centro a centro.
 - ✓ No deben afectar significativamente la resistencia del elemento.
- f) 6.3.6 Se puede considerar que los ductos, tuberías e insertos sustituyen estructuralmente en compresión al concreto desplazado si cumplen con lo siguiente:
- ✓ No estén expuestos a la corrosión o a otra causa de deterioro.
 - ✓ Sean de acero o hierro sin revestimiento o galvanizado, de espesor no menor que el del tubo de acero calibre estándar número 40 (Schedule 40).
 - ✓ Tengan un diámetro interior nominal no superior a 50 mm y estén separados no menos de tres diámetros medidos centro a centro.
- g) 6.3.7 Las tuberías y sus conexiones deben diseñarse para resistir los efectos del fluido, la presión y la temperatura a las cuales van a estar sometidas.
- h) 6.3.8 Ningún líquido, gas o vapor (salvo el agua cuya temperatura y presión no excedan de 32° C ni de 0,35 MPa respectivamente) debe circular o colocarse en las tuberías hasta que el concreto haya alcanzado su resistencia de diseño.
- i) 6.3.9 En losas macizas, las tuberías deben colocarse entre las capas de refuerzo superior e inferior, a menos que se requieran para irradiar calor o fundir nieve.
- j) 6.3.10 El recubrimiento de concreto para las tuberías y sus conexiones no debe ser menor de 40 mm en superficies de concreto expuestas a la intemperie o en contacto con el suelo, ni menor de 20 mm en aquellas que no estén directamente en contacto con el suelo o expuestas a la intemperie.
- k) 6.3.11 Debe colocarse refuerzo en la dirección normal a la tubería, con un área no menor de 0,002 veces el área de la sección de concreto.
- l) 6.3.12 Las tuberías y ductos deben fabricarse e instalarse de tal forma que no se requiera cortar, doblar o desplazar el refuerzo de su posición apropiada. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014)

2.6.2 MONTAJE DE TUBERÍAS DE DESAGÜE EN VIGAS

No se debe doblar los aceros de las vigas para dejar pasar los montajes de desagüe.

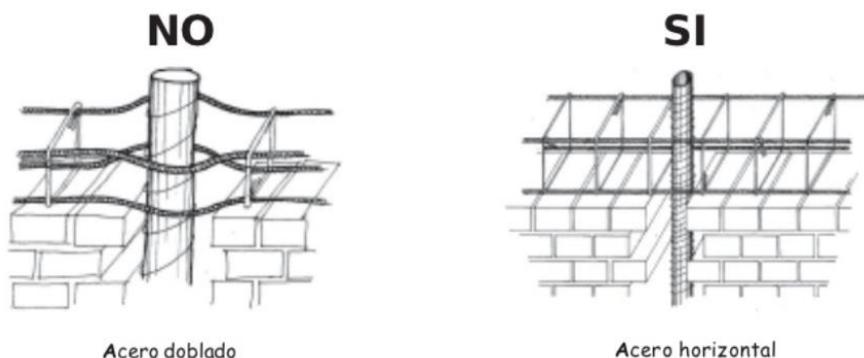


Figura 11: Instalación de tuberías en vigas.

Fuente: (PUCP, 2005)

2.6.3 TUBERÍAS EN LOSA ALIGERADA

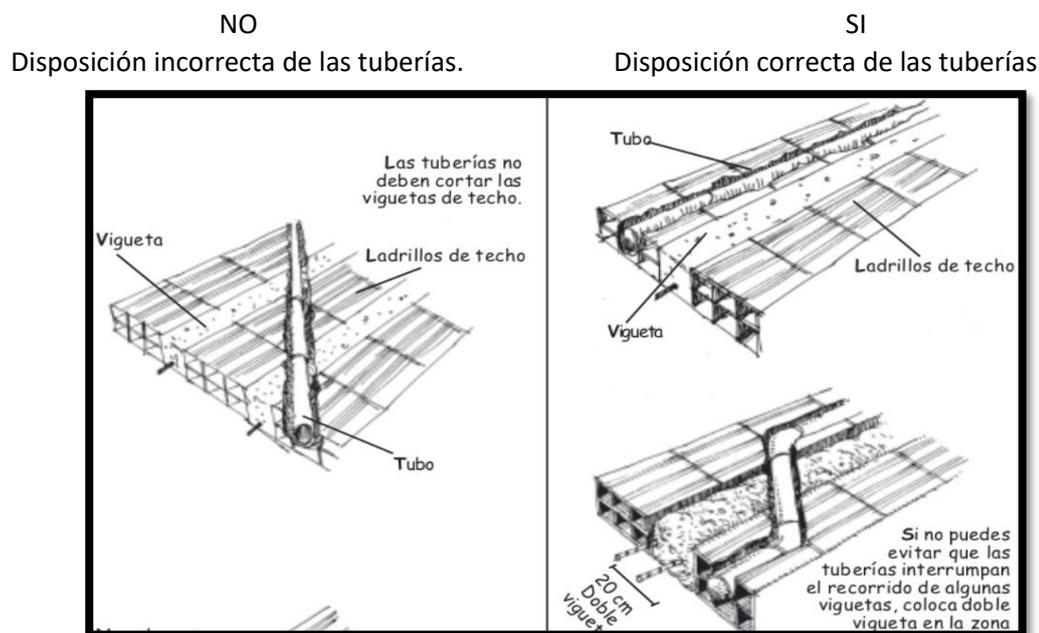


Figura 12: Tuberías en losas aligeradas.

Fuente: (PUCP, 2005)

2.7 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, los términos mencionados líneas abajo se define como:

- a. **Aditivo:** Material distinto del agua, de los agregados o del cemento hidráulico, utilizado como componente del concreto, y que se añade a este antes o durante su mezclado a fin de modificar sus propiedades.
- b. **Agregado:** Material granular de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.
- c. **Agregado denominado Hormigón:** Material compuesto de grava y arena empleado en su forma natural de extracción.
- d. **Estribo:** Refuerzo colocado perpendicularmente o en ángulo con respecto al refuerzo longitudinal, empleado para resistir esfuerzos de cortante y de torsión en un elemento estructural. Los estribos también cumplen función de control del pandeo de las barras longitudinales y de confinamiento al concreto.
- e. **Longitud de desarrollo:** Longitud embebida del refuerzo, incluyendo torones de preesforzado, en el concreto que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño del refuerzo en una sección crítica.
- f. **Losa:** Elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. Usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo.
- g. **Puntales:** Elementos de apoyo verticales o inclinados diseñados para soportar el peso del encofrado, del concreto y de las cargas de construcción sobre ellos.
- h. **Viga:** Elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante.

- i. **Unidad de albañilería:** Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar ó tubular.

CAPITULO III

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio es de nivel descriptivo, no experimental y de corte transversal.

Descriptiva

La investigación es descriptiva pues se determinó las características del proceso constructivo del vaciado de losa en las viviendas objeto de estudio, también se estableció relaciones entre las variables indirecta y directa. El tipo de investigación también es explicativo porque se explicó cómo ocurrieron los fenómenos presentados en obra y en qué condiciones se dio.

De corte transversal

De corte transversal o sincrónica, porque el estudio se analizó en un momento puntual, con un segmento de tiempo a fin de medir o caracterizar la situación en el periodo de tiempo específico.

3.2 ÁMBITO DE ESTUDIO

3.2.1 UBICACIÓN DE LA MUESTRA

El estudio se realizó en la región de Puno, provincia de Puno, Ciudad de Puno.

3.2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de la investigación está constituida por un conjunto de viviendas autoconstruidas en las cuales se está ejecutando los techos de manera informal en el último trimestre del 2018 y primer trimestre del 2019, época en la cual según las condiciones de clima y medio ambiente se acostumbra ejecutar el vaciado de losas aligeradas.

El tamaño de la población es de 391 según estudios previos realizados en la Ciudad de Puno, pues se determinó que en una semana el promedio de vaciado de losas en viviendas autoconstruidas es de 7.5, por

lo que en un periodo anual de 52 semanas se calcula 391 el número de vaciado de losas en viviendas autoconstruidas en la ciudad de Puno.

La muestra del estudio está compuesta por un subconjunto representativo de 20 muestras, el método de elección es por conveniencia, o también llamado muestras no probabilísticas.

Dentro del muestreo no probabilístico utilizaremos el muestreo por criterio y por cuotas.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.3.1.1. Información indirecta

Recopilación de la información existente en fuentes bibliográficas (para analizar temas generales sobre la investigación que se realizó), datos y estadísticas; recurriendo a las fuentes originales en lo posible: éstas fueron libros, revistas especializadas, periódicos escritos por autores expertos, páginas web de internet y tesis relacionadas al tema de investigación.

3.3.1.2. Información directa

Este tipo de información se obtuvo mediante la aplicación de la ficha de trabajo en las muestras de la población de las viviendas autoconstruidas, cuyas muestras fueron obtenidas aleatoriamente; al mismo tiempo, se aplicaron instrumentos de investigación.

3.3.2 INSTRUMENTOS

3.3.2.1. Ficha de trabajo

La ficha de trabajo (anexo 01) fue el instrumento principal de recolección de datos, para conocer y evaluar las principales características y condiciones de las viviendas autoconstruidas, en la cual contiene todos los ítems involucrados para el objeto de la investigación de la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Las fichas de trabajo también le llamaremos fichas técnicas son hojas de cálculo elaboradas en MS Excel. En ellos se sintetiza, completa y ordenadamente la información recopilada de cada vivienda evaluada. Estas fichas incluyen el análisis y recopilación según los requerimientos de los capítulos involucrados de la norma E.060 del RNE, esta ficha de reporte está constituida por 05 páginas.

3.3.2.2. Observación estructurada

Se utilizó este instrumento adicional a la técnica principal que nos permitió observar el proceso constructivo del vaciado de losas en las viviendas evaluadas, tomando nota con criterio de los eventos en el este proceso para completar datos que podrían faltar a la ficha de trabajo y realizando una comparación de procedimiento según indica la norma E.060 del RNE.

3.3.2.3. Descripción detallada de la ficha de trabajo

La ficha de encuesta comprende: datos generales, datos técnicos, esquemas de la vivienda, información complementaria y fotos que ayudarán a observar el estado de la vivienda.

3.3.2.4. Datos generales

- a) Número de vivienda: El número correlativo de la vivienda evaluada.
- b) Dirección de la vivienda: Ubicación de la vivienda, incluye provincia y REGION.
- c) Fecha de la encuesta: El día, mes y año en que se realizó la evaluación de la ejecución del vaciado de la losa aligerada.
- d) Hora: Se detalla la hora en que se empieza el vaciado de losa.
- e) Temperatura: La temperatura promedio del día en que se realizó el vaciado de la losa aligerada (temperatura ambiente).

3.3.2.5. Datos técnicos

En esta sección de la ficha de trabajo incluye todos los ítems mencionados en la norma E.060 que hacen mención al proceso de vaciado de losas aligeradas, siendo estas los capítulos siguientes: tres que hace referencia a los materiales, capítulo 5 que hace referencia a la calidad del

concreto, mezclado y colocación, capítulo 6 que hace referencia al encofrado y tuberías embebidas, y capítulo 7 que hace referencia a detalles del refuerzo.

Además de los ítems en mención, incluye una columna de observaciones para detallar algún evento resaltante en cada muestra que merezca mencionar, estas serán generalmente patológicas encontradas en cada muestra evaluada.

3.3.2.6. Cuadro resumen

El cuadro resumen (anexo 02) es un instrumento adicional donde se completan algunos datos no contemplados en la ficha de trabajo y también se realiza un resumen de algunos datos más relevantes.

Tabla 5: Enumeración de datos contenidos en cuadro resumen

VIVIENDA: (1)		DIRECCION: (2)		FECHA: (5)	
REGION: (3)		PROVINCIA: (4)		HORA: (7)	
TESISTA: (6)					
Ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensión	Angulo	Ø de Doblado	
1					
2	(8)	(9)	(10)	(11)	
3					
	DESCRIPCION MEDIDAS	MEDIDA	OBSERVACIONES		
4	Altura de la loza (12)	=	-		
5	Altura del ladrillo (13)	=	-		
6	Vibración (14)	=	-		
7	Area del Techo (15)	=	-		
8	Piso N° (16)	=	-		
	REFUERZO				
9	Ø viga principal (17)	=	-		
10	Ø viga secundaria (18)	=	-	(36)	
11	Ø viguetas (19)	=	-		
12	Ø estribos (20)	=	-		
13	Ø acero de T (21)	=	-		
14	Espaciamiento de los estribos (22)	=	-		
	MEZCLADO DEL C°				
15	Tiempo de mezclado en cada tandada (23)				
	Distancia de transporte del C°				
16	(24)	=			

17	Cantidad de agua en cada tandada (25)	
	TUBERÍAS	
18	Recubrimiento de las tuberías (26) =	
19	Diámetro de las tuberías embebidas (27)	
	ENCOFRADOS	
20	Separación de puntales del encofrado (28)	
21	Tablas "e" = (29) Solera = (30) Frisos "e" = (31)	
22	Pie derecho 2*3" (32) =	
23	Tipo de madera (33) =	
	Resultado: % Que cumple según la norma E.060	
24	% que cumple (34) =	
25	% que no cumple (35) =	

Fuente: Elaboración propia

El cuadro resumen es un extracto de la ficha de trabajo que se compone de datos considerados relevantes que a continuación se presenta enumerado para mejor localización y visualización.

A continuación se describe los datos contenidos en cuadro resumen según enumeración en paréntesis del cuadro 1:

- (1) **Vivienda:** Indica el número de vivienda encuestada
- (2) **Dirección:** Se describe la ubicación de la vivienda
- (3) **Región:** Señala la región donde se ejecuta la investigación.
- (4) **Provincia:** Especifica la provincia de la región.
- (5) **Fecha:** Indica el día, mes y año que se ejecutó el vaciado de losa de la vivienda encuestada.
- (6) **Tesista:** Señala el nombre del tesista que realizó la investigación.
- (7) **Hora:** Indica la hora que se procedió al vaciado de losa de la vivienda encuestada.
- (8) **Ø Varilla:** Se enumera los diámetros de las varillas utilizadas en la construcción de la losa de concreto armado de la vivienda encuestada.
- (9) **Extensión:** Se registra las menores longitudes de las extensiones de los ganchos de las varillas en vigas y viguetas.
- (10) **Angulo:** Se anota los ángulos de los ganchos de las viguetas y vigas en la construcción de las losas aligeradas en las viviendas encuestadas.

- (11) **Ø de Doblado:** Se registra el promedio de los diámetros de doblado de los ganchos de las vigas y viguetas según el diámetro.
- (12) **Altura de la losa:** Se registra la altura de la losa de concreto armado desde la base del encofrado hasta el nivel del concreto vaciado en las viviendas encuestadas
- (13) **Altura del ladrillo:** Se anota la altura del ladrillo para techo utilizado en la construcción de la losa de concreto armado.
- (14) **Vibración:** Se indica con un “Si” o “No” si en el proceso de vaciado de la losa de concreto armado se utilizó equipo de vibrado de concreto.
- (15) **Área del techo:** Se anota el área de la losa de concreto armado.
- (16) **Piso N°:** Se menciona número del piso de la losa de concreto armado objeto de estudio, teniendo en cuenta que el nivel del suelo es piso 0.
- (17) **Ø viga principal:** Se registra el diámetro (o diámetros si existiera variedad) de las varillas utilizada en el armado de la viga principal.
- (18) **Ø viga secundaria:** Se registra el diámetro (o diámetros si existiera variedad) de las varillas utilizados en el armado de la viga secundaria.
- (19) **Ø viguetas:** Se registra el diámetro (o diámetros si existiera variedad) de las varillas utilizados en las viguetas.
- (20) **Ø estribos:** Se registra el diámetro (o diámetros si existiera variedad) de las varillas utilizados en los estribos de las vigas principal y secundaria.
- (21) **Ø acero de T:** Se registra el diámetro de las varillas utilizadas en el armado del acero de temperatura.
- (22) **Espaciamiento de los estribos:** Se anota el espaciamiento de los estribos en vigas empezando desde la intersección con su columna respectiva.
- (23) **Tiempo de mezclado en cada tandada:** Se indica el tiempo que se demora el mezclado de los materiales para obtener el concreto, empezando desde el ingreso del primer material a la olla del equipo de mezclado, hasta que se realiza el transporte del concreto.
- (24) **Distancia de transporte del C°:** Se registra la distancia horizontal medida desde el punto de mezclado del concreto hasta la ubicación del winche eléctrico encargado de trasladar verticalmente el concreto, si no existiera equipo de transporte vertical se medirá desde el punto de

mezclado del concreto, hasta el punto más cercano de la losa donde se colocara el concreto.

(25) **Cantidad de agua en cada tandada:** Se mide la cantidad de agua en litros utilizada en cada tandada, se entiende para esta investigación que en cada tandada se utiliza una bolsa de cemento de 42.5 kg.

(26) **Recubrimiento de las tuberías:** Se mide y registra el recubrimiento de las tuberías de desagüe colocadas en la losa a vaciar, este dato se mide desde el plano tangencial superior de la tubería hasta el nivel del concreto vaciado.

(27) **Diámetro de las tuberías embebidas:** Se registra el mayor diámetro de las tuberías embebidas en el concreto de la losa.

(28) **Separación de puntales del encofrado:** Se anota la mayor distancia horizontal en la separación de los puntales del encofrado.

(29) **Tablas "e":** Se registra el espesor de las tablas utilizadas en el encofrado de la losa.

(30) **Solera:** Se registra el área transversal de las soleras utilizadas en el encofrado de la losa.

(31) **Frisos "e":** Se registra el espesor de los frisos utilizadas en el encofrado de la losa.

(32) **Pie derecho 2*3":** Se anota el diámetro del área transversal de los puntales utilizados en el encofrado de la losa.

(33) **Tipo de madera:** Se anota el tipo de madera utilizado en el encofrado de la losa, en tablas, frisos y puntales.

(34) **% que cumple:** Se registra en porcentaje en qué grado se cumple el proceso de vaciado de la losa de concreto armado según los capítulos 3, 5, 6 y 7 de la norma E.060 del RNE

(35) **% que no cumple:** Se registra en porcentaje en qué grado se cumple el proceso de vaciado de la losa de concreto armado según los capítulos 3, 5, 6 y 7 de la norma E.060 del RNE

(36) **Observaciones:** Se indica algunas observaciones encontradas en obra de la vivienda encuestada y se adjunta una fotografía.

3.3.2 Otros instrumentos de ayuda

La toma de datos es fundamental y contar con los instrumentos necesarios para la elaboración de la misma, tales como:

- ✓ Flexómetro para realizar las diferentes mediciones, tales como medición de instalación del encofrado, medidas de la madera para el encofrado, medidas de las tuberías embebidas, y medición del refuerzo en la vaciado de losas aligeradas.
- ✓ Transportador la cual sirve para medir en ángulo de los materiales en varios procesos del vaciado de losas.
- ✓ Cámara fotográfica, la cual nos permitirá detallar y guardar la información fotográfica de las diferentes características y detalles encontrados con el fin de tener mejores perspectivas del vaciado de losas en cada vivienda autoconstruida seleccionada.
- ✓ Cuaderno de apuntes para la evaluación, la cual será necesaria para mantener un registro y orden adecuado en el proceso de investigación y posterior evaluación.
- ✓ Libros y/o manuales de referencia, para conocer las maneras incorrectas o correctas que se ve en el vaciado de losas de concreto de viviendas autoconstruidas.

3.4 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se detalla el procedimiento de recolección de datos de la siguiente manera:

- ✓ Luego de tener los instrumentos de recolección de datos principalmente la ficha técnica (Anexo 01), se inició con la identificación y contacto muestral, seguidamente por la búsqueda aleatoria de los techos que se realizaron en la ciudad de Puno.
- ✓ Estando ya en la vivienda objeto de estudio, luego del permiso del propietario se procedió a la aplicación de los instrumentos principales, la utilización de la ficha técnica y la observación estructurada para evaluar el proceso constructivo del vaciado de la losa aligerada.

- ✓ Paralelamente se realizó el llenado de datos según la ficha técnica y datos adicionales que no contemplan la misma, el cual detalla aspectos involucrados en el proceso constructivo del vaciado de losas en las viviendas evaluadas. La aplicación de los instrumentos lo realizó el tesista.
- ✓ Se procedió también al registro fotográfico de cada proceso objeto de estudio de la investigación.
- ✓ Teniendo la información recopilada se procedió al procesamiento de datos usando un software de computadora que en este caso fue Microsoft Excel.
- ✓ Finalmente después del procesamiento de datos y análisis de los mismos se obtuvo los resultados de la investigación.

CAPITULO IV

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADO RESUMEN

Tabla 6: Grado de cumplimiento según indicadores evaluados de la norma E.060 del RNE.

GRADO DE CUMPLIMIENTO SEGÚN INCIDADORES													GCI (%)									
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	V 01	V 02	V 03	V 04	V 05	V 06	V 07	V 08	V 09	V 10	V 11	V 12	V 13	V 14	V 15	V 16	V 17	V 18	V 19	V 20	
	3.1 ENSAYOS DE MATERIALES																					
01	3.1.2 El muestreo y los ensayos de materiales y del C° deben hacerse de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3.2 CEMENTO																					
02	3.2.1 El cemento debe cumplir con los requisitos de las NTP correspondiente	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
03	3.2.2 El cemento empleado en la obra debe corresponder al que se ha tomado como base para la selección de dosificación del C°	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3.3 AGREGADOS																					
04	3.3.2 El TMN del agregado grueso no debe ser superior a: (a) 1/5 de la menor separación entre lados del encofrado (b) 1/3 de la altura de la loza (c) 3/4 espaciamiento min. libre entre las barras de refuerzo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

GRADO DE CUMPLIMIENTO SEGÚN INCIDADORES													GCI (%)									
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	V 01	V 02	V 03	V 04	V 05	V 06	V 07	V 08	V 09	V 10	V 11	V 12	V 13	V 14	V 15	V 16	V 17	V 18	V 19	V 20	
05	3.3.3 Los agregados provenientes de canteras podrán ser probados por la supervisión si cumplen los ensayos normalizados que considere convenientes.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06	3.3.4 Los agregados fino y grueso deberán ser manejados como materiales independientes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07	3.3.8 La granulometría seleccionada para el agregado debe permitir la max. densidad del C° y trabajabilidad.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08	3.3.9 El lavado de los agregados se debiera hacer con agua potable.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09	3.3.10 El hormigón será utilizado para C° de f'c < 10Mpa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3.4 AGUA																					
10	3.4.1 El agua empleada en la preparación del C° debiera ser de preferencia potable.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
	3.5 ACERO DE REFUERZO																					
11	3.5.1 El refuerzo debe ser corrugado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	3.5.3 Las barras de refuerzo debe cumplir con las NTP correspondientes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	3.7 ALMACENAMIENTO DE MATERIALES																					
13	3.7.1 Los materiales deben almacenarse adecuadamente.	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	3.7.3 Se almacena adecuadamente el cemento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
15	3.7.4 Se almacena adecuadamente los Agregados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

GRADO DE CUMPLIMIENTO SEGÚN INCIDADORES													GCI (%)									
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	V 01	V 02	V 03	V 04	V 05	V 06	V 07	V 08	V 09	V 10	V 11	V 12	V 13	V 14	V 15	V 16	V 17	V 18	V 19	V 20	
16	3.7.5 Se almacena adecuadamente el acero de refuerzo	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	65%
5.1 GENERALIDADES																						
17	5.1.1 El C° debe dosificarse para que proporcione una resistencia promedio a la compresión f'cr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
18	5.1.2 Los requisitos para f'c deben basarse en ensayos de probetas cilíndricas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
5.4 DOSIFICACION CUANDO NO SE CUENTA CON EXPERIENCIA EN OBRA O MEZCLAS DE PRUEBA																						
19	5.4.1 La dosificación del C° debe basarse en otras experiencias con la aprobación de un profesional responsable de la obra.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
5.7 PREPARACION DEL EQUIPO Y DEL LUGAR DE COLOCACION DEL CONCRETO																						
5.7.1 La preparación previa a la colocación del C° debe incluir:																						
20	(a) Las cotas y dimensiones de los encofrados y los elementos estructurales deben corresponder a los planos.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
21	(b) Las barras de refuerzo y los elementos embebidos deben estar correctamente ubicados.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5%
22	(c) Todo equipo de mezclado y transporte del C° debe estar limpio.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%

GRADO DE CUMPLIMIENTO SEGÚN INCIDADORES													GCI (%)									
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	V09	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	
23	(d) Deben retirarse todos los escombros y hielos de los espacios donde ocupara el C°.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	90%
24	(e) El encofrado debe estar recubierto con un desmoldante.	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	60%
25	(f) Las unidades de albañilería deben estar humedecidas.	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	70%
26	(g) El refuerzo debe estar libre de elementos perjudiciales.	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	55%
27	(h) El agua libre debe ser retirada antes de la colocación del C°.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	75%
28	(i) La superficie del C° endurecido debe estar libre de lechada y otros mat. perjudiciales antes de colocar C° adicional sobre ella	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	70%
5.8 MEZCLADO DEL CONCRETO																						
29	5.8.1 La medida de los mat. en obra debera realizarse por medios que garanticen la obtención de las proporciones especificadas.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
30	5.8.2 El C° debe mezclarse hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
5.8.4 El C° preparado en obra se debe mezclar de acuerdo a lo siguiente:																						
31	(a) El C° debera ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
32	(b) El mezclado debe hacerse en una mezcladora de tipo aprobado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%

GRADO DE CUMPLIMIENTO SEGÚN INCIDADORES													GCI (%)									
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	V 01	V 02	V 03	V 04	V 05	V 06	V 07	V 08	V 09	V 10	V 11	V 12	V 13	V 14	V 15	V 16	V 17	V 18	V 19	V 20	
33	(c) La mezcladora debe hacerse girar a una velocidad recomendada por el fabricante	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
34	(d) El mezclado debe efectuarse por lo menos durante 90 segundos después de que todos los mat. estén dentro del tambor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
35	(e) El manejo, dosificación y el mezclado de los mat. deben cumplir las disposiciones aplicables del ASTM C 94M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
36	(f) Debe llevarse un registro detallado para identificar el número de tandas de mezclado y dosificación del C° producido.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
5.9 TRANSPORTE DEL CONCRETO																						
37	5.9.1 El C° debe ser transportado desde la mezcladora hasta el sitio final empleando métodos de colocación que eviten segregación o pérdida de mat.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	95%
38	5.9.2 El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento de C° en el sitio de colocación sin segregación.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	90%
5.10 COLOCACION DEL CONCRETO																						
39	5.10.1 El C° debe ser depositado lo más cerca posible de su ubicación final para evitar segregación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	90%
40	5.10.2 La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el C° conserve su estado plástico y en operación continua	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	90%

GRADO DE CUMPLIMIENTO SEGÚN INCIDADORES													GCI (%)									
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	V09	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	
41	5.10.3 No se debe colocar a la estructura el C° que haya endurecido parcialmente o que se haya contaminado.	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	60%
42	5.10.4 No se debe utilizar C° al que después de preparado se le adicione agua	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	95%
43	5.10.5 Una vez iniciada la colocación del C° esta debe ser efectuada en una operación continua hasta que se termine el tramo o paño	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	65%
44	5.10.7 Todo C° debe ser compactado por medios adecuados y acomodado alrededor del refuerzo, elem. embebidos y esquinas del encofrado; los vibradores no debe usarse para desplazar lateralmente el C°	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5%
5.11 PROTECCION Y CURADO																						
45	5.11.1 El C° no deberá ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	80%
46	5.11.2 La T° del C° no deberán ser tan altas causando pérdida de asentamiento, fragua rápida o juntas frías; y no mayor a 32°C.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
47	5.11.4 La T° de los encofrados metálicos y acero de refuerzo no debiera ser mayor a 50°C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
48	5.11.5 El C° debe mantenerse por encima de 10°C y permanentemente húmedo durante 7 días como mínimo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	90%
6.1 DISEÑO DE ENCOFRADOS																						

GRADO DE CUMPLIMIENTO SEGÚN INCIDADORES													GCI (%)									
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	V 01	V 02	V 03	V 04	V 05	V 06	V 07	V 08	V 09	V 10	V 11	V 12	V 13	V 14	V 15	V 16	V 17	V 18	V 19	V 20	
49	6.1.1 Los encofrados deberán cumplir con los perfiles, niveles, alineamientos y dimensiones de los elementos según lo indicado en planos o especificaciones.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	6.1.2 Los encofrados deberán ser suficientemente herméticos para impedir fuga del C°.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
51	6.1.3 Los encofrados deberán estar adecuadamente arriostrados o amarrados entre si de tal manera que conserve su forma y posición	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
52	6.1.4 Los encofrados y apoyos no dañan la estructura existente.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
53	6.1.5 El diseño de los encofrados debe tomar en cuenta los siguientes factores: (a) Velocidad y métodos de colocación del concreto. (b) Todas las cargas de construcción, incluyendo las de impacto. (c) Requisitos de encofrados especiales.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6.3 TUBERIAS Y DUCTOS EMBEBIDOS EN EL CONCRETO																					
54	6.3.1 Se permite previa aprobación de la supervisión, embeber tuberías de cualquier material que no sea perjudicial para el C° y la tubería no reemplaza estructuralmente el C°	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0

		GRADO DE CUMPLIMIENTO SEGÚN INCIDADORES										GCI (%)										
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	V 01	V 02	V 03	V 04	V 05	V 06	V 07	V 08	V 09	V 10	V 11	V 12	V 13	V 14	V 15	V 16	V 17	V 18	V 19	V 20	
55	6.3.2 No deben dejarse embebidos en el C° tuberías de aluminio, a menos que se recubran o pinten.	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	95%
56	6.3.3 Las tuberías o ductos que pasen por losas o vigas no deben debilitar significativamente la resistencia de la estructura.	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	50%
57	6.3.5 Las tuberías o ductos deben satisfacer lo siguiente: (a) No deben tener dimensiones mayores que la 1/3 parte del espesor total de la losa. (b) No deben estar espaciados a menos de 3 veces su diámetro. (c) No deben afectar significativamente la resistencia del elemento.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5%
58	6.3.7 Las tuberías y sus conexiones deben ser diseñadas para resistir los efectos del fluido, la presión y temperatura.	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	95%
59	6.3.8 Ningún líquido, gas o vapor (salvo el agua cuya T° no exceda 32°C) deben circular en las tuberías hasta que el C° haya alcanzado su resistencia de diseño	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
60	6.3.10 El recubrimiento de C° para las tuberías no deben ser menos de 40mm en superficies expuestas a la intemperie, ni menor de 20mm aquellas que no estén en contacto con el suelo ni a la intemperie.	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	85%

GRADO DE CUMPLIMIENTO SEGÚN INCIDADORES													GCI (%)									
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	V09	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	
61	6.3.11 Deben colocarse refuerzo en la dirección normal a la tubería, con un área no menor de 0.002 veces el área de la sección de concreto.	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20%
7.1 GANCHOS ESTANDAR																						
62	7.1.1 Para un dobles de 180°, una extensión de 4 db y no menor de 65mm hasta el extremo libre de la barra.	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20%
63	7.1.2 Para un dobles de 90°, una extensión 12 db hasta el extremo libre de la barra.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
64	7.1.3 Para ganchos de estribos y ganchos de grapas suplementarias: (a) Para $\varnothing 5/8''$ y menores, para un doblado de 90°, una extensión de 6db.	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	75%
7.2 DIAMETROS MINIMOS DE DOBLADO																						
65	7.2.1 El diámetro interior de doblado no debe ser menor según la tabla 7.1 del E.060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	10%
66	7.2.2 El diámetro interior de doblado para estribos no debe ser menor que 4 db para barras de 5/8'' y menores	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	65%
7.3 DOBLADO																						
67	7.3.1 Todo refuerzo se deberá doblar en frío.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
68	7.3.2 Ningún refuerzo parcialmente embebido en el C° puede ser doblado en la obra, excepto así lo indique los planos y permita el ingeniero proyectista	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%

GRADO DE CUMPLIMIENTO SEGÚN INCIDADORES													GCI (%)									
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	V 01	V 02	V 03	V 04	V 05	V 06	V 07	V 08	V 09	V 10	V 11	V 12	V 13	V 14	V 15	V 16	V 17	V 18	V 19	V 20	
	7.4 CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DEL REFUERZO																					
69	7.4.1 El refuerzo debe estar libre de polvo, aceite u otros recubrimientos no metálicos que reduzcan la adherencia	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
	7.5 COLOCACION DEL REFUERZO																					
70	7.5.1 El refuerzo debe colocarse con precisión y estar asegurado antes de colocar el C°, debe fijarse para evitar su desplazamiento.	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
71	7.5.2.1 Tolerancia para peralte efectivo d y recubrimiento mínimo: d < 200mm, +-10mm d > 200mm, +-13mm	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
72	7.5.2.2 Tolerancia para dobleces y extremos del refuerzo es ± 50mm	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	7.6 LIMITES DEL ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO																					
73	7.6.1 La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa de ser db, pero no menor de 25mm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
74	7.6.3 En elementos a compresión reforzados transversalmente con estribos, la distancia libre entre barras long. no debe ser menor de 1.5 db ni de 40mm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
75	7.6.4 La limitación de distancia libre entre barras también se debe aplicar a la distancia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

GRADO DE CUMPLIMIENTO SEGÚN INCIDADORES													GCI (%)									
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	V 01	V 02	V 03	V 04	V 05	V 06	V 07	V 08	V 09	V 10	V 11	V 12	V 13	V 14	V 15	V 16	V 17	V 18	V 19	V 20	
	libre entre un empalme por traslape y los otros empalmes.																					
	7.7 RECUBRIMIENTO DE CONCRETO PARA EL REFUERZO																					
76	7.7.1 debe cumplir el siguiente recubrimiento min. de C° no expuesto a la intemperie LOSAS -> barras de 1 3/8" y menores -> 20mm VIGAS -> 40mm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	7.7.5 En ambientes corrosivos debe aumentarse adecuadamente el espesor del recubrimiento.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	7.7.6 En ampliaciones futuras, el refuerzo expuesto deben protegerse adecuadamente ante la corrosión.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7.10.5 ESTRIBOS																					
79	7.10.5.1 Todas las barras no presforzadas deben estar confinadas por medio de estribos transversales: de 8mm para barras de hasta 5/8", de 3/8" para barras de 5/8" hasta 1".	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
80	7.10.5.2 El espaciamiento vertical de los estribos no debe exceder 16*(∅barras longitudinales), 48*(∅estribos).	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0

GRADO DE CUMPLIMIENTO SEGÚN INCIDADORES																						
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	V 01	V 02	V 03	V 04	V 05	V 06	V 07	V 08	V 09	V 10	V 11	V 12	V 13	V 14	V 15	V 16	V 17	V 18	V 19	V 20	GCI (%)
81	7.10.5.3 Cada barra long. de esquina y cada barra alterna tiene apoyo lateral proporcionado por la esquina de un estribo y ninguna barra long. Este separada a más de 150mm	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
82	7.10.5.4 La distancia vertical entre el último estribo y el refuerzo horizontal más bajo de la viga, no debe ser mayor a la mitad del espaciamiento entre estribos.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	90%
	7.11 REFUERZO TRANSVERSAL PARA ELEMENTOS A FLEXION																					
83	7.11.2 El refuerzo transversal debe consistir con estribos cerrados o espirales colocados alrededor del refuerzo a flexión	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
84	7.11.3 Los estribos cerrados deben formar una sola pieza con sus ganchos extremos colocados superpuestos abrazando la misma barra long.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
	7.13 REQUISITOS PARA LA INTEGRIDAD ESTRUCTURAL																					
85	7.13.2.1 En viguetas, al menos una barra de la parte inferior debe ser continua o empalmarse por traslape de tracción y terminar en gancho estándar en apoyos no continuos.	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	60%
86	7.13.2.2 Las vigas del perímetro de la estructura debe tener un refuerzo corrido consistente en:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%

		GRADO DE CUMPLIMIENTO SEGÚN INCIDADORES											GCI (%)								
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	V 01	V 02	V 03	V 04	V 05	V 06	V 07	V 08	V 09	V 10	V 11	V 12	V 13	V 14	V 15	V 16	V 17	V 18	V 19	V 20
	(a) Al menos 1/6 del refuerzo de tracción requerido para M(-) (b) Al menos 1/4 del refuerzo de tracción para M(+) requerido en la mitad del tramo																				
87	7.13.2.3 En empalmes, el refuerzo superior debe ser empalmado por traslape cerca de o en la mitad del tramo y el refuerzo inferior debe ser empalmado cerca del apoyo o en él.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
88	7.13.2.4 En vigas distintas del perímetro, al menos ¼ del refuerzo para M(+) requerido en la mitad del tramo, compuesto por un mínimo de dos barras, debe ser continuo o empalmarse por traslape, sobre o cerca del apoyo.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grado de cumplimiento de cada vivienda evaluada:		58%	58%	56%	52%	50%	44%	45%	45%	58%	52%	49%	52%	51%	53%	48%	48%	41%	55%	52%	53%

Fuente: Elaboración propia.

GCI: Grado de cumplimiento según indicador.

0: Indica valor nulo (no cumple según indicación de cada ítem)

1: Indica valor 1 (cumple según indicación de cada ítem)

4.2 RESULTADOS DE PROCESOS INCORRECTOS Y OBSERVACIONES COMUNES ENCONTRADAS EN LAS VIVIENDAS EVALUADAS

A continuación se muestra las patologías comunes encontradas en las viviendas tomadas como muestras y los errores más comunes en el proceso constructivo del vaciado de losa aligerada según la norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones. En esta investigación se omite la discusión por no haber antecedentes con similares objetivos.

MATERIALES

- a. El cemento, acero corrugado y tuberías de desagüe utilizadas en el vaciado de las losas aligeradas cumplen con las normas técnicas peruanas según indica el ítem 3.1 de la norma E.060.
- b. El hormigón y unidades de albañilería utilizados en el proceso de vaciado de las losas en las viviendas evaluadas de estudio no cumplen con las normas técnicas peruanas como solicita la norma E.060, en aspectos de calidad y especificaciones técnicas.
- c. En la totalidad de las viviendas evaluadas se utilizó el hormigón como reemplazo del agregado fino y grueso. Así mismo no se realizó dosificación para preparación del concreto.
- d. Con respecto a almacenamiento de los materiales: El Cemento y acero de refuerzo se almacena adecuadamente en su mayoría, el cemento en un 90% y el acero en un 65% del total de viviendas encuestadas, ya que estos materiales están almacenados adecuadamente en las tiendas de abastecimiento y pues el cemento se compra horas antes de su utilización, y el acero se compra días antes de su utilización.
- e. La ubicación del proceso de mezclado de los materiales se realiza generalmente frente a la vivienda evaluada, lugar donde se deposita el hormigón y por estar a la intemperie se contamina con agua y polvo.
- f. La norma E.060 indica que el hormigón será utilizado para $f'c$ no mayores a 10Mpa (101.972kg/cm²), por lo que no se cumple, ya que la fuerza a la

compresión del concreto utilizado para el vaciado de losas aligeradas deben ser igual o mayor a 210 kg/cm².

COLOCACION DEL ACERO

- a. La norma E.060 indica que todo acero de refuerzo debe ser corrugado, cumpliéndose este en su totalidad.
- b. En el tema de los estribos la norma pide como requisito un diámetro mínimo de estribos de 8mm para barras de hasta 5/8", por lo que en las viviendas solo un 30% cumple esto.
- c. En su totalidad de las viviendas parte de la muestra de selección, no se respeta el recubrimiento mínimo y con mayor énfasis en las varillas que se ubican contiguo al encofrado es decir las varillas inferiores. Y tampoco se cumple el recubrimiento en su totalidad en el acero de temperatura.
- d. Solo el 20% de las viviendas cumplen con la medida del gancho estándar que solicita la norma. Para ganchos en estribos se cumple en un 75%.
- e. En diámetros mínimos de doblado, solo el 10% de las viviendas cumplen con este requisito. En estribos se cumple un 65% del total de viviendas analizadas.
- f. Solo el 50% de las viviendas presentan el acero de refuerzo en buen estado, es decir sin presencia de polvo, oxido u otras sustancias que reduzcan la adherencia del mismo.
- g. Ninguna vivienda protege el acero de refuerzo expuesto para ampliaciones futuras.

MEZCLADO Y COLOCACION DEL CONCRETO

- a. El agua seleccionada para realizar la mezcla del concreto es en su mayoría agua potable lo que es beneficioso para el mezclado pues su composición química está dentro de lo permisible.
- b. Ninguna vivienda cumplió con la dosificación del concreto según indica el capítulo 5 de la norma E.060.

- c. Todas las viviendas evaluadas en su proceso de mezclado del concreto utilizaron equipos de mezclado tipo aprobado, entendiéndose por equipos con certificación técnica.
- d. Ninguna vivienda cumple con el tiempo mínimo de mezclado que es de 90 segundos según la norma.
- e. El tipo de transporte se realiza de manera adecuada en un 95%, y el medio más utilizado es mediante la utilización de carretilla tipo buggy.
- f. La colocación del concreto debe realizarse de manera continua paño por paño, esto se cumplió en un 65%, pues el resto de viviendas tuvieron percances involuntarios y voluntarios para el desarrollo continuo de este proceso.
- g. El uso de vibradores se utiliza en un 5% de las viviendas objeto de estudio, por lo que no ven indispensable este proceso constructivo.
- h. Un 20% de las viviendas procedió a la colocación del concreto en ambientes lluviosos.
- i. El 10% de viviendas efectuaron el vaciado del concreto en ambientes con temperatura ambiente menores a 10 grados centígrados.
- j. El tiempo mínimo de mezclado encontrado en las viviendas evaluadas es de 20segundos, y el tiempo promedio de mezclado de los materiales en el mezclador tipo trompo es de 37segundos; el tiempo máximo encontrado es de 50segundos.
- k. La cantidad promedio de agua utilizada en cada tandada de una bolsa de cemento es de 35litros.
- l. Según el ensayo del esclerómetro (tabla 07) realizado en esta investigación la resistencia promedio a la compresión del concreto en losas aligeradas es de 167.9 kg/cm² y la resistencia mínima aceptada para concreto en losas es de 175 kg/cm² por lo que no se cumple este requisito de resistencia a la compresión del concreto (ver detalles en anexo 03).

Tabla 7: Tabla de resultados del ensayo del esclerómetro

#	MEDICIONES R									M	RESISTENCIA (kg/cm2)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		Medida	Fcarb	FINAL
1	21	21	24	23	17	21	22	21	21	21	160	0.94	150.4
2	21	19	19	21	20	20	19	23	18	20	142	0.94	133.48
3	21	20	21	26	21	24	29	23	29	24	198	0.94	186.12
4	21	20	21	24	23	21	21	29	26	23	182	0.94	171.08
5	25	28	27	21	23	21	23	23	22	24	198	0.94	186.12
6	29	29	21	26	25	26	23	22	25	25	209	0.94	196.46
7	22	22	25	22	25	19	18	20	19	21	160	0.94	150.4
8	29	27	23	25	23	22	25	21	22	24	198	0.94	186.12
9	20	24	19	19	22	27	22	22	18	21	160	0.94	150.4
10	22	25	22	25	19	18	20	19	27	22	162	0.94	152.28
11	23	24	19	24	26	26	28	28	25	25	209	0.94	196.46
12	19	21	19	20	19	23	17	20	18	20	142	0.94	133.48
13	21	21	26	24	25	23	25	26	28	24	198	0.94	186.12
14	23	24	25	25	23	22	20	25	23	23	182	0.94	171.08
											PROMEDIO =		167.9

Fuente: Elaboración propia

ENCOFRADO

- a. La norma E.060 indica que los encofrados deberán permitir obtener una estructura que cumpla con los perfiles, niveles, alineamiento y dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos de diseño y en sus especificaciones, por lo que no se cumple en ninguna vivienda.
- b. Los encofrados son herméticos en un 10% del total viviendas.
- c. Los encofrados en las viviendas objeto de estudio no contemplan diseño como pide la norma.
- d. El tipo de madera para los puntales es Eucalipto en su mayoría, con diámetros mínimos encontrados de 2 pulgadas, cuando se recomienda pies derechos de medidas 2”x3” de sección.
- e. En el tema de las soleras se recomienda que tenga medidas mínimas de 2”x4” de sección, cumpliéndose estas medidas en un 95% del total de viviendas objeto de estudio.

- f. En tablonés y frisos según la bibliografía se recomienda que sean de 1 1/2" de espesor, y en su totalidad de las viviendas se evidenció que estas tienen espesores de 1 pulgada.
- g. De la tabla 8 vemos que las medidas de las áreas transversales de la tabla y solera son correctas, mas no es correcto la separación de soleras según diseño (ver detalles en anexo 04), pues la separación según diseño es de 0.75m y la separación promedio de soleras encontradas en las viviendas evaluadas es de 0.88m.
- h. Del diseño de encofrados (anexo 04) tenemos que para un pie derecho de 3"x3" y solera de 2"x4" el espaciamiento de pies derechos es de 1.30m., comparando con los datos encontrados en las viviendas evaluadas tenemos que se utilizó en promedio puntales de 14.9 pulg² con una separación de 1.10m, observando que esta separación no es completamente aprovechada, pudiendo ampliar la distancia según diseño.

Tabla 8: Tabla comparativa de medidas y distancias de encofrado

	TABLA COMPARATIVA DE ENCOFRADO	
	DATOS	
	SEGÚN VIVIENDAS	SEGÚN DISEÑO
Área transversal de tablas	1 " x 8"	1 " x 8 "
Área transversal de Soleras	2 " x 4"	2 " x 4 "
Separación de Soleras	0.88 m	0.75 m
Área transversal de Puntales	14.9 pulg ²	9.0 pulg ²
Separación de Puntales	1.05 m	1.30 m

Fuente: Elaboración propia

OTROS

- a. Ninguna etapa de la construcción de la losa aligerada se realiza con un personal profesional o técnico calificado como manda la norma E.060.
- b. Las viviendas que cuentan con licencia de edificación son: Vivienda 04, 12, 14, 18, 19 y 20; por lo tanto estas viviendas cuentan con planos estructurales y arquitectónicos, más no se construye según indica los planos, pues estos se realizan en su mayoría solo para aprobación de la municipalidad competente.
- c. La losa aligerada no cuenta con diseño estructural sustentado técnicamente.

- d. En ningún caso se tiene un cuaderno de obra en este tipo de edificaciones.
- e. Tampoco se cuenta con supervisión para esta modalidad de construcción.
- f. En tuberías embebidas en el concreto no existe criterio al momento de la ubicación de la colocación de estas, las tuberías pasan transversal y longitudinalmente por viguetas y vigas sin criterio estructural en el 50% de las viviendas evaluadas, debilitando la estructura de la edificación.
- g. Existió casos desastrosos como en la vivienda N°2 se corta la varilla de confinamiento en una viga perimetral para poder colocar la tubería de 4” de desagüe.
- h. En el tema de recubrimiento de las tuberías embebidas se notó que cumple con el recubrimiento mínimo en un 85% de las viviendas objeto de estudio.
- i. La altura de las losas en las viviendas evaluadas van desde los 17 hasta los 20 centímetros.

4.3 GRÁFICOS Y ESTADÍSTICAS

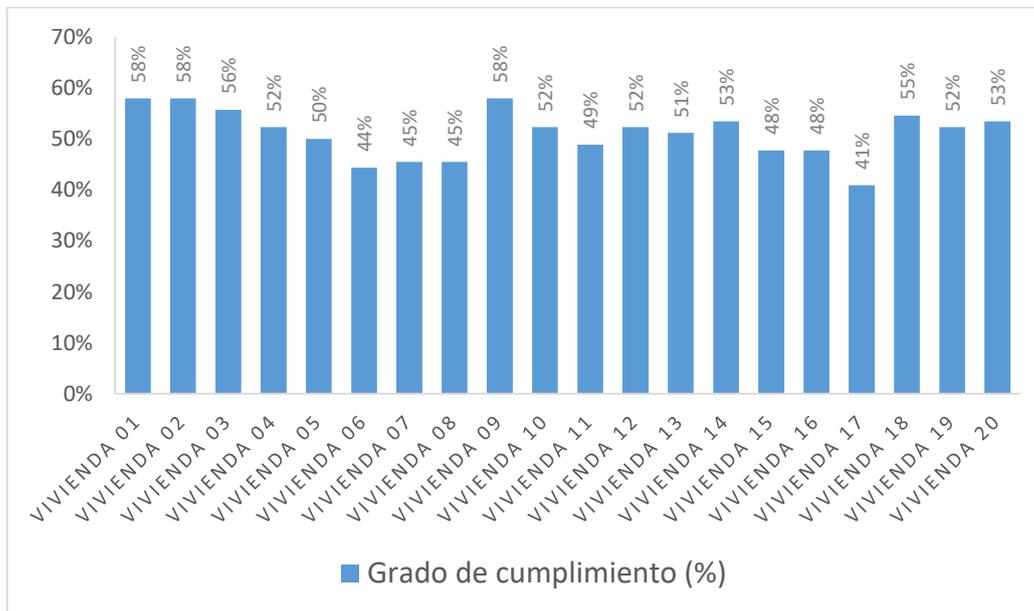


Figura 13: Grafico en porcentaje del cumplimiento según los capítulos 03, 05, 06 y 07 de la norma E.060 del RNE.

Fuente: Elaboración propia

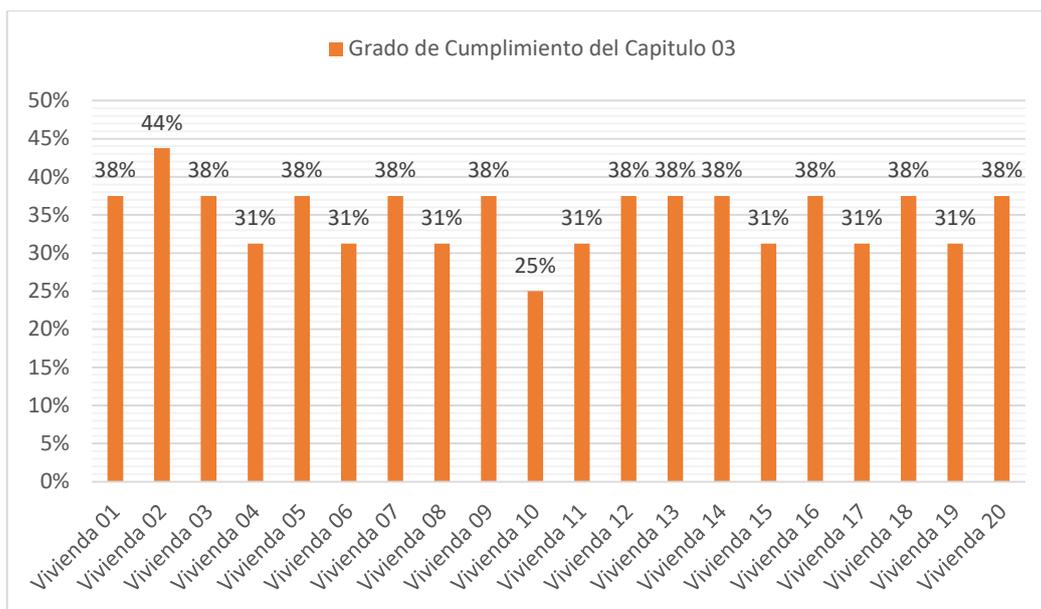


Figura 14: Grado de cumplimiento según el capítulo 03 de la norma E.060 del RNE

Fuente: Elaboración propia.

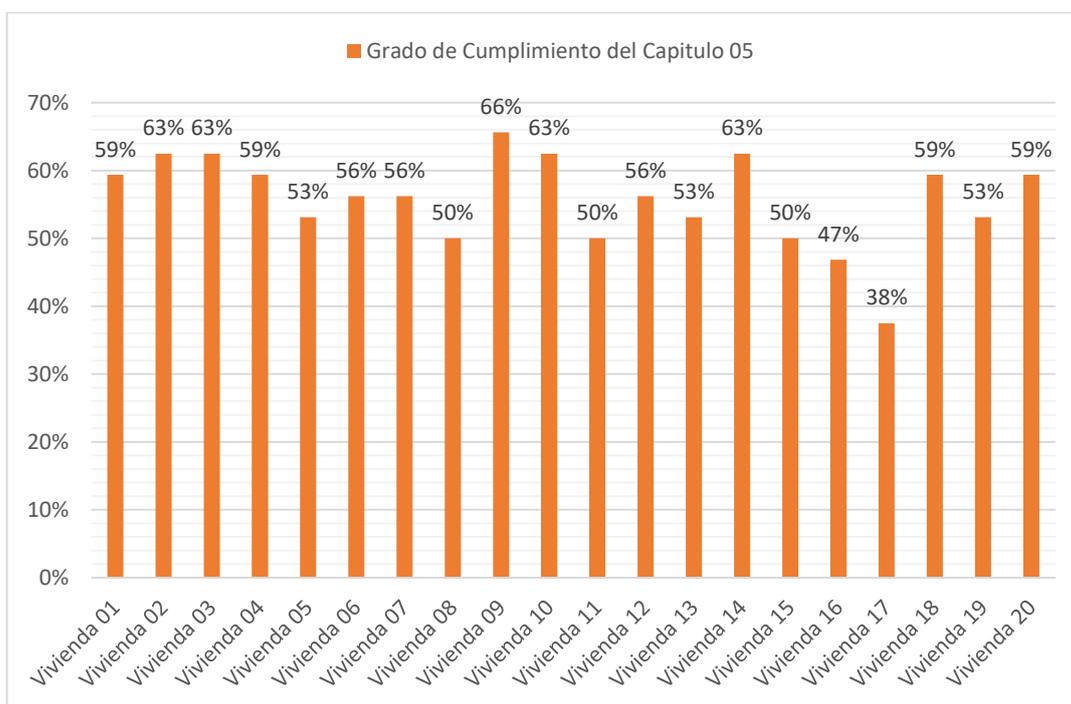


Figura 15: Grado de cumplimiento según el capítulo 05 de la norma E.060 del RNE

Fuente: Elaboración propia.

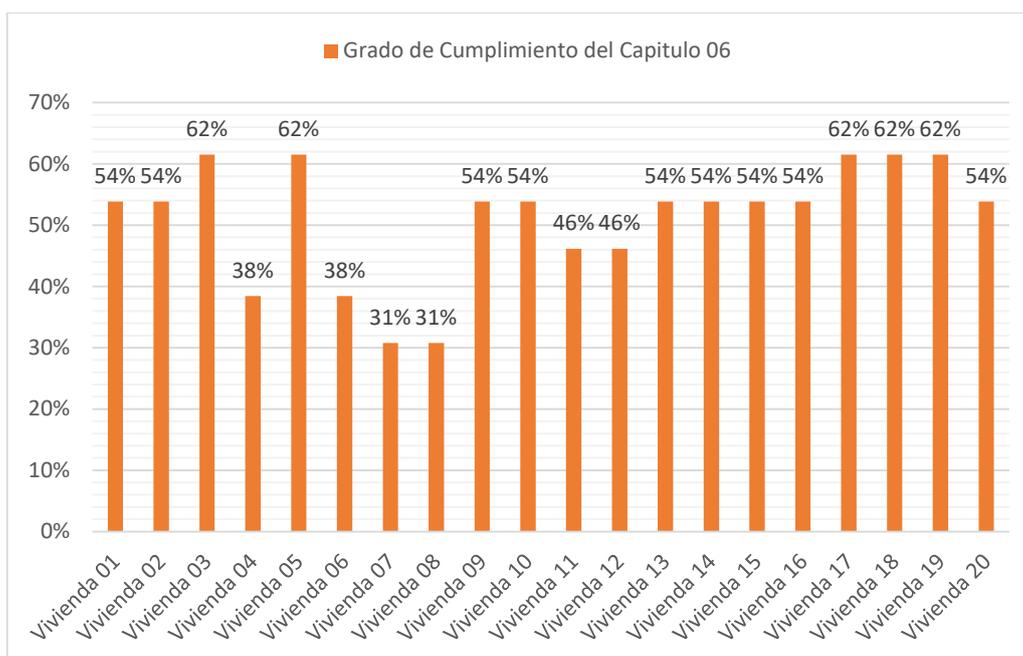


Figura 16: Grado de cumplimiento según el capítulo 06 de la norma E.060 del RNE

Fuente: Elaboración propia

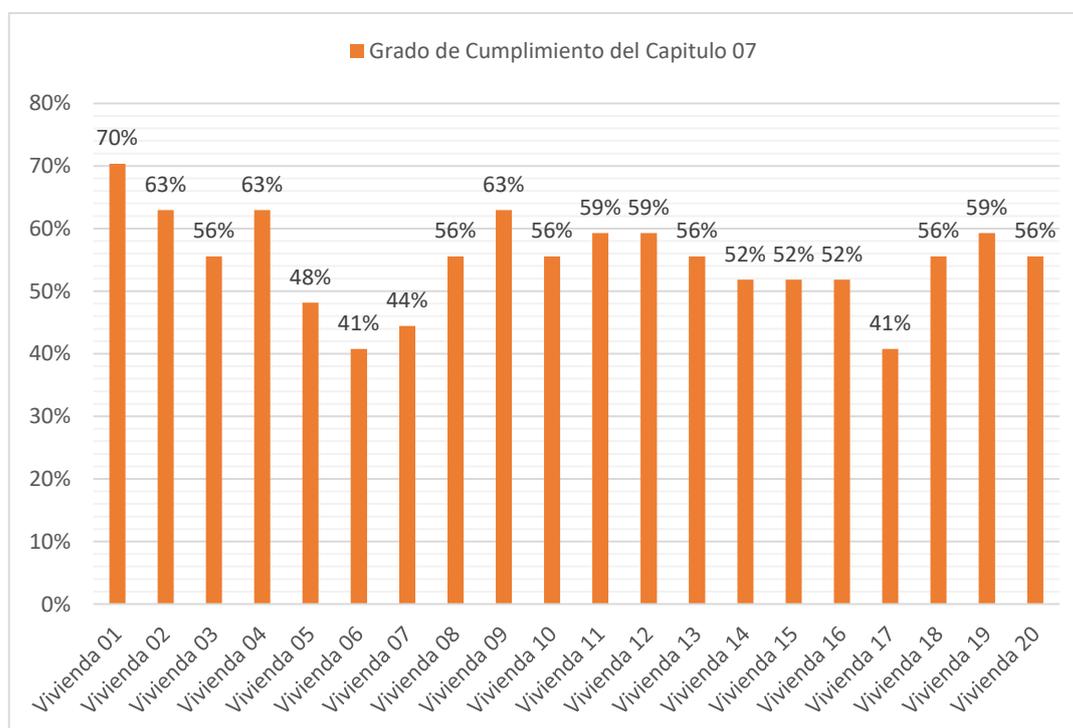


Figura 17: Grado de cumplimiento según el capítulo 07 de la norma E.060 del RNE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Porcentaje de cumplimiento de la norma E.060 en las viviendas objeto de estudio.

Vivienda N°	Según RNE - E.060	
	% que cumple	% que no cumple
01	58%	42%
02	58%	42%
03	56%	44%
04	52%	48%
05	50%	50%
06	44%	56%
07	45%	55%
08	45%	55%
09	58%	42%
10	52%	48%
11	49%	51%
12	52%	48%
13	51%	49%
14	53%	47%
15	48%	52%
16	48%	52%
17	41%	59%
18	55%	45%
19	52%	48%
20	53%	47%
Promedio	51%	49%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Porcentaje de cumplimiento según capítulos evaluados de la norma E.060 del RNE.

Grado de Cumplimiento según capítulos				
N°	Capítulo 03	Capítulo 05	Capítulo 06	Capítulo 07
Vivienda 01	38%	59%	54%	70%
Vivienda 02	44%	63%	54%	63%
Vivienda 03	38%	63%	62%	56%
Vivienda 04	31%	59%	38%	63%
Vivienda 05	38%	53%	62%	48%
Vivienda 06	31%	56%	38%	41%
Vivienda 07	38%	56%	31%	44%
Vivienda 08	31%	50%	31%	56%
Vivienda 09	38%	66%	54%	63%

Vivienda 10	25%	63%	54%	56%
Vivienda 11	31%	50%	46%	59%
Vivienda 12	38%	56%	46%	59%
Vivienda 13	38%	53%	54%	56%
Vivienda 14	38%	63%	54%	52%
Vivienda 15	31%	50%	54%	52%
Vivienda 16	38%	47%	54%	52%
Vivienda 17	31%	38%	62%	41%
Vivienda 18	38%	59%	62%	56%
Vivienda 19	31%	53%	62%	59%
Vivienda 20	38%	59%	54%	56%
PROMEDIO:	35%	56%	51%	55%

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO V

V. CONCLUSIONES

- ✓ El grado de cumplimiento del proceso constructivo de losas aligeradas en viviendas autoconstruidas en la ciudad de Puno del último trimestre del 2018 y primer trimestre del 2019 según los capítulos 03, 05, 06 y 07 de la norma E.060 del RNE supera el 50%, siendo este del 51% de cumplimiento.
- ✓ El grado de cumplimiento del proceso de vaciado de losas en viviendas autoconstruidas en la ciudad de Puno según el capítulo 03 de la norma E.060 del RNE que trata el tema de materiales utilizados en losas aligeradas es del 35%
- ✓ Con respecto al capítulo 05 de la norma E.060 que trata el tema de mezclado y colocación del concreto, el grado de cumplimiento del proceso de vaciado de losas en viviendas autoconstruidas en la ciudad de Puno es del 56%
- ✓ Con respecto al capítulo 06 de la norma E.060 que trata el tema de encofrados y tuberías embebidas se concluyó que el grado de cumplimiento del proceso de vaciado de losas en viviendas autoconstruidas en la ciudad de Puno es del 51%
- ✓ Finalmente el grado de cumplimiento del proceso constructivo de vaciado de losas en viviendas autoconstruidas según el capítulo 07 de la norma E.060 del RNE en la ciudad de Puno que trata el tema del acero es del 55%.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda seguir con esta investigación enfocando la evaluación en las partidas faltantes para tener una información integral del proceso constructivo de una vivienda en la ciudad de Puno.
- ✓ Se recomienda generar una norma específica y con mejor enfoque para casos de edificaciones de viviendas unifamiliares.
- ✓ Se recomienda investigar a profundidad el problema de las viviendas informales en la ciudad de Puno, las cuales presentan muchas variables y factores no cuantificables. Esta investigación es un estudio preliminar específico de un proceso constructivo para aproximarse al estado actual de dichas viviendas, esta investigación también es un aporte base para futuras investigaciones en otros aspectos de la construcción, y problemática de viviendas autoconstruidas.
- ✓ Se recomienda la formación de personal obrero con mejores facilidades y sistemas de integración a las normas técnicas vigentes en nuestro país.

CAPITULO VII

VII. REFERENCIAS

- Abanto Castillo, F. (2005). *ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA*. Lima - Perú: San Marcos.
- Abanto Castillo, T. F. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima: San Marcos.
- Aceros Arequipa S.A. (19 de Noviembre de 2018). *Manual de Construcción para Propietarios*. Obtenido de Aceros Arequipa: <http://www.acerosarequipa.com/manual-para-proprietarios/procedimientos-por-partidas/techos/encofrado-de-vigas-y-techo-aligerado.html>
- Apaza Delgado, A. (2014). *Curso de actualización, Tecnología del Concreto*. Peru.
- Arthur, N. (2001). *Diseño de Estructuras de Concreto*. Bogota: Emma Ariza H.
- Coapaza Aguilar, H., & Cahui Hilazaca, R. A. (2018). *Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² como alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en puno (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Flores de los Santos, R. A. (2002). *Diagnostico preliminar de la vulnerabilidad sismica de las*. Lima.
- Gabriel, F. B. (1995). *Manual de Encofrados para Estructuras de Concreto Armado*. Lima.
- Garay Pichardo, L. Y., & Quispe Cotrina, C. E. (2016). *Estudios del Concreto Elaborado en los Vaciados de Techos de Vivienda en Lima y Evaluacion de Alternativa de Mejora mediante el empleo de Aditivo Superplastificante*. Lima.
- Hernández, J. R. (2010). *Tecnología del Concreto - Tomo 1*. Colombia: Nomos Impresores.
- Huaranca Bautista, W. (2016). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en columnas, vigas y muros de albañilería confinada de las aulas de la institución educativa pública general córdova distrito de vilcas huamán, provincia de vilcas huamán, departamento de Ayacucho*. Ayacucho.
- Instituto Geofísico del Perú. (Junio de 2019). *Boletín sísmico*. Obtenido de Instituto Geofísico del Perú: <http://intranet.igp.gob.pe/bdsismos/ultimosSismosSentidos.php#>
- Izajes Premium. (2019). Obtenido de izajes Premium: <http://www.izajespremium.com/producto/winche-electrico-350-kg-trifasico/>
- Jiménez Yábar, H. M., Ascendio Sanabria, R. H., & Barreto de la Torre, L. V. (s.f.). *Uso de la Madera en Encofrados*. Lima: SENCICO.
- Laucata Luna, J. E. (2013). *ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS*. Trujillo.
- MAQUINAS DE CONSTRUCCIÓN COLFERSA. (Diciembre de 2018). *TROMPO MEZCLADOR DE CONCRETO*. Obtenido de Maquinarias de Construcción: <http://mezcladoraconcreto.com/trompo-mezclador.html>

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2014). *Reglamento Nacional de edificaciones*. Lima: Megabyte.
- Montejo Fonseca, A., Montejo Piratova, F., & Montejo Piratova, A. (2013). *Tecnología y Patología del Concreto Armado*. Bogota D.C: Escala S.A.
- Morales Morales, R. (s.f.). *DISEÑO EN CONCRETO ARMADO*. Lima: FONDO EDITORIAL ICG.
- Morales, R. M. (s.f.). *Concreto Armado*. ICG.
- Panca Cruz, W. M. (2018). *Estudio comparativo del diseño, costo, producción y calidad del concreto dosificado In Situ vs. premezclado, para zonas accesibles de las ciudades de Puno y Juliaca*. Puno.
- Paz Vera, R. (2013). *Evaluación de las patologías mas comunes en las viviendas de material noble de la UPS Villa San Luis I y II etapa, de Nuevo Chimbote - 2013*. Chimbote.
- Pazos Pingo , D. Y. (2015). *Determinación y evaluación de las patologías de losas aligeradas en el sistema estructural de concreto armado de la posta médica los algarrobos-distrito Piura-provincia Piura 2015*. Piura.
- PUCP. (2005). *CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA*. Lima.
- Quispe Fuentes, D. C. (2019). *EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN EDIFICACIONES COMUNES DE LA CIUDAD DE PUNO 2018*. Puno.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2014). Lima: Megabyte.
- Rivva, E. L. (2012). *Ataques al Concreto*. ICG.
- Rojas Keim, L. A. (2006). *Estudio de la durabilidad de estructuras antiguas de hormigón armado, con énfasis en la corrosión de las armaduras*.
- Santos, R. A. (2002). *DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LAS*. Lima.
- Senahmi. (Noviembre de 2018). *Pronóstico del tiempo para PUNO*. Obtenido de Senahmi: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle-turistico&localidad=0030>
- Silva Bustos, N. A. (2011). *Vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales, Y. Santiago de Chile*.
- UNI. (2011). *Autoconstrucción de viviendas. Boletín de Investigación*.
- Vara Horna, A. A. (2012). *7 Pasos para una tesis exitosa*. Lima.

ANEXOS

ANEXO 01

DOCUMENTOS DE VALIDACION DE FICHA DE TRABAJO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



SOLICITO: APROBACIÓN DE FICHA TÉCNICA PARA PROYECTO DE TESIS

SEÑOR:

JEFE DE LA OFICINA DE EJECUCION E INVERSION DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL
ALTIPLANO

Yo, CUTIPA COPALLI Ludwin German,
egresado de la escuela profesional de
Ingeniería Civil de la UNA PUNO con código
de matrícula N° 095005, con el debido
respeto me presento y expongo:

Mi persona está realizando una investigación como parte de mi proyecto de tesis y en ese proceso se ha elaborado una ficha técnica para recolectar los datos de mi investigación; en ese sentido como requisito para que la ficha tenga validez es necesario que un ingeniero especialista en el tema firme la ficha dando validez al mismo y como la OEI forma parte de la nuestra primera casa de estudio en la región Puno es por la cual recurro a su despacho a solicitar "Validez de la ficha técnica" y adjunto el mismo para poder continuar con mi proyecto de investigación.

Adjunto:

- ✓ Resumen de proyecto de investigación
- ✓ Ficha técnica correspondiente al proyecto de investigación

POR LO EXPUESTO.

Agradezco de ante mano su gentil contribución a la investigación en nuestra primera casa de estudios.

Puno, 09 de Octubre del 2018

V.B.
Dr. Samuel Pucapuca C.
Director

Ludwin German Cutipa Copalli
LUDWIN GERMAN CUTIPA COPALLI
COD: 095005
BACH. ING. CIVIL



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE TESIS

“EVALUACIÓN DEL GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA RNE E-060 EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOSAS DE CONCRETO ARMADO EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA CIUDAD DE PUNO – 2018”

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar de qué manera se realiza el proceso de fabricación de losas de concreto armado en viviendas autoconstruidas en la Ciudad de Puno, determinar si el proceso sigue las normas vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones y en qué grado se cumple las normas antes mencionadas, que herramienta y equipos se utiliza para este proceso, así como los materiales involucrados y el procedimiento de encofrado. Para conseguir la información requerida se pretende recabar los datos estando físicamente en los procesos de construcción de estas viviendas en la ciudad en mención tomando estas aleatoriamente, analizando lo que es necesario según el objeto de la investigación, se va elaborar también unas fichas que nos va ayudar a determinar el grado de cumplimiento de lo que estipula el reglamento nacional de edificaciones, específicamente la norma E.060 Concreto armado y tomando los capítulos que intervienen en este proceso, siendo los capítulos tres, cinco, seis y siete. Por razones antes mencionadas realizaremos un análisis de este tema, enfocándonos en un aspecto específico, en el vaciado de losas en viviendas autoconstruidas de la Ciudad de Puno al año 2018. El trabajo de investigación que se realizara tiene como fin conocer el grado de cumplimiento del proceso del vaciado de las viviendas autoconstruidas en Puno según el reglamento nacional de edificaciones.

Se adjunta la ficha técnica, mencionando que solo se tomó en consideración los capítulos del RNE E-060 que intervienen en la fase del proceso de fabricación de losas de concreto armado, mas no otros capítulos de diseño pues no entran en el marco de los objetivos del proyecto de investigación.

V.B.


ING. DARWIN DEZA RAMOS
RESIDENTE DE OBRA
INGENIERO CIVIL C.I.P. 128272



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



HOJA DE CAMPO N°01

VIVIENDA N°:		
DIRECCION:	FECHA:	
DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	HORA:
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German		TEMPERATURA:

CAPITULO 03 (RNE): MATERIALES

item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	NO SE CUMPLE	OBS.
	3.1 ENSAYOS DE MATERIALES			
01	3.1.2 El muestreo y los ensayos de materiales y del C° deben hacerse de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.			
	3.2 CEMENTO			
02	3.2.1 El cemento debe cumplir con los requisitos de las NTP correspondiente			
03	3.2.2 El cemento empleado en la obra debe corresponder al que se ha tomado como base para la selección de dosificación del C°			
	3.3 AGREGADOS			
04	3.3.2 El TMN del agregado grueso no debe ser superior a: (a) 1/5 de la menor separación entre lados del encofrado (b) 1/3 de la altura de la loza (c) 3/4 espaciamiento min. libre entre las barras de refuerzo			
05	3.3.3 Los agregados provenientes de canteras podrán ser probados por la supervisión si cumplen los ensayos normalizados que considere convenientes.			
06	3.3.4 Los agregados fino y grueso deberán ser manejados como materiales independientes			
07	3.3.8 La granulometría seleccionada para el agregado debe permitir la máx. densidad del C° y trabajabilidad.			
08	3.3.9 El lavado de los agregados se deberá hacer con agua potable.			
09	3.3.10 El hormigón será utilizado para C° de f'c < 10Mpa			
	3.4 AGUA			
10	3.4.1 El agua empleada en la preparación del C° deberá ser de preferencia potable.			
	3.5 ACERO DE REFUERZO			
11	3.5.1 El refuerzo debe ser corrugado			
12	3.5.3 Las barras de refuerzo debe cumplir con las NTP correspondientes			
	3.7 ALMACENAMIENTO DE MATERIALES			
13	3.7.1 Los materiales deben almacenarse adecuadamente.	V.B.		
14	3.7.3 Se almacena adecuadamente el cemento			

V.B.

 UNG. DARWIN DEZA RAMOS
 RESIDENTE DE OBRA
 INGENIERO CIVIL C.I.P. 128272



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	NO SE CUMPLE	OBS.
15	3.7.4 Se almacena adecuadamente los Agregados			
16	3.7.5 Se almacena adecuadamente el acero de refuerzo			

CAPITULO 05 (RNE): CALIDAD DEL CONCRETO, MEZCLADO Y COLOCACION

Item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	NO SE CUMPLE	OBS.
	5.1 GENERALIDADES			
17	5.1.1 El C° debe dosificarse para que proporcione una resistencia promedio a la compresión f'_{cr}			
18	5.1.2 Los requisitos para f'_{c} deben basarse en ensayos de probetas cilíndricas			
	5.4 DOSIFICACION CUANDO NO SE CUENTA CON EXPERIENCIA EN OBRA O MEZCLAS DE PRUEBA			
19	5.4.1 La dosificación del C° debe basarse en otras experiencias con la aprobación de un profesional responsable de la obra.			
	5.7 PREPARACION DEL EQUIPO Y DEL LUGAR DE COLOCACION DEL CONCRETO			
	5.7.1 La preparación previa a la colocación del C° debe incluir:			
20	(a) Las cotas y dimensiones de los encofrados y los elementos estructurales deben corresponder a los planos.			
21	(b) Las barras de refuerzo y los elementos embebidos deben estar correctamente ubicados.			
22	(c) Todo equipo de mezclado y transporte del C° debe estar limpio.			
23	(d) Deben retirarse todos los escombros y hielo de los espacios donde ocupara el C°.			
24	(e) El encofrado debe estar recubierto con un desmoldante.			
25	(f) Las unidades de albañilería deben estar humedecidas.			
26	(g) El refuerzo debe estar libre de elementos perjudiciales.			
27	(h) El agua libre debe ser retirada antes de la colocación del C°.			
28	(i) La superficie del C° endurecido debe estar libre de lechada y otros mat. perjudiciales antes de colocar C° adicional sobre ella			
	5.8 MEZCLADO DEL CONCRETO			
29	5.8.1 La medida de los mat. en obra debera realizarse por medios que garanticen la obtención de las proporciones especificadas.			
30	5.8.2 El C° debe mezclarse hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales			
	5.8.4 El C° preparado en obra se debe mezclar de acuerdo a lo siguiente:			
31	(a) El C° debera ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales.			

V° B°

 ING. DARWIN DEZA RAMOS
 RESIDENTE DE OBRA
 INGENIERO CIVIL C.I.P. 128272



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	NO SE CUMPLE	OBS.
32	(b) El mezclado debe hacerse en una mezcladora de tipo aprobado			
33	(c) La mezcladora debe hacerse girar a una velocidad recomendada por el fabricante			
34	(d) El mezclado debe efectuarse por lo menos durante 90 segundos después de que todos los mat. estén dentro del tambor			
35	(e) El manejo, dosificación y el mezclado de los mat. deben cumplir las disposiciones aplicables del ASTM C 94M			
36	(f) Debe llevarse un registro detallado para identificar el número de tandas de mezclado y dosificación del C° producido.			
	5.9 TRANSPORTE DEL CONCRETO			
37	5.9.1 El C° debe ser transportado desde la mezcladora hasta el sitio final empleando métodos de colocación que eviten segregación o pérdida de material.			
38	5.9.2 El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento de C° en el sitio de colocación sin segregación.			
	5.10 COLOCACION DEL CONCRETO			
39	5.10.1 El C° debe ser depositado lo más cerca posible de su ubicación final para evitar segregación			
40	5.10.2 La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el C° conserve su estado plástico y en operación continua			
41	5.10.3 No se debe colocar a la estructura el C° que haya endurecido parcialmente o que se haya contaminado.			
42	5.10.4 No se debe utilizar C° al que después de preparado se le adicione agua			
43	5.10.5 Una vez iniciada la colocación del C° esta debe ser efectuada en una operación continua hasta que se termine el tramo o paño			
44	5.10.7 Todo C° debe ser compactado por medios adecuados y acomodado alrededor del refuerzo, elem. embebidos y esquinas del encofrado; los vibradores no debe usarse para desplazar lateralmente el C°			
	5.11 PROTECCION Y CURADO			
45	5.11.1 El C° no deberá ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas.			
46	5.11.2 La T° del C° no deberán ser tan altas causando pérdida de asentamiento, fragua rápida o juntas frías; y no mayor a 32°C.			
47	5.11.4 La T° de los encofrados metálicos y acero de refuerzo no debiera ser mayor a 50°C			
48	5.11.5 El C° debe mantenerse por encima de 10°C y permanentemente húmedo durante 7 días como mínimo.			

6030

 ING. DARWIN DEZA RAMOS
 RESIDENTE DE OBRA
 INGENIERO CIVIL C.I.P. 128272



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



CAPITULO 06 (RNE): ENCOFRADO, TUBERIAS EMBEBIDAS Y JUNTAS DE CONSTRUCCION

item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	NO SE CUMPLE	OBS.
	6.1 DISEÑO DE ENCOFRADOS			
49	6.1.1 Los encofrados deberán cumplir con los perfiles, niveles, alineamientos y dimensiones de los elementos según lo indicado en planos o especificaciones.			
50	6.1.2 Los encofrados deberán ser suficientemente herméticos para impedir fuga del C°.			
51	6.1.3 Los encofrados deberán estar adecuadamente arriestrados o amarrados entre si de tal manera que conserve su forma y posición			
52	6.1.4 Los encofrados y apoyos no dañan la estructura existente.			
53	6.1.5 El diseño de los encofrados debe tomar en cuenta los siguientes factores: (a) Velocidad y métodos de colocación del concreto. (b) Todas las cargas de construcción, incluyendo las de impacto. (c) Requisitos de encofrados especiales.			
	6.3 TUBERIAS Y DUCTOS EMBEBIDOS EN EL CONCRETO			
54	6.3.1 Se permite previa aprobación de la supervisión, embeber tuberías de cualquier material que no sea perjudicial para el C° y la tubería no reemplaza estructuralmente el C°			
55	6.3.2 No deben dejarse embebidos en el C° tuberías de aluminio, a menos que se recubran o pinten.			
56	6.3.3 Las tuberías o ductos que pasen por losas o vigas no deben debilitar significativamente la resistencia de la estructura.			
57	6.3.5 Las tuberías o ductos deben satisfacer lo siguiente: (a) No deben tener dimensiones mayores que la 1/3 parte del espesor total de la losa. (b) No deben estar espaciados a menos de 3 veces su diámetro. (c) No deben afectar significativamente la resistencia del elemento.			
58	6.3.7 Las tuberías y sus conexiones deben ser diseñadas para resistir los efectos del fluido, la presión y temperatura.			
59	6.3.8 Ningún líquido, gas o vapor (salvo el agua cuya T° no exceda 32°C) deben circular en las tuberías hasta que el C° haya alcanzado su resistencia de diseño			
60	6.3.10 El recubrimiento de C° para las tuberías no deben ser menos de 40mm en superficies expuestas a la intemperie, ni menor de 20mm aquellas que no estén en contacto con el suelo ni a la intemperie.			
61	6.3.11 Deben colocarse refuerzo en la dirección normal a la tubería, con un área no menor de 0.002 veces el área de la sección de concreto.			

Vºgº

 W.G. DARWIN DEZA RAMOS
 RESIDENTE DE OBRA
 INGENIERO CIVIL C.I.P. 128272



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



CAPITULO 07 (RNE): DETALLE DEL REFUERZO

item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	EN RIESGO	OBS.
	7.1 GANCHOS ESTANDAR			
62	7.1.1 Para un dobles de 180°, una extensión de 4 db y no menor de 65mm hasta el extremo libre de la barra.			
63	7.1.2 Para un dobles de 90°, una extensión 12 db hasta el extremo libre de la barra.			
64	7.1.3 Para ganchos de estribos y ganchos de grapas suplementarias: (a) Para \varnothing 5/8" y menores, para un dobles de 90°, una extensión de 6db.			
	7.2 DIAMETROS MINIMOS DE DOBLADO			
65	7.2.1 El diámetro interior de doblado no debe ser menor según la tabla 7.1 del E.060			
66	7.2.2 El diámetro interior de doblado para estribos no debe ser menor que 4 db para barras de 5/8" y menores			
	7.3 DOBLADO			
67	7.3.1 Todo refuerzo se deberá doblar en frio.			
68	7.3.2 Ningún refuerzo parcialmente embebido en el C° puede ser doblado en la obra, excepto asi lo indique los planos y permita el ingeniero proyectista			
	7.4 CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DEL REFUERZO			
69	7.4.1 El refuerzo debe estar libre de polvo, aceite u otros recubrimientos no metálicos que reduzcan la adherencia			
	7.5 COLOCACION DEL REFUERZO			
70	7.5.1 El refuerzo debe colocarse con precisión y estar asegurado antes de colocar el C°, debe fijarse para evitar su desplazamiento.			
71	7.5.2.1 Tolerancia para peralte efectivo d y recubrimiento minimo: d < 200mm, +10mm d > 200mm, +13mm			
72	7.5.2.2 Tolerancia para dobleces y extremos del refuerzo es \pm 50mm			
	7.6 LIMITES DEL ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO			
73	7.6.1 La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa de ser db, pero no menor de 25mm			
74	7.6.3 En elementos a compresión reforzados transversalmente con estribos, la distancia libre entre barras long. no debe ser menor de 1.5 db ni de 40mm			
75	7.6.4 La limitación de distancia libre entre barras también se debe aplicar a la distancia libre entre un empalme por traslape y los otros empalmes.			
	7.7 RECUBRIMIENTO DE CONCRETO PARA EL REFUERZO			

v.g.

 ING. DARWIN DEZA RAMOS
 RESIDENTE DE OBRA
 INGENIERO CIVIL C.I.P. 128272



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	EN RIESGO	OBS.
76	7.7.1 debe cumplir el siguiente recubrimiento min. de C° no expuesto a la intemperie LOSAS -> barras de 1 3/8" y menores -> 20mm VIGAS -> 40mm			
77	7.7.5 En ambientes corrosivos debe aumentarse adecuadamente el espesor del recubrimiento.			
78	7.7.6 En ampliaciones futuras, el refuerzo expuesto deben protegerse adecuadamente ante la corrosión.			
	7.10.5 ESTRIBOS			
79	7.10.5.1 Todas las barras no preesforzadas deben estar confinadas por medio de estribos transversales: de 8mm para barras de hasta 5/8", de 3/8" para barras de 5/8" hasta 1".			
80	7.10.5.2 El espaciamiento vertical de los estribos no debe exceder 16*(Øbarras longitudinales), 48*(Øestribos).			
81	7.10.5.3 Cada barra long. de esquina y cada barra alterna tiene apoyo lateral proporcionado por la esquina de un estribo y ninguna barra long. Este separada a más de 150mm			
82	7.10.5.4 La distancia vertical entre el último estribo y el refuerzo horizontal más bajo de la viga, no debe ser mayor a la mitad del espaciamiento entre estribos.			
	7.11 REFUERZO TRANSVERSAL PARA ELEMENTOS A FLEXION			
83	7.11.2 El refuerzo transversal debe consistir con estribos cerrados o espirales colocados alrededor del refuerzo a flexión			
84	7.11.3 Los estribos cerrados deben formar una sola pieza con sus ganchos extremos colocados superpuestos abrazando la misma barra long.			
	7.13 REQUISITOS PARA LA INTEGRIDAD ESTRUCTURAL			
85	7.13.2.1 En viguetas, al menos una barra de la parte inferior debe ser continua o empalmarse por traslape de tracción y terminar en gancho estándar en apoyos no continuos.			
86	7.13.2.2 Las vigas del perímetro de la estructura debe tener un refuerzo corrido consistente en: (a) Al menos 1/6 del refuerzo de tracción requerido para M(-) (b) Al menos 1/4 del refuerzo de tracción para M(+) requerido en la mitad del tramo			
87	7.13.2.3 En empalmes, el refuerzo superior debe ser empalmado por traslape cerca de o en la mitad del tramo y el refuerzo inferior debe ser empalmado cerca del apoyo o en él.			

V.P.

 ING. DARWIN DEZA RAMOS
 RESIDENTE DE OBRA
 INGENIERO CIVIL C.I.P. 126272



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	EN RIESGO	OBS.
88	7.13.2.4 En vigas distintas del perímetro, al menos $\frac{1}{4}$ del refuerzo para M(+) requerido en la mitad del tramo, compuesto por un mínimo de dos barras, debe ser continuo o empalmarse por traslape, sobre o cerca del apoyo.			

LEYENDA:

- TMN : Tamaño máximo nominal
- C° : Concreto
- T° : Temperatura
- NTP : Normas Técnicas Peruanas
- f'c : resistencia a la compresión
- mat : Materiales
- long. : Longitudinal
- M(-) : Momento negativo
- M(+) : Momento positivo
- elem : Elemento

V.B.

 ING. DARWIN DEZA RAMOS
 RESIDENTE DE OBRA
 INGENIERO CIVIL C.I.P. 128272



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO DE TESIS

“EVALUACIÓN DEL GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA RNE E-060 EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOSAS DE CONCRETO ARMADO EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA CIUDAD DE PUNO – 2018”

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar de qué manera se realiza el proceso de fabricación de losas de concreto armado en viviendas autoconstruidas en la Ciudad de Puno, determinar si el proceso sigue las normas vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones y en qué grado se cumple las normas antes mencionadas, que herramienta y equipos se utiliza para este proceso, así como los materiales involucrados y el procedimiento de encofrado. Para conseguir la información requerida se pretende recabar los datos estando físicamente en los procesos de construcción de estas viviendas en la ciudad en mención tomando estas aleatoriamente, analizando lo que es necesario según el objeto de la investigación, se va elaborar también unas fichas que nos va ayudar a determinar el grado de cumplimiento de lo que estipula el reglamento nacional de edificaciones, específicamente la norma E.060 Concreto armado y tomando los capítulos que intervienen en este proceso, siendo los capítulos tres, cinco, seis y siete. Por razones antes mencionadas realizaremos un análisis de este tema, enfocándonos en un aspecto específico, en el vaciado de losas en viviendas autoconstruidas de la Ciudad de Puno al año 2018. El trabajo de investigación que se realizara tiene como fin conocer el grado de cumplimiento del proceso del vaciado de las viviendas autoconstruidas en Puno según el reglamento nacional de edificaciones.

Se adjunta la ficha técnica, mencionando que solo se tomó en consideración los capítulos del RNE E-060 que intervienen en la fase del proceso de fabricación de losas de concreto armado, mas no otros capítulos de diseño pues no entran en el marco de los objetivos del proyecto de investigación.


Ing. Marco A. Osorio Barredo
SUPERVISOR DE OBRA
CIP. 116657



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



HOJA DE CAMPO N°01

VIVIENDA N°:		
DIRECCION:		FECHA:
DEPARTAMENTO:	PROVINCIA:	HORA:
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German		TEMPERATURA:

CAPITULO 03 (RNE): MATERIALES

item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	NO SE CUMPLE	OBS.
	3.1 ENSAYOS DE MATERIALES			
01	3.1.2 El muestreo y los ensayos de materiales y del C° deben hacerse de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.			
	3.2 CEMENTO			
02	3.2.1 El cemento debe cumplir con los requisitos de las NTP correspondiente			
03	3.2.2 El cemento empleado en la obra debe corresponder al que se ha tomado como base para la selección de dosificación del C°			
	3.3 AGREGADOS			
04	3.3.2 El TMN del agregado grueso no debe ser superior a: (a) 1/5 de la menor separación entre lados del encofrado (b) 1/3 de la altura de la loza (c) 3/4 espaciamiento min. libre entre las barras de refuerzo			
05	3.3.3 Los agregados provenientes de canteras podrán ser probados por la supervisión si cumplen los ensayos normalizados que considere convenientes.			
06	3.3.4 Los agregados fino y grueso deberán ser manejados como materiales independientes			
07	3.3.8 La granulometría seleccionada para el agregado debe permitir la máx. densidad del C° y trabajabilidad.			
08	3.3.9 El lavado de los agregados se deberá hacer con agua potable.			
09	3.3.10 El hormigón será utilizado para C° de f'c < 10Mpa			
	3.4 AGUA			
10	3.4.1 El agua empleada en la preparación del C° deberá ser de preferencia potable.			
	3.5 ACERO DE REFUERZO			
11	3.5.1 El refuerzo debe ser corrugado			
12	3.5.3 Las barras de refuerzo debe cumplir con las NTP correspondientes			
	3.7 ALMACENAMIENTO DE MATERIALES			
13	3.7.1 Los materiales deben almacenarse adecuadamente.			
14	3.7.3 Se almacena adecuadamente el cemento			

Ing. Marco A. Osorio Barreda
SUPERVISOR DE OBRA
CIR. 116657



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	NO SE CUMPLE	OBS.
15	3.7.4 Se almacena adecuadamente los Agregados			
16	3.7.5 Se almacena adecuadamente el acero de refuerzo			

CAPITULO 05 (RNE): CALIDAD DEL CONCRETO, MEZCLADO Y COLOCACION

Item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	NO SE CUMPLE	OBS.
	5.1 GENERALIDADES			
17	5.1.1 El C° debe dosificarse para que proporcione una resistencia promedio a la compresión f'_{cr}			
18	5.1.2 Los requisitos para f'_{c} deben basarse en ensayos de probetas cilíndricas			
	5.4 DOSIFICACION CUANDO NO SE CUENTA CON EXPERIENCIA EN OBRA O MEZCLAS DE PRUEBA			
19	5.4.1 La dosificación del C° debe basarse en otras experiencias con la aprobación de un profesional responsable de la obra.			
	5.7 PREPARACION DEL EQUIPO Y DEL LUGAR DE COLOCACION DEL CONCRETO			
	5.7.1 La preparación previa a la colocación del C° debe incluir:			
20	(a) Las cotas y dimensiones de los encofrados y los elementos estructurales deben corresponder a los planos.			
21	(b) Las barras de refuerzo y los elementos embebidos deben estar correctamente ubicados.			
22	(c) Todo equipo de mezclado y transporte del C° debe estar limpio.			
23	(d) Deben retirarse todos los escombros y hielo de los espacios donde ocupara el C°.			
24	(e) El encofrado debe estar recubierto con un desmoldante.			
25	(f) Las unidades de albañilería deben estar humedecidas.			
26	(g) El refuerzo debe estar libre de elementos perjudiciales.			
27	(h) El agua libre debe ser retirada antes de la colocación del C°.			
28	(i) La superficie del C° endurecido debe estar libre de lechada y otros mat. perjudiciales antes de colocar C° adicional sobre ella			
	5.8 MEZCLADO DEL CONCRETO			
29	5.8.1 La medida de los mat. en obra debera realizarse por medios que garanticen la obtención de las proporciones especificadas.			
30	5.8.2 El C° debe mezclarse hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales			
	5.8.4 El C° preparado en obra se debe mezclar de acuerdo a lo siguiente:			
31	(a) El C° debera ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales.			

Ing. Marco A. Osorio Buzada
SUPERVISOR DE OBRA
CIP. 116657



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



CAPITULO 06 (RNE): ENCOFRADO, TUBERIAS EMBEBIDAS Y JUNTAS DE CONSTRUCCION

Item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	NO SE CUMPLE	OBS.
	6.1 DISEÑO DE ENCOFRADOS			
49	6.1.1 Los encofrados deberán cumplir con los perfiles, niveles, alineamientos y dimensiones de los elementos según lo indicado en planos o especificaciones.			
50	6.1.2 Los encofrados deberán ser suficientemente herméticos para impedir fuga del C°.			
51	6.1.3 Los encofrados deberán estar adecuadamente arriostrados o amarrados entre si de tal manera que conserve su forma y posición			
52	6.1.4 Los encofrados y apoyos no dañan la estructura existente.			
53	6.1.5 El diseño de los encofrados debe tomar en cuenta los siguientes factores: (a) Velocidad y métodos de colocación del concreto. (b) Todas las cargas de construcción, incluyendo las de impacto. (c) Requisitos de encofrados especiales.			
	6.3 TUBERIAS Y DUCTOS EMBEBIDOS EN EL CONCRETO			
54	6.3.1 Se permite previa aprobación de la supervisión, embeber tuberías de cualquier material que no sea perjudicial para el C° y la tubería no reemplaza estructuralmente el C°			
55	6.3.2 No deben dejarse embebidos en el C° tuberías de aluminio, a menos que se recubran o pinten.			
56	6.3.3 Las tuberías o ductos que pasen por losas o vigas no deben debilitar significativamente la resistencia de la estructura.			
57	6.3.5 Las tuberías o ductos deben satisfacer lo siguiente: (a) No deben tener dimensiones mayores que la 1/3 parte del espesor total de la losa. (b) No deben estar espaciados a menos de 3 veces su diámetro. (c) No deben afectar significativamente la resistencia del elemento.			
58	6.3.7 Las tuberías y sus conexiones deben ser diseñadas para resistir los efectos del fluido, la presión y temperatura.			
59	6.3.8 Ningún líquido, gas o vapor (salvo el agua cuya T° no exceda 32°C) deben circular en las tuberías hasta que el C° haya alcanzado su resistencia de diseño			
60	6.3.10 El recubrimiento de C° para las tuberías no deben ser menos de 40mm en superficies expuestas a la intemperie, ni menor de 20mm aquellas que no estén en contacto con el suelo ni a la intemperie.			
61	6.3.11 Deben colocarse refuerzo en la dirección normal a la tubería, con un área no menor de 0.002 veces el área de la sección de concreto.			

Ing. Marco A. Osorio Barreda
 SUPERVISOR DE OBRA
 CIP: 116657



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



CAPITULO 07 (RNE): DETALLE DEL REFUERZO

Item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	EN RIESGO	OBS.
	7.1 GANCHOS ESTANDAR			
62	7.1.1 Para un dobles de 180°, una extensión de 4 db y no menor de 65mm hasta el extremo libre de la barra.			
63	7.1.2 Para un dobles de 90°, una extensión 12 db hasta el extremo libre de la barra.			
64	7.1.3 Para ganchos de estribos y ganchos de grapas suplementarias: (a) Para \varnothing 5/8" y menores, para un dobles de 90°, una extensión de 6db.			
	7.2 DIAMETROS MINIMOS DE DOBLADO			
65	7.2.1 El diámetro interior de doblado no debe ser menor según la tabla 7.1 del E.060			
66	7.2.2 El diámetro interior de doblado para estribos no debe ser menor que 4 db para barras de 5/8" y menores			
	7.3 DOBLADO			
67	7.3.1 Todo refuerzo se deberá doblar en frio.			
68	7.3.2 Ningún refuerzo parcialmente embebido en el C° puede ser doblado en la obra, excepto asi lo indique los planos y permita el ingeniero proyectista			
	7.4 CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DEL REFUERZO			
69	7.4.1 El refuerzo debe estar libre de polvo, aceite u otros recubrimientos no metálicos que reduzcan la adherencia			
	7.5 COLOCACION DEL REFUERZO			
70	7.5.1 El refuerzo debe colocarse con precisión y estar asegurado antes de colocar el C°, debe fijarse para evitar su desplazamiento.			
71	7.5.2.1 Tolerancia para peralte efectivo d y recubrimiento minimo: d < 200mm, +10mm d > 200mm, +13mm			
72	7.5.2.2 Tolerancia para dobleces y extremos del refuerzo es \pm 50mm			
	7.6 LIMITES DEL ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO			
73	7.6.1 La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa de ser db, pero no menor de 25mm			
74	7.6.3 En elementos a compresión reforzados transversalmente con estribos, la distancia libre entre barras long. no debe ser menor de 1.5 db ni de 40mm			
75	7.6.4 La limitación de distancia libre entre barras también se debe aplicar a la distancia libre entre un empalme por traslape y los otros empalmes.			
	7.7 RECUBRIMIENTO DE CONCRETO PARA EL REFUERZO			



Ing. Marco A. Osorio Barreda
SUPERVISOR DE OBRA
CIP. 116657



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	EN RIESGO	OBS.
76	7.7.1 debe cumplir el siguiente recubrimiento min. de C° no expuesto a la intemperie LOSAS -> barras de 1 3/8" y menores -> 20mm VIGAS -> 40mm			
77	7.7.5 En ambientes corrosivos debe aumentarse adecuadamente el espesor del recubrimiento.			
78	7.7.6 En ampliaciones futuras, el refuerzo expuesto deben protegerse adecuadamente ante la corrosión.			
	7.10.5 ESTRIBOS			
79	7.10.5.1 Todas las barras no preesforzadas deben estar confinadas por medio de estribos transversales: de 8mm para barras de hasta 5/8", de 3/8" para barras de 5/8" hasta 1".			
80	7.10.5.2 El espaciamiento vertical de los estribos no debe exceder 16*(∅barras longitudinales), 48*(∅estribos).			
81	7.10.5.3 Cada barra long. de esquina y cada barra alterna tiene apoyo lateral proporcionado por la esquina de un estribo y ninguna barra long. Este separada a más de 150mm			
82	7.10.5.4 La distancia vertical entre el último estribo y el refuerzo horizontal más bajo de la viga, no debe ser mayor a la mitad del espaciamiento entre estribos.			
	7.11 REFUERZO TRANSVERSAL PARA ELEMENTOS A FLEXION			
83	7.11.2 El refuerzo transversal debe consistir con estribos cerrados o espirales colocados alrededor del refuerzo a flexión			
84	7.11.3 Los estribos cerrados deben formar una sola pieza con sus ganchos extremos colocados superpuestos abrazando la misma barra long.			
	7.13 REQUISITOS PARA LA INTEGRIDAD ESTRUCTURAL			
85	7.13.2.1 En viguetas, al menos una barra de la parte inferior debe ser continua o empalmarse por traslape de tracción y terminar en gancho estándar en apoyos no continuos.			
86	7.13.2.2 Las vigas del perímetro de la estructura debe tener un refuerzo corrido consistente en: (a) Al menos 1/6 del refuerzo de tracción requerido para M(-) (b) Al menos 1/4 del refuerzo de tracción para M(+) requerido en la mitad del tramo			
87	7.13.2.3 En empalmes, el refuerzo superior debe ser empalmado por traslape cerca de o en la mitad del tramo y el refuerzo inferior debe ser empalmado cerca del apoyo o en él.			

Ing. Marco A. Ocarrio Barreda
SUPERVISOR DE OBRA
C.P. 116657



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	EN RIESGO	OBS.
88	7.13.2.4 En vigas distintas del perímetro, al menos $\frac{1}{4}$ del refuerzo para M(+) requerido en la mitad del tramo, compuesto por un mínimo de dos barras, debe ser continuo o empalmarse por traslape, sobre o cerca del apoyo.			

LEYENDA:

- TMN : Tamaño máximo nominal
- C° : Concreto
- T° : Temperatura
- NTP : Normas Técnicas Peruanas
- f'c : resistencia a la compresión
- mat : Materiales
- long. : Longitudinal
- M(-) : Momento negativo
- M(+): Momento positivo
- elem : Elemento

Ing. Marcy A. Osorio Barreda
 SUPERVISOR DE OBRA
 CR. 116657

ANEXO 02

Tabla 11: Resumen de vivienda N° 01

VIVIENDA: N° 01		DIRECCION: Jr. Emancipación con Av. Integración			
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 10/11/18	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German		HORA: 2:45pm			
Ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensión	Angulo	Ø de Doblado	
1	5/8"	10 cm	90 °	50 mm	
2	1/2"	15 cm	90 °	40 mm	
3	8mm	6 cm	135 °	30 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA		OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	17 cm	 <p>1. El ladrillo artesanal no cuenta con la resistencia adecuada, pues se observó que muchos ladrillos se rompieron estando ya colocados en el encofrado, poniendo en riesgo a personas que puedan caminar debajo del encofrado puesto que los obreros no cuentan con cascos de seguridad.</p>	
5	Altura del ladrillo	=	12 cm		
6	Vibración	=	No		
7	Área del Techo = 80m ²	N° Piso =	3er Piso		
REFUERZO					
8	Ø viga principal =		5/8"		
9	Ø viga secundaria =		1/2"		
10	Ø viguetas =		1/2"		
11	Ø estribos =		8mm		
12	Ø acero de T =		6mm		
13	Espaciamiento de los estribos =		10,15,20cm		
MEZCLADO DEL C°					
14	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	20 seg		
15	Distancia de transporte del C°	=	1.50 m		
16	Cantidad de agua en cada tandada	=	30 litros		
TUBERÍAS					
17	Recubrimiento de las tuberías	=	7 cm		
18	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
19	Separación de puntales del encofrado	=	1.50 m		
20	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg				
21	Pie derecho 2*3"	=	2 pulg Ø		
22	Tipo de madera	=	Tornillo y Eucalipto		
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
23	% que cumple	=	58%		
24	% que no cumple	=	42%		

Tabla 12: Resumen de vivienda N° 02

VIVIENDA: N° 02		DIRECCION: Urb. Agricultura Mz C3 Lt 6			
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 17/11/18	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German		HORA: 2:15pm			
item	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensión	Angulo	Ø de Doblado	
1	1/2"	12 cm	90 °	50 mm	
2	3/8"	10 cm	90 °	30 mm	
3	6mm	5 cm	135 °	20 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA		OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	19 cm		
5	Altura del ladrillo	=	10 cm		
6	Vibración	=	No		
7	Area del Techo	=	100 m2		
8	Piso N°	=	1er piso		
REFUERZO					
9	Ø viga principal =		1/2"		
10	Ø viga secundaria =		1/2"		
11	Ø viguetas =		3/8"		
12	Ø estribos =		6mm		
13	Ø acero de T =		6mm		
14	Espaciamiento de los estribos =		10,13,18cm		
MEZCLADO DEL C°					
15	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	20 seg	<p>1. En el tema de tuberías embebidas, la norma menciona que esta no debe debilitar significativamente la estructura, podemos ver en este caso que la tubería es colocada al costado de una columna perimetral y se corta una varilla de la viga continua a esta, debilitando significativamente la estructura y poniéndola en riesgo inminente.</p>	
16	Distancia de transporte del C°	=	1.50 m		
17	Cantidad de agua en cada tandada	=	35 litros		
TUBERÍAS					
18	Recubrimiento de las tuberías	=	9 cm		
19	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
20	Separación de puntales del encofrado	=	1.00 m		
21	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg				
22	Pie derecho 2*3"	=	2.5 pulg		
23	Tipo de madera = Tornillo y Eucalipto				
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
24	% que cumple	=	58%		
25	% que no cumple	=	42%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Resumen de vivienda N° 03

VIVIENDA: N° 03		DIRECCION: Calle Los sauces 5ta cuadra Salcedo		
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 24/11/18
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 3:55pm	
item	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO
		Extensión	Angulo	Ø de Doblado
1	1/2"	12 cm	90 °	50 mm
2	1/2"	7 cm	90 °	50 mm
3	6mm	5 cm	135 °	20 mm
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA	OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	17 cm	1. El encofrado para el vaciado de la losa de concreto armado tiene deficiencias en cuanto a seguridad, se puede apreciar por ejemplo que los puntales encargados de soportar el peso están colocados en forma diagonal, rompiendo las normas básicas de física y seguridad, puesto que estos deben colocarse de forma vertical.
5	Altura del ladrillo	=	10 cm	
6	Vibración	=	No	
7	Area del Techo	=	100 m2	
8	Piso N°	=	2do piso	
REFUERZO				
9	Ø viga principal =		1/2"	
10	Ø viga secundaria =		1/2"	
11	Ø viguetas =		1/2"	
12	Ø estribos =		6mm	
13	Ø acero de T =		6mm	
14	Espaciamiento de los estribos =		7,9,10,16cm	
MEZCLADO DEL C°				
15	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	35 seg	
16	Distancia de transporte del C°	=	1.50 m	
17	Cantidad de agua en cada tandada	=	40 litros	
TUBERÍAS				
18	Recubrimiento de las tuberías	=	7 cm	
19	Diámetro de las tuberías embebidas	=	1 pulg	
ENCOFRADOS				
20	Separación de puntales del encofrado	=	0.75 m	
21	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg			
22	Pie derecho 2*3"	=	2 pulg Ø	
23	Tipo de madera	=	Tornillo y Eucalipto	
Resultado: % Que cumple según la norma E.060				
24	% que cumple	=	56%	
25	% que no cumple	=	44%	



Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Resumen de vivienda N° 04

VIVIENDA: N° 04		DIRECCION: Jr. Cancharani cuadra 12 Barrio Llavini		
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 03/12/18
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German		HORA: 1:30pm		
item	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO
		Extensión	Angulo	Ø de Doblado
1	1/2"	11 cm	90 °	50 mm
2	1/2"	5.5 cm	90 °	50 mm
3	6mm	4.5 cm	135 °	20 mm
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA	OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	18 cm	1. En la colocación de la tubería sanitaria, su ubicación afecta significativamente la resistencia de una columna, puesto que esta pasa transversalmente la columna, debilitándolo y poniendo en riesgo todo el sistema estructural de la vivienda.
5	Altura del ladrillo	=	12 cm	
6	Vibración	=	SI	
7	Area del Techo	=	95 m2	
8	Piso N°	=	2do piso	
REFUERZO				
9	Ø viga principal =		1/2"	
10	Ø viga secundaria =		1/2"	
11	Ø viguetas =		1/2"	
12	Ø estribos =		6 mm	
13	Ø acero de T =		6 mm	
14	Espaciamiento de los estribos =		5, 5,13,17cm	
MEZCLADO DEL C°				
15	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	35 seg	
16	Distancia de transporte del C°	=	1.30 m	
17	Cantidad de agua en cada tandada	=	37 litros	
TUBERÍAS				
18	Recubrimiento de las tuberías	=	8 cm	
19	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg	
ENCOFRADOS				
20	Separación de puntales del encofrado	=	1.02 m	
21	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg			
22	Pie derecho 2*3"	=	5 pulg Ø	
23	Tipo de madera	=	Tornillo y Eucalipto	
Resultado: % Que cumple según la norma E.060				
24	% que cumple	=	52%	
25	% que no cumple	=	48%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Resumen de vivienda N° 05

VIVIENDA: N° 05 DIRECCION: Calle 01 con Calle 02 APROVI Los Andes Cancharani					
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 08/12/18	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 2:25pm		
item	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensión	Angulo	Ø de Doblado	
1	1/2"	13 cm	90 °	50 mm	
2	1/2"	7 cm	90 °	50 mm	
3	3/8"	7 cm	90 °	45 mm	
4	6mm	5 cm	135 °	25 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA	OBSERVACIONES		
5	Altura de la losa	=	17 cm	1. La colocación del concreto no es continua, por lo que se forman capas entre la primera colocación de concreto y la segunda capa puesto que la primera capa ya está en proceso de fragua que por consecuencia no se logra al final la consolidación de una sola estructura de concreto.	
6	Altura del ladrillo	=	10 cm		
7	Vibración	=	No		
8	Área del Techo	=	65 m2		
9	Piso N°	=	2do piso		
REFUERZO					
10	Ø viga principal	=	1/2"		
11	Ø viga secundaria	=	1/2"		
12	Ø viguetas	=	1/2" y 3/8"		
13	Ø estribos	=	6 mm		
14	Ø acero de T	=	6 mm		
15	Espaciamiento de los estribos	=	6,7,10,15,20cm		
MEZCLADO DEL C°					
16	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	35 seg		
17	Distancia de transporte del C°	=	1.20 m		
18	Cantidad de agua en cada tandada	=	40 litros		
TUBERÍAS					
19	Recubrimiento de las tuberías	=	2 cm		
20	Diámetro de las tuberías embebidas	=	2 y 4 pulg		
ENCOFRADOS					
21	Separación de puntales del encofrado	=	0.80 m		
22	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg	=			
23	Pie derecho 2*3"	=	4 pulg Ø		
24	Tipo de madera	=	Tornillo y Eucalipto		
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
25	% que cumple	=	50%		
26	% que no cumple	=	50%		



Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Resumen de vivienda N° 06

VIVIENDA: N° 06 DIRECCION: Jr. San Luis de Alva Cuadra 03, Barrio Manto Central					
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 15/12/18	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 3:15pm		
ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensión	Angulo	Ø de Doblado	
1	1/2"	10 cm	90 °	40 mm	
2	1/2"	7 cm	90 °	40 mm	
3	6 mm	3 cm	135 °	30 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA		OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	17 cm	Se observa la construcción de una losa unida a otra losa anterior de manera informal, no teniendo en cuenta los principios estructurales básicos de seguridad que se debe respetar, y en el caso del concreto no se realizó un tratamiento a este para que pueda existir adherencia con la colocación del concreto fresco.	
5	Altura del ladrillo	=	10 cm		
6	Vibración	=	No		
7	Área del Techo	=	24 m2		
8	Piso N°	=	1er piso		
REFUERZO					
9	Ø viga principal	=	1/2"		
10	Ø viga secundaria	=	1/2"		
11	Ø viguetas	=	1/2"		
12	Ø estribos	=	6 mm		
13	Ø acero de T	=	6 mm		
11	Espaciamiento de los estribos	=	6,8,10,15,20cm		
MEZCLADO DEL C°					
12	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	40 seg		
13	Distancia de transporte del C°	=	2.00 m		
14	Cantidad de agua en cada tandada	=	36 litros		
TUBERÍAS					
15	Recubrimiento de las tuberías	=	7 cm		
16	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
17	Separación de puntales del encofrado	=	0.80 m		
18	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg				
21	Pie derecho 2*3" =	=	4.5 pulg Ø		
22	Tipo de madera	=	Tornillo y Eucalipto		
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
26	% que cumple	=	44%		
27	% que no cumple	=	56%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Resumen de vivienda N° 07

RESUMEN DE VIVIENDA 07

VIVIENDA: N° 07 DIRECCION: Pasaje Ramos, Urb. Manto Norte					
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 15/12/18	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 4:30pm		
ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensión	Angulo	Ø de Doblado	
1	1/2"	10 cm	90 °	60 mm	
2	1/2"	8 cm	90 °	60 mm	
3	6 mm	5 cm	135 °	40 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA	OBSERVACIONES		
4	Altura de la losa	=	17 cm	Se observa que todos los puntales encargados de soportar el peso del encofrado y del concreto armado no son de una sola pieza, estando amarrados con alambre N°8, acción que no es recomendable, puesto que se desconoce de la capacidad de resistencia de los puntales unidos manualmente.	
5	Altura del ladrillo	=	10 cm		
6	Vibración	=	No		
7	Área del Techo	=	70 m2		
8	Piso N°	=	1er piso		
REFUERZO					
9	Ø viga principal	=	1/2"		
10	Ø viga secundaria	=	1/2"		
11	Ø viguetas	=	1/2"		
12	Ø estribos	=	6 mm		
13	Ø acero de T	=	6 mm		
11	Espaciamiento de los estribos	=	10,15,20cm		
MEZCLADO DEL C°					
12	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	45 seg		
13	Distancia de transporte del C°	=	9.00 m		
14	Cantidad de agua en cada tandada	=	36 litros		
TUBERÍAS					
15	Recubrimiento de las tuberías	=	7 cm		
16	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
17	Separación de puntales del encofrado	=	0.75 m		
18	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg				
21	Pie derecho 2*3" =	=	4.5 pulg		
22	Tipo de madera	=	Tornillo y Eucalipto		
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
26	% que cumple	=	45%		
27	% que no cumple	=	55%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Resumen de vivienda N° 08

VIVIENDA: N° 08 DIRECCION: Jr. San Salvador 3ra Cuadra Barrio Santa Cruz					
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 29/12/18	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 10:40am		
ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensión	Angulo	Ø de Doblado	
1	1/2"	18 cm	90 °	60 mm	
2	1/2"	11.5 cm	90 °	60 mm	
3	8 mm	5.5 cm	135 °	50 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA		OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	19 cm		
5	Altura del ladrillo	=	12 cm		
6	Vibración	=	No		
7	Área del Techo	=	85 m2		
8	Piso N°	=	2do piso		
REFUERZO					
9	Ø viga principal =		1/2"		
10	Ø viga secundaria =		1/2"		
11	Ø viguetas =		1/2"		
12	Ø estribos =		8 mm		
13	Ø acero de T =		6 mm		
14	Espaciamiento de los estribos =	10,15,15,20cm			
MEZCLADO DEL C°					
15	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	45 seg	Se puede observar que la losa de concreto armado cuenta con dos materiales de albañilería distintos, por lo que la losa tendrá diferente comportamiento por el peso y comportamiento de estos.	
16	Distancia de transporte del C°	=	1.50 m		
17	Cantidad de agua en cada tandada	=	33 litros		
TUBERÍAS					
18	Recubrimiento de las tuberías	=	9 cm		
19	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
20	Separación de puntales del encofrado	=	0.90 m		
21	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg				
22	Pie derecho 2*3" =	=	2 pulg Ø		
23	Tipo de madera =	Tornillo y Eucalipto			
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
24	% que cumple	=	45%		
25	% que no cumple	=	55%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Resumen de vivienda N° 09

VIVIENDA: N° 09 DIRECCION: Jr. Miguel Urbina 235 Interior Barrio Laykakota					
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 09/01/19	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 11:30am		
ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensión	Angulo	Ø de Doblado	
1	5/8"	18 cm	90 °	60 mm	
2	1/2"	8 cm	90 °	45 mm	
3	8 mm	4 cm	135 °	35 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA		OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	18 cm	 <p>Se observa que una viga secundaria no finaliza su recorrido de manera adecuada según la funcionalidad de esta, puesto que como se aprecia en la fotografía líneas arriba se modificó su ubicación por motivo de una instalación sanitaria.</p>	
5	Altura del ladrillo	=	10 cm		
6	Vibración	=	No		
7	Área del Techo	=	70 m2		
8	Piso N°	=	2do piso		
REFUERZO					
9	Ø viga principal	=	5/8"		
10	Ø viga secundaria	=	1/2"		
11	Ø viguetas	=	1/2"		
12	Ø estribos	=	8 mm		
13	Ø acero de T	=	6 mm		
14	Espaciamiento de los estribos	=	10,10,15,20cm		
MEZCLADO DEL C°					
15	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	45 seg		
16	Distancia de transporte del C°	=	27.00 m		
17	Cantidad de agua en cada tandada	=	35 litros		
TUBERÍAS					
18	Recubrimiento de las tuberías	=	7 cm		
19	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
20	Separación de puntales del encofrado	=	0.95 m		
21	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg	=			
22	Pie derecho 2*3" =	=	5.5 pulg Ø		
23	Tipo de madera	=	Tornillo y Eucalipto		
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
24	% que cumple	=	58%		
25	% que no cumple	=	42%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Resumen de vivienda N° 10

VIVIENDA: N° 10 DIRECCION: Av. El Estudiante cuadra 01 CP Salcedo					
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 12/01/19	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 2:50pm		
ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensión	Angulo	Ø de Doblado	
1	1/2"	10 cm	90 °	55 mm	
2	1/2"	8 cm	90 °	55 mm	
3	6 mm	6 cm	135 °	30 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA		OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	20 cm		
5	Altura del ladrillo	=	10 cm		
6	Vibración	=	No		
7	Área del Techo	=	60 m2		
8	Piso N°	=	1er piso		
REFUERZO					
9	Ø viga principal =		1/2"		
10	Ø viga secundaria =		1/2"		
11	Ø viguetas =		1/2"		
12	Ø estribos =		6 mm		
13	Ø acero de T =		6 mm		
14	Espaciamiento de los estribos =	10,10,15,20cm			
MEZCLADO DEL C°					
15	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	35 seg	<p>El diámetro mínimo de estribos para varillas de hasta a 1" es de 8mm según el RNE y se observó que en el siguiente caso no se cumple, pues el diámetro de los estribos es de 6mm.</p>	
16	Distancia de transporte del C°	=	1.50 m		
17	Cantidad de agua en cada tandada	=	36 litros		
TUBERÍAS					
18	Recubrimiento de las tuberías	=	8 cm		
19	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
20	Separación de puntales del encofrado	=	0.90 m		
21	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg				
22	Pie derecho 2*3" =	=	5 pulg Ø		
23	Tipo de madera	=	Tornillo y Eucalipto		
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
24	% que cumple	=	52%		
25	% que no cumple	=	48%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Resumen de vivienda N° 11

VIVIENDA: N° 11 DIRECCION: Pasaje 06, Cuadra 03-I Barrio Manto 2000					
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 19/01/19	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 3:25pm		
ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensión	Angulo	Ø de Doblado	
1	VP 1/2"	17 cm	90 °	60 mm	
2	VS 1/2"	5 cm	90 °	60 mm	
3	3/8"	5 cm	90 °	60 mm	
4	6 mm	6.0 cm	135 °	50 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA		OBSERVACIONES	
5	Altura de la losa	=	18 cm	<p>Se observa que el proceso de colocación del concreto es incorrecto pues esta se desperdicia en el recorrido de traslado del mismo, que con el paso del tiempo el concreto va fraguando y secando cuando se desperdicia en pocas cantidades y posteriormente cuando se coloca la cantidad final de concreto en el lugar ya no tiene una adherencia adecuada.</p>	
6	Altura del ladrillo	=	10 cm		
7	Vibración	=	No		
8	Área del Techo	=	43 m2		
9	Piso N°	=	3er piso		
REFUERZO					
10	Ø viga principal	=	1/2"		
11	Ø viga secundaria	=	1/2"		
12	Ø viguetas	=	1/2" y 3/8"		
13	Ø estribos	=	6 mm		
14	Ø acero de T	=	6 mm		
15	Espaciamiento de los estribos	=	5,10,10,15,20cm		
MEZCLADO DEL C°					
16	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	35 seg	<p>Se observa que el proceso de colocación del concreto es incorrecto pues esta se desperdicia en el recorrido de traslado del mismo, que con el paso del tiempo el concreto va fraguando y secando cuando se desperdicia en pocas cantidades y posteriormente cuando se coloca la cantidad final de concreto en el lugar ya no tiene una adherencia adecuada.</p>	
17	Distancia de transporte del C°	=	1.20 m		
18	Cantidad de agua en cada tandada	=	35 litros		
TUBERÍAS					
19	Recubrimiento de las tuberías	=	1 cm	<p>Se observa que el proceso de colocación del concreto es incorrecto pues esta se desperdicia en el recorrido de traslado del mismo, que con el paso del tiempo el concreto va fraguando y secando cuando se desperdicia en pocas cantidades y posteriormente cuando se coloca la cantidad final de concreto en el lugar ya no tiene una adherencia adecuada.</p>	
20	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
21	Separación de puntales del encofrado	=	0.92 m		
22	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg	=			
23	Pie derecho 2*3" =	=	6.5 pulg Ø		
24	Tipo de madera	=	Tornillo y Eucalipto		
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
25	% que cumple	=	49%	<p>Se observa que el proceso de colocación del concreto es incorrecto pues esta se desperdicia en el recorrido de traslado del mismo, que con el paso del tiempo el concreto va fraguando y secando cuando se desperdicia en pocas cantidades y posteriormente cuando se coloca la cantidad final de concreto en el lugar ya no tiene una adherencia adecuada.</p>	
26	% que no cumple	=	51%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Resumen de vivienda N° 12

VIVIENDA: N° 12 DIRECCION: Mz-E Lt-5, Urb. Los Reflejos de San Valentín					
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 19/01/19	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 7:55pm		
		GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
ítem	Ø Varilla	Extensió			
		n	Angulo	Ø de Doblado	
1	VP 1/2"	16 cm	90 °	60 mm	
2	VS 1/2"	6 cm	90 °	40 mm	
3	6 mm	5 cm	135 °	30 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA		OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	18 cm		
5	Altura del ladrillo	=	10 cm		
6	Vibración	=	No		
7	Área del Techo	=	92 m ²		
8	Piso N°	=	1er piso		
REFUERZO					
9	Ø viga principal =		1/2"		
10	Ø viga secundaria =		1/2"		
11	Ø viguetas =		1/2"		
12	Ø estribos =		6 mm		
13	Ø acero de T =		6 mm		
14	Espaciamiento de los estribos =	10,10,15,20cm			
MEZCLADO DEL C°					
15	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	36 seg		
16	Distancia de transporte del C°	=	1.20 m		
17	Cantidad de agua en cada tandada	=	36 litros		
TUBERÍAS					
18	Recubrimiento de las tuberías	=	6 cm	<p>La colocación del concreto para esta vivienda se efectuó a partir de las 8pm y terminando 11:30pm, por lo que a estas horas la temperatura está debajo de 10°C, que por consecuencia no se cumple el ítem 5.11.7 de la norma E.060 del RNE</p> <p>La vivienda cuenta con licencia de edificación.</p>	
19	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
20	Separación de puntales del encofrado	=	0.90 m		
21	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg				
22	Pie derecho 2*3" =	=	5 pulg Ø		
23	Tipo de madera = Tornillo y Eucalipto				
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
24	% que cumple	=	52%		
25	% que no cumple	=	48%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Resumen de vivienda N° 13

VIVIENDA: N° 13 DIRECCION: Jr. Los Nogales cuadra 1, APROVI					
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 23/01/19	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 2:00pm		
ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensión	Angulo	Ø de Doblado	
1	VP 1/2"	15 cm	90 °	50 mm	
2	VS 1/2"	10 cm	90 °	50 mm	
3	3/8"	8 cm	90 °	40 mm	
4	6 mm	4 cm	135 °	35 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA	OBSERVACIONES		
5	Altura de la losa	=	17.5 cm		
6	Altura del ladrillo	=	12 cm		
7	Vibración	=	No		
8	Área del Techo	=	70 m2		
9	Piso N°	=	1er piso		
REFUERZO					
10	Ø viga principal	=	1/2"		
11	Ø viga secundaria	=	1/2"		
12	Ø viguetas	=	3/8" y 1/2"		
13	Ø estribos	=	6 mm		
14	Ø acero de T	=	6 mm		
15	Espaciamiento de los estribos	=	10,10,15,20cm		
MEZCLADO DEL C°					
16	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	50 seg		
17	Distancia de transporte del C°	=	1.20 m		
18	Cantidad de agua en cada tandada	=	36 litros		
TUBERÍAS					
19	Recubrimiento de las tuberías	=	5 cm	Hubo desabastecimiento de cemento para la colocación final del concreto, por lo que no se realizó una operación continua de colocación del concreto. El ladrillo está demasiado humedecido pues horas antes de la colocación del concreto, hubo más de dos horas de precipitación pluvial.	
20	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
21	Separación de puntales del encofrado	=	0.84 m		
22	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg				
23	Pie derecho 2*3" =	=	5 pulg Ø		
24	Tipo de madera	=	Tornillo y Eucalipto		
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
25	% que cumple	=	51%		
26	% que no cumple	=	49%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Resumen de vivienda N° 14

VIVIENDA: N° 14 DIRECCION: Jr. Los Jazmines cuadra 13 lote 01 Urb. Aziruni					
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 24/01/19	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 11:45pm		
ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensió n	Angulo	Ø de Doblado	
1	VP1/2"	16 cm	90 °	70 mm	
2	VS 1/2"	10 cm	90 °	60 mm	
3	3/8"	10 cm	90 °	60 mm	
4	6 mm	3.5 cm	135 °	30 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA		OBSERVACIONES	
5	Altura de la losa	=	18 cm		
6	Altura del ladrillo	=	12 cm		
7	Vibración	=	No		
8	Área del Techo	=	98 m2		
9	Piso N°	=	3er piso		
REFUERZO					
10	Ø viga principal	=	1/2"		
11	Ø viga secundaria	=	1/2"		
12	Ø viguetas	=	3/8" y 1/2"		
13	Ø estribos	=	6 mm		
14	Ø acero de T	=	6 mm		
15	Espaciamiento de los estribos	=	10,10,15,20cm		
MEZCLADO DEL C°					
Tiempo de mezclado en cada					
16	tandada	=	30 seg		
17	Distancia de transporte del C°	=	1.20 m		
18	Cantidad de agua en cada tandada	=	34 litros		
TUBERÍAS					
19	Recubrimiento de las tuberías	=	6 cm		
20	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
Separación de puntales del					
21	encofrado	=	0.72 m		
Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" =					
22	1pulg				
23	Pie derecho 2*3" =	=	5 pulg Ø		
24	Tipo de madera	=	Tornillo y Eucalipto		
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
25	% que cumple	=	53%		
26	% que no cumple	=	47%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Resumen de vivienda N° 15

VIVIENDA: N° 15 DIRECCION: Alameda las Cashuarinas cuadra 14 Salcedo				
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 27/01/19
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 11:30am	
ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO
		Extensió n	Angulo	Ø de Doblado
1	VP 1/2"	12 cm	90 °	60 mm
2	VS 1/2"	12 cm	90 °	60 mm
3	8mm	4.5 cm	135 °	50 mm
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA	OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	20 cm	
5	Altura del ladrillo	=	15 cm	
6	Vibración	=	No	
7	Área del Techo	=	79.5 m2	
8	Piso N°	=	2do piso	
REFUERZO				
9	Ø viga principal	=	1/2"	
10	Ø viga secundaria	=	1/2"	
11	Ø viguetas	=	1/2" y 3/8"	
12	Ø estribos	=	8 mm	
13	Ø acero de T	=	6 mm	
14	Espaciamiento de los estribos	=	5,5,10,15,20cm	
MEZCLADO DEL C°				
15	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	35 seg	
16	Distancia de transporte del C°	=	10.00 m	
17	Cantidad de agua en cada tandada	=	35 litros	
TUBERÍAS				
18	Recubrimiento de las tuberías	=	7 cm	
19	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg	
ENCOFRADOS				
20	Separación de puntales del encofrado	=	0.80 m	
21	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg	=		
22	Pie derecho 2*3" =	=	4.5 pulg Ø	
23	Tipo de madera	=	Tornillo y Eucalipto	
Resultado: % Que cumple según la norma E.060				
24	% que cumple	=	48%	
25	% que no cumple	=	52%	



La forma de transportar el concreto es incorrecta, puesto que la rampa elaborada disgrega el concreto y la colocación no se hace de manera continua habiendo capas de concreto en diferentes tiempos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Resumen de vivienda N° 16

VIVIENDA: N° 16 DIRECCION: Jr. SN 1211 A-5 lt-6 Urb.Chanu Chanu				
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 30/01/19
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 1:20pm	
ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO
		Extensió n	Angulo	Ø de Doblado
1	5/8"	16 cm	90 °	80 mm
2	1/2"	7 cm	90 °	70 mm
3	6 mm	6 cm	135 °	40 mm
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA	OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	20 cm	
5	Altura del ladrillo	=	12 cm	
6	Vibración	=	No	
7	Área del Techo	=	85 m ²	
8	Piso N°	=	2do piso	
REFUERZO				
9	Ø viga principal =		5/8" y 1/2"	
10	Ø viga secundaria =		5/8" y 1/2"	
11	Ø viguetas =		1/2"	
12	Ø estribos =		6 mm	
13	Ø acero de T =		6 mm	
14	Espaciamiento de los estribos =		5,10,15,20cm	
MEZCLADO DEL C°				<p>1. El refuerzo en columnas se encuentra oxidada al igual que la temperatura parte del refuerzo en la losa aligerada.</p> <p>2. Las soleras parte del encofrado tienen medidas de 2"x3" y no 2"x4" como se recomienda como seguridad en el encofrado.</p>
15	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	40 seg	
16	Distancia de transporte del C°	=	1.20 m	
17	Cantidad de agua en cada tandada	=	36 litros	
TUBERÍAS				
18	Recubrimiento de las tuberías	=	8 cm	
19	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg	
ENCOFRADOS				
20	Separación de puntales del encofrado	=	0.80 m	
21	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x3"; Frisos "e" = 1pulg			
22	Pie derecho 2*3" =	=	5 pulg Ø	
23	Tipo de madera = Tornillo y Eucalipto			
Resultado: % Que cumple según la norma E.060				
24	% que cumple	=	48%	
25	% que no cumple	=	52%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Resumen de vivienda N° 17

VIVIENDA: N° 17 DIRECCION: Mz-D1 It-5, Urb. Agricultura Salcedo					
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 31/01/19	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 3:50pm		
ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensió n	Angulo	Ø de Doblado	
1	VP 1/2"	15 cm	90 °	50 mm	
2	VS 1/2"	6 cm	90 °	50 mm	
3	6 mm	5 cm	135 °	30 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA		OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	20 cm		
5	Altura del ladrillo	=	12 cm		
6	Vibración	=	No		
7	Área del Techo	=	95 m ²		
8	Piso N°	=	2do piso		
REFUERZO					
9	Ø viga principal =		1/2"		
10	Ø viga secundaria =		1/2"		
11	Ø viguetas =		1/2"		
12	Ø estribos =		6 mm		
13	Ø acero de T =		6 mm		
14	Espaciamiento de los estribos =		5,10,15,20cm		
MEZCLADO DEL C°					
15	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	35 seg		
16	Distancia de transporte del C°	=	1.20 m		
17	Cantidad de agua en cada tandada	=	28 litros		
TUBERÍAS					
18	Recubrimiento de las tuberías	=	8 cm		
19	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
20	Separación de puntales del encofrado	=	0.80 m		
21	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg				
22	Pie derecho 2*3" =	=	5.5 pulg Ø		
23	Tipo de madera = Tornillo y Eucalipto				
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
24	% que cumple	=	41%		
25	% que no cumple	=	59%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Resumen de vivienda N° 18

VIVIENDA: N° 18 DIRECCION: Jr. SN 4116 Mz G4 - Lt 14 CP Jayllihuaya					
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 09/02/19	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 11:05am		
ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensió n	Angulo	Ø de Doblado	
1	VP 1/2"	16 cm	90 °	60 mm	
2	VS 1/2"	7 cm	90 °	60 mm	
3	8mm	4.5 cm	135 °	50 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA		OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	18.5 cm		
5	Altura del ladrillo	=	12 cm		
6	Vibración	=	No		
7	Área del Techo	=	169 m2		
8	Piso N°	=	3er piso		
REFUERZO					
9	Ø viga principal =		1/2"		
10	Ø viga secundaria =		1/2"		
11	Ø viguetas =		1/2"		
12	Ø estribos =		8mm		
13	Ø acero de T =		6mm		
14	Espaciamiento de los estribos =	10,10,10,15,20cm			
MEZCLADO DEL C°					
15	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	45 seg		
16	Distancia de transporte del C°	=	1.20 m		
17	Cantidad de agua en cada tandada	=	36 litros		
TUBERÍAS					
18	Recubrimiento de las tuberías	=	6 cm		
19	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
20	Separación de puntales del encofrado	=	0.80 m		
21	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg				
22	Pie derecho 2*3" =	=	5 pulg Ø		
23	Tipo de madera =	Tornillo y Eucalipto			
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
24	% que cumple	=	55%		
25	% que no cumple	=	45%		

Los puntales del encofrado encargados de soportar las cargas para el vaciado de losa aligerada, no están ubicadas de manera vertical, sino inclinadas generando riesgo. La vivienda evaluada cuenta con licencia de funcionamiento.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Resumen de vivienda N° 19

VIVIENDA: N° 19 DIRECCION: Esquina Jr. Héroes del Pacifico con Jr. Santuario					
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 16/02/19	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 2:20pm		
ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensión	Angulo	Ø de Doblado	
1	5/8"	10 cm	90 °	100 mm	
2	1/2"	7 cm	90 °	60 mm	
3	8 mm	5 cm	135 °	40 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA		OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	20 cm	 <p>Se observa presencia de lluvia en plena colocación del concreto, no respetando el ítem 5.11.1 de la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones. La vivienda cuenta con licencia de funcionamiento.</p>	
5	Altura del ladrillo	=	12 cm		
6	Vibración	=	No		
7	Área del Techo	=	122 m2		
8	Piso N°	=	1er piso		
REFUERZO					
9	Ø viga principal =		5/8" y 1/2"		
10	Ø viga secundaria =		5/8" y 1/2"		
11	Ø viguetas =		1/2"		
12	Ø estribos =		8 mm		
13	Ø acero de T =		6 mm		
14	Espaciamiento de los estribos =	5,10,10,15,22cm			
MEZCLADO DEL C°					
15	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	45 seg		
16	Distancia de transporte del C°	=	2.30 m		
17	Cantidad de agua en cada tandada	=	34 litros		
TUBERÍAS					
18	Recubrimiento de las tuberías	=	8 cm		
19	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
20	Separación de puntales del encofrado	=	0.75 m		
Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" =					
21	1pulg				
22	Pie derecho 2*3" =	=	4 pulg Ø		
23	Tipo de madera	=	Tornillo y Eucalipto		
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
24	% que cumple	=	52%		
25	% que no cumple	=	48%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Resumen de vivienda N° 20

VIVIENDA: N° 20 DIRECCION: Mz G - Lt 7 Urb. Cooperativa Simón Bolívar					
REGION: Puno		PROVINCIA: Puno		FECHA: 21/02/19	
TESISTA: Bach. Ing. Civil Cutipa Copalli, Ludwin German			HORA: 4:40pm		
ítem	Ø Varilla	GANCHOS		Ø MIN DE DOBLADO	
		Extensió n	Angulo	Ø de Doblado	
1	VP 1/2"	16 cm	90 °	60 mm	
2	VS 1/2"	8 cm	90 °	60 mm	
3	6 mm	6 cm	135 °	40 mm	
DESCRIPCION MEDIDAS		MEDIDA		OBSERVACIONES	
4	Altura de la losa	=	20 cm		
5	Altura del ladrillo	=	12 cm		
6	Vibración	=	No		
7	Área del Techo	=	110 m2		
8	Piso N°	=	2do piso		
REFUERZO					
9	Ø viga principal =		1/2"		
10	Ø viga secundaria =		1/2"		
11	Ø viguetas =		1/2"		
12	Ø estribos =		6 mm		
13	Ø acero de T =		6 mm		
14	Espaciamiento de los estribos =		5,10,15,23cm		
MEZCLADO DEL C°					
15	Tiempo de mezclado en cada tandada	=	35 seg		
16	Distancia de transporte del C°	=	1.10 m		
17	Cantidad de agua en cada tandada	=	33 litros		
TUBERÍAS					
18	Recubrimiento de las tuberías	=	8 cm		
19	Diámetro de las tuberías embebidas	=	4 pulg		
ENCOFRADOS					
20	Separación de puntales del encofrado	=	0.80 m		
21	Tablas "e" = 1pulg; Solera = 2"x4"; Frisos "e" = 1pulg				
22	Pie derecho 2*3" =	=	4.5 pulg Ø		
23	Tipo de madera =		Tornillo y Eucalipto		
Resultado: % Que cumple según la norma E.060					
24	% que cumple	=	53%		
25	% que no cumple	=	47%		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 03**RESISTENCIA DEL CONCRETO MEDIANTE ENSAYO DEL ESCLEROMETRO**➤ **METODOLOGÍA Y RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la determinación de este ensayo no destructivo, el muestreo se realizó siguiendo las recomendaciones de las normas ASTM C805 y la norma UNE-E-12504-2.

Se optó por la norma UNE-E-12504-2 Sobre la norma ASTM C805, debido a facilidad de muestreo debido a que la norma ASTM C805 exige un mínimo de 10 muestreos mientras que la norma UNE-E-12504-2 basa sus resultados en 9 determinaciones. En este ensayo se realizaron un mínimo de 12 muestras, descartando si hubiera datos que difieren en más de seis unidades del promedio, para trabajar finalmente con nueve muestras en cada vivienda evaluada.

➤ **MUESTREO**

El muestreo se realizó durante horas del día generalmente comprendida entre las 8:00 hrs y las 17:00 hrs, en días despejados y exentos de presencia de lluvias, garantizando así subestimaciones por humedad superficial, estos días fueron en el periodo comprendido entre el 22 Y 23 de febrero del 2019 en 14 de las 20 viviendas evaluadas en esta investigación, el motivo fue por el acceso que unos tuvieron y otros no.

El ensayo consistía en 12 mediciones separadas como mínimo 2 pulgadas entre puntos medidos, estos datos se registraban en una ficha. Se han realizado un total de 168 ensayos, comprendidas en 14 viviendas.

Cuadro 1: Fecha y hora de realización del ensayo

#	MEDICIONES R									M	FECHA	HORA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1	21	21	24	23	17	21	22	21	21	21	22/02/2019	8:49am
2	21	19	19	21	20	20	19	23	18	20	22/02/2019	9:25am
3	21	20	21	26	21	24	29	23	29	24	22/02/2019	9:55am
4	21	20	21	24	23	21	21	29	26	23	22/02/2019	10:40am
5	25	28	27	21	23	21	23	23	22	24	22/02/2019	11:15am
6	29	29	21	26	25	26	23	22	25	25	22/02/2019	2:09pm
7	22	22	25	22	25	19	18	20	19	21	22/02/2019	2:44pm
8	29	27	23	25	23	22	25	21	22	24	22/02/2019	3:29pm
9	20	24	19	19	22	27	22	22	18	21	23/02/2019	8:05am

#	MEDICIONES R									M	FECHA	HORA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
10	22	25	22	25	19	18	20	19	27	22	23/02/2019	8:50am
11	23	24	19	24	26	26	28	28	25	25	23/02/2019	9:23am
12	19	21	19	20	19	23	17	20	18	20	23/02/2019	9:49am
13	21	21	26	24	25	23	25	26	28	24	23/02/2019	10:27am
14	23	24	25	25	23	22	20	25	23	23	23/02/2019	11:03am

➤ PROCESAMIENTO DE DATOS

Existen factores de corrección para este ensayo dependiendo de las características del concreto y el medio en el que se realizan, las correcciones más frecuentes son la de corrección por carbonatación y corrección por tipo de superficie, no se hizo la corrección por tipo de superficie porque las losas aligeradas no tienen encofrado en la parte superior de su superficie.

Factor de corrección por carbonatación:

De acuerdo a la fórmula $x = k * \sqrt{t}$

Además: $k=R*a$

$$a = \frac{(w - 0.25)^2}{0.3(1.15 + 3w)}$$

De los cuadros:

Cuadro 2: Coeficiente rc

Tipos de cemento	Cemento portland		Cemento siderúrgico		Cemento Puzolánico	Cemento con ceniza volcánica 20%
	Corriente	Alta resistencia	30- 40%	60%		
			Escoria	Escoria		
rc	1.0	0.6	1.4	2.2	1.7	1.9

Fuente: (Rojas Keim, 2006)

Cuadro 3: Coeficiente ra

Tipo de agregados	Arena de río Grava de río	Arena de río Grava de pumicita	Arena de pumicita grava de pumicita	ceniza volcánica (final, gruesa)
Ra	1.0	1.2	2.9	3.3

Fuente: (Rojas Keim, 2006)

Cuadro 4: Coeficiente rs

Terminación superficial	Plana	AEA incorporador de aire	Agente Dispersante
rs	1.0	0.6	0.4

Fuente: (Rojas Keim, 2006)

De los cuadros determinamos los valores de r_c , r_a y r_s , teniendo como producto final $R=1$ por tratarse de cemento portland, Grava de río y superficie plana de la losa.

Como $w/a/c=0.52$ en promedio según (Pancca Cruz, 2018) para la ciudad de Puno.

Entonces: $k=1*0.09$

Tenemos entonces que el factor de carbonatación es de 0.94.

Tabla 31: Procesamiento de datos para hallar Resistencia promedio (kg/cm²)

#	MEDICIONES R									M	VAL.	RESISTENCIA (kg/cm ²)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			Medida	Fcarb	FINAL
1	21	21	24	23	17	21	22	21	21	21	SI	160	0.94	150.4
2	21	19	19	21	20	20	19	23	18	20	SI	142	0.94	133.48
3	21	20	21	26	21	24	29	23	29	24	SI	198	0.94	186.12
4	21	20	21	24	23	21	21	29	26	23	SI	182	0.94	171.08
5	25	28	27	21	23	21	23	23	22	24	SI	198	0.94	186.12
6	29	29	21	26	25	26	23	22	25	25	SI	209	0.94	196.46
7	22	22	25	22	25	19	18	20	19	21	SI	160	0.94	150.4
8	29	27	23	25	23	22	25	21	22	24	SI	198	0.94	186.12
9	20	24	19	19	22	27	22	22	18	21	SI	160	0.94	150.4
10	22	25	22	25	19	18	20	19	27	22	SI	162	0.94	152.28
11	23	24	19	24	26	26	28	28	25	25	SI	209	0.94	196.46
12	19	21	19	20	19	23	17	20	18	20	SI	142	0.94	133.48
13	21	21	26	24	25	23	25	26	28	24	SI	198	0.94	186.12
14	23	24	25	25	23	22	20	25	23	23	SI	182	0.94	171.08
												R PROMEDIO =	167.857	

➤ MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL Y DESVIACION

MEDIA

De acuerdo a los 14 datos validos de resistencia a la compresión de la tabla 29, este valor es 167.86 kg/cm².

MEDIANA

La mediana de la tabla 29 es 171.08 kg/cm²

DESVIACION ESTANDAR

De la tabla 29 se tiene que la desviación estándar para los 14 datos validos es de 22.4 el cual representa una desviación estándar promedio.

ANEXO 04

DISEÑO DE ENCOFRADOS DE UNA LOSA ALIGERADA

Se va a realizar un diseño de un encofrado típico para una losa aligerada, el ladrillo tiene medidas de 30x25x12cm y cada uno pesa 10kg. La flecha admisible es de 2mm como máximo, las tablas son de 1"x8", los pies derechos son de 3"x3", las soleras son de 2"x4", la sobrecarga se determinara a continuación.

La madera a utilizar tiene las siguientes características:

$\sigma = 500 \text{ kg/cm}^2$, $\tau = 12 \text{ kg/cm}^2$, $E = 108,000 \text{ kg/cm}^2$

1. DATOS

Altura de la Losa = 0.2 m
 Espesor "e" = 0.05 m
 Altura de la Vigueta = 0.15 m
 Ancho de la Vigueta = 0.10 m

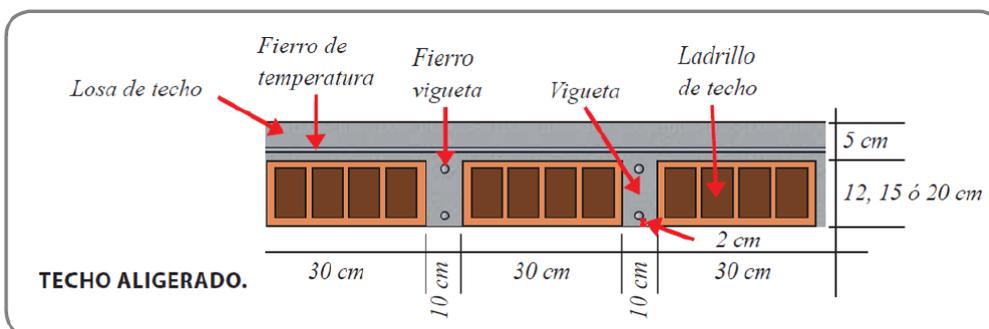
LADRILLO

A = 0.30 m
 L = 0.25 m
 h = 0.12 m
 Peso Ladrillo = 6 kg
 Flecha Admisible = 2 mm
 Sobre carga = 250 kg/m²

MADERA

Tablas = 1 x 8 pulg ^ 2
 Pies Derecho = 3 x 3 pulg ^ 2
 Soleras = 2 x 4 pulg ^ 2

$\sigma = 400 \text{ kg/cm}^2$
 $\tau = 12 \text{ kg/cm}^2$
 $E = 108000 \text{ kg/cm}^2$



2. METRADO DE CARGAS (m2)

Losa	=	0.05 m	2400 kg/cm ²	1	1	=	120	kg
Vigueta	=	2.5	2400 kg/cm ²	0.2	0.1	=	90	kg
Ladrillo	=	10.0	10 kg/cm ²	-	-	=	100	kg
Sobrecarga	=	250	-	-	-	=	250	kg
Carga Total	=	-	-	-	-	=	560	kg

$$\begin{aligned} \text{Carga distribuida por vigueta} &= \frac{560 \text{ kg/m}^2}{2.5} = 224 \text{ kg/m} \\ &= 2.24 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

3. SEPARACION DE SOLERAS

CALCULAMOS EL "I" Y "S" (Tabla):

$$I = \frac{b * h^3}{12}$$

$$I = \frac{20.32 * 2.54^3}{12}$$

$$I = 27.75 \text{ cm}^4$$

$$S = \frac{b * h^2}{6}$$

$$S = \frac{20 * 2.54^2}{6}$$

$$S = 21.51 \text{ cm}^3$$

CALCULAMOS LA SEPARACION DE SOLERAS:

Chequeo por Flexión

$$L = \sqrt{\frac{10 * \sigma * S}{W}}$$

$$L = \sqrt{\frac{10 * 400 * 21.51}{2.24 \text{ kg/cm}}}$$

$$L = 195.97 \text{ cm}$$

Chequeo por Flecha

$$l = \sqrt[4]{\frac{128 * EI * \delta}{W}}$$

$$l = \sqrt[4]{\frac{128 * 1E+05 * 27.75 * 0.2}{2.24 \text{ kg/cm}}}$$

$$l = 76.50 \text{ cm}$$

Por lo tanto
 Separación de Soleras = 0.75 m

4. SEPARACION DE PUNTALES

Carga por metro lineal de solera = w x 0.75 m
 = 420 kg/m
 = 4.20 kg/cm

CALCULAMOS EL "I" Y "S" (Solera):

$$I = \frac{b * h^3}{12}$$

$$I = \frac{5.08 * 10.16^3}{12}$$

$$I = 443.98 \text{ cm}^4$$

$$S = \frac{b * h^2}{6}$$

$$S = \frac{5.08 * 10.16^2}{6}$$

$$S = 87.40 \text{ cm}^3$$

CALCULAMOS LA SEPARACION DE SOLERAS:

Chequeo por Flexión

$$L = \sqrt{\frac{10 * \sigma * S}{W}}$$

$$L = \frac{\sqrt{10 * 400 * 87.40}}{4.20 \text{ kg/cm}}$$

$$L = 288.51 \text{ cm}$$

Chequeo por Flecha

$$1 = \sqrt[4]{\frac{128 * EI * \delta}{W}}$$

$$1 = \frac{128 * 1E+05 * 444.0 * 0.2}{4.20 \text{ kg/cm}}$$

$$1 = 130.75 \text{ cm}$$

Por lo tanto
 Separación de Puntales = 1.30 m

CUADRO 05: Separación de pie derecho y soleras

	SEPARACION	
	PIE DERECHO	SOLERAS
Vivienda 01	1.00 m	1.50 m
Vivienda 02	1.14 m	1.00 m
Vivienda 03	1.10 m	0.75 m
Vivienda 04	1.02 m	1.02 m
Vivienda 05	1.11 m	0.80 m
Vivienda 06	1.10 m	0.80 m
Vivienda 07	0.85 m	0.75 m
Vivienda 08	1.15 m	0.90 m
Vivienda 09	1.10 m	0.95 m
Vivienda 10	1.05 m	0.90 m
Vivienda 11	1.10 m	0.92 m
Vivienda 12	0.90 m	0.90 m
Vivienda 13	1.00 m	0.84 m
Vivienda 14	1.05 m	0.72 m
Vivienda 15	1.10 m	0.80 m
Vivienda 16	1.00 m	0.80 m
Vivienda 17	0.95 m	0.80 m
Vivienda 18	1.10 m	0.80 m
Vivienda 19	1.00 m	0.75 m
Vivienda 20	1.12 m	0.80 m
PROMEDIO	1.05 m	0.88 m

ANEXO 04

En el presente anexo se muestra la ficha de trabajo utilizada como instrumento de recolección de datos de la investigación, no se muestra la totalidad de las fichas de cada vivienda porque los datos requeridos se encuentran resumidos en tabla N°06.

FICHAS DE LAS ENCUESTAS

FICHA DE TRABAJO N°01

VIVIENDA: N° 01	
DIRECCION: JR. Emancipación con Av. Integración	FECHA: 10/11/18
REGION: Puno PROVINCIA: Puno	HORA: 2:45pm
TESISTA: Cutipa Copalli, Ludwin German	Temperatura: 11°

item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	NO SE CUMPLE	OBS.
	3.1 ENSAYOS DE MATERIALES			
01	3.1.2 El muestreo y los ensayos de materiales y del C ° deben hacerse de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.		x	
	3.2 CEMENTO			
02	3.2.1 El cemento debe cumplir con los requisitos de las NTP correspondiente	x		
03	3.2.2 El cemento empleado en la obra debe corresponder al que se ha tomado como base para la selección de dosificación del C°		x	No se hizo dosificación
	3.3 AGREGADOS			
04	3.3.2 El TMN del agregado grueso no debe ser superior a: (a) 1/5 de la menor separación entre lados del encofrado (b) 1/3 de la altura de la losa (c) 3/4 espaciamiento min. libre entre las barras de refuerzo		x	
05	3.3.3 Los agregados provenientes de canteras podran ser probados por la supervisión si cumplen los ensayos normalizados que considere convenientes.		x	
06	3.3.4 Los agregados fino y grueso deberán ser manejados como materiales independientes		x	
07	3.3.8 La granulometría seleccionada para el agregado debe permitir la max. densidad del C° y trabajabilidad.		x	
08	3.3.9 El lavado de los agregados se debera hacer con agua potable.		x	
09	3.3.10 El hormigón será utilizado para C° de f'c < 10Mpa		x	
	3.4 AGUA			
10	3.4.1 El agua empleada en la preparación del C° debera ser de preferencia potable.	x		
	3.5 ACERO DE REFUERZO			
11	3.5.1 El refuerzo debe ser corrugado	x		

12	3.5.3 Las barras de refuerzo debe cumplir con las NTP correspondientes	x		
	3.7 ALMACENAMIENTO DE MATERIALES			
13	3.7.1 Los materiales deben almacenarse adecuadamente.	x		
14	3.7.3 Se almacena adecuadamente el cemento	x		
15	3.7.4 Se almacena adecuadamente los Agregados		x	
16	3.7.5 Se almacena adecuadamente el acero de refuerzo		x	
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	NO SE CUMPLE	OBS.
	5.1 GENERALIDADES			
17	5.1.1 El C° debe dosificarse para que proporcione una resistencia promedio a la compresión f'_{cr}		x	
18	5.1.2 Los requisitos para f'_{c} deben basarse en ensayos de probetas cilíndricas		x	
	5.4 DOSIFICACIÓN CUANDO NO SE CUENTA CON EXPERIENCIA EN OBRA O MEZCLAS DE PRUEBA			
19	5.4.1 La dosificación del C° debe basarse en otras experiencias con la aprobación de un profesional responsable de la obra.		x	
	5.7 PREPARACIÓN DEL EQUIPO Y DEL LUGAR DE COLOCACIÓN DEL CONCRETO			
	5.7.1 La preparación previa a la colocación del C° debe incluir:			
20	(a) Las cotas y dimensiones de los encofrados y los elementos estructurales deben corresponder a los planos.		x	
21	(b) Las barras de refuerzo y los elementos embebidos deben estar correctamente ubicados.		x	
22	(c) Todo equipo de mezclado y transporte del C° debe estar limpio.	x		
23	(d) Deben retirarse todos los escombros y hielo de los espacios donde ocupara el C°.	x		
24	(e) El encofrado debe estar recubierto con un desmoldante.		x	
25	(f) Las unidades de albañilería deben estar humedecidas.	x		
26	(g) El refuerzo debe estar libre de elementos perjudiciales.	x		
27	(h) El agua libre debe ser retirada antes de la colocación del C°.	x		
28	(i) La superficie del C° endurecido debe estar libre de lechada y otros mat. perjudiciales antes de colocar C° adicional sobre ella	x		
	5.8 MEZCLADO DEL CONCRETO			
29	5.8.1 La medida de los mat. en obra debera realizarse por medios que garanticen la obtención de las proporciones especificadas.		x	
30	5.8.2 El C° debe mezclarse hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales		x	
	5.8.4 El C° preparado en obra se debe mezclar de acuerdo a lo siguiente:			
31	(a) El C° debera ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales.	x		

32	(b) El mezclado debe hacerse en una mezcladora de tipo aprobado	x		
33	(c) La mezcladora debe hacerse girar a una velocidad recomendada por el fabricante	x		
34	(d) El mezclado debe efectuarse por lo menos durante 90 segundos después de que todos los mat. esten dentro del tambor		x	
35	(e) El manejo, dosificación y el mezclado de los mat. deben cumplir las disposiciones aplicables del ASTM C 94M		x	
36	(f) Debe llevarse un registro detallado para identificar el número de tandas de mezclado y dosificación del C° producido.		x	
5.9 TRANSPORTE DEL CONCRETO				
37	5.9.1 El C° debe ser transportado desde la mezcladora hasta el sitio final empleando métodos de colocación que eviten segregación o perdida de mat.	x		
38	5.9.2 El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento de C° en el sitio de colocación sin segregación.	x		
5.10 COLOCACIÓN DEL CONCRETO				
39	5.10.1 El C° debe ser depositado lo mas cerca posible de su ubicación final para evitar segregación	x		
40	5.10.2 La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el C° conserve su estado plástico y en operación continua	x		
41	5.10.3 No se debe colocar a la estructura el C° que haya endurecido parcialmente o que se haya contaminado.		x	
42	5.10.4 No se debe utilizar C° al que después de preparado se le adicione agua	x		
43	5.10.5 Una vez iniciada la colocación del C° esta debe ser efectuada en una operación continua hasta que se termine el tramo o paño	x		
44	5.10.7 Todo C° debe ser compactado por medios adecuados y acomodado alrededor del refuerzo, elem. embebidos y esquinas del encofrado; los vibradores no debe usarse para desplazar lateralmente el C°		x	
5.11 PROTECCION Y CURADO				
45	5.11.1 El C° no deberá ser colocado durante lluvias, nevadas o granizadas.	x		
46	5.11.2 La T° del C° no deberán ser tan altas causando perdida de asentamiento, fragua rápida o juntas frías; y no mayor a 32°C.	x		
47	5.11.4 La T° de los encofrados metálicos y acero de refuerzo no debera ser mayor a 50°C	x		
48	5.11.5 El C° debe mantenerse por encima de 10°C y permanentemente húmedo durante 7 días como mínimo.	x		
item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	NO SE CUMPLE	OBS.
6.1 DISEÑO DE ENCOFRADOS				

49	6.1.1 Los encofrados deberán cumplir con los perfiles, niveles, alineamientos y dimensiones de los elementos según lo indicado en planos o especificaciones.		x	
50	6.1.2 Los encofrados deberán ser suficientemente herméticos para impedir fuga del C°.		x	
51	6.1.3 Los encofrados deberán estar adecuadamente arriostrados o amarrados entre si de tal manera que conserve su forma y posición		x	
52	6.1.4 Los encofrados y apoyos no dañan la estructura existente.	x		
53	6.1.5 El diseño de los encofrados debe tomar en cuenta los siguientes factores: (a) Velocidad y métodos de colocación del concreto. (b) Todas las cargas de construcción, incluyendo las de impacto. (c) Requisitos de encofrados especiales.		x	
6.3 TUBERÍAS Y DUCTOS EMBEBIDOS EN EL CONCRETO				
54	6.3.1 Se permite previa aprobación de la supervisión, embeber tuberías de cualquier material que no sea perjudicial para el C° y la tubería no reemplaza estructuralmente el C°	x		
55	6.3.2 No deben dejarse embebidos en el C° tuberías de aluminio, a menos que se recubran o pinten.	x		
56	6.3.3 Las tuberías o ductos que pasen por losas o vigas no deben debilitar significativamente la resistencia de la estructura.		x	
57	6.3.5 Las tuberías o ductos deben satisfacer lo siguiente: (a) No deben tener dimensiones mayores que la 1/3 parte del espesor total de la losa. (b) No deben estar espaciados a menos de 3 veces su diámetro. (c) No deben afectar significativamente la resistencia del elemento.		x	
58	6.3.7 Las tuberías y sus conexiones deben ser diseñadas para resistir los efectos del fluido, la presión y temperatura.	x		
59	6.3.8 Ningún líquido, gas o vapor (salvo el agua cuya T° no exceda 32°C) deben circular en las tuberías hasta que el C° haya alcanzado su resistencia de diseño	x		
60	6.3.10 El recubrimiento de C° para las tuberías no deben ser menos de 40mm en superficies expuestas a la intemperie, ni menor de 20mm aquellas que no estén en contacto con el suelo ni a la intemperie.	x		
61	6.3.11 Deben colocarse refuerzo en la dirección normal a la tubería, con un área no menor de 0.002 veces el área de la sección de concreto.	x		

item	IDENTIFICACION DE CUMPLIMIENTO	SE CUMPLE	NO SE CUMPLE	OBS.
7.1 GANCHOS ESTANDAR				
62	7.1.1 Para un dobles de 180°, una extensión de 4 db y no menor de 65mm hasta el extremo libre de la barra.	x		

63	7.1.2 Para un dobles de 90°, una extensión 12 db hasta el extremo libre de la barra.		x	
64	7.1.3 Para ganchos de estribos y ganchos de grapas suplementarias: (a) Para \varnothing 5/8" y menores, para un dobles de 90°, una extensión de 6db.	x		
7.2 DIAMETROS MÍNIMOS DE DOBLADO				
65	7.2.1 El diámetro interior de doblado no debe ser menor según la tabla 7.1 del E.060		x	
66	7.2.2 El diámetro interior de doblado para estribos no debe ser menor que 4 db para barras de 5/8" y menores		x	
7.3 DOBLADO				
67	7.3.1 Todo refuerzo se deberá doblar en frio.	x		
68	7.3.2 Ningún refuerzo parcialmente embebido en el C° puede ser doblado en la obra, excepto asi lo indique los planos y permita el ingeniero proyectista	x		
7.4 CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DEL REFUERZO				
69	7.4.1 El refuerzo debe estar libre de polvo, aceite u otros recubrimientos no metálicos que reduzcan la adherencia	x		
7.5 COLOCACIÓN DEL REFUERZO				
70	7.5.1 El refuerzo debe colocarse con precisión y estar asegurado antes de colocar el C°, debe fijarse para evitar su desplazamiento.	x		
71	7.5.2.1 Tolerancia para peralte efectivo d y recubrimiento mínimo: d < 200mm, +-10mm d > 200mm, +-13mm	x		
72	7.5.2.2 Tolerancia para dobleces y extremos del refuerzo es \pm 50mm	x		
7.6 LIMITES DEL ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO				
73	7.6.1 La distancia libre minima entre barras paralelas de una capa de ser db, pero no menor de 25mm	x		
74	7.6.3 En elementos a compresión reforzados transversalmente con estribos, la distancia libre entre barras long. no debe ser menor de 1.5 db ni de 40mm	x		
75	7.6.4 La limitación de distancia libre entre barras también se debe aplicar a la distancia libre entre un empalme por traslape y los otros empalmes.	x		
7.7 RECUBRIMIENTO DE CONCRETO PARA EL REFUERZO				
76	7.7.1 debe cumplir el siguiente recubrimiento min. de C° no expuesto a la intemperie LOSAS -> barras de 1 3/8" y menores -> 20mm VIGAS -> 40mm		x	
77	7.7.5 En ambientes corrosivos debe aumentarse adecuadamente el espesor del recubrimiento.		x	

78	7.7.6 En ampliaciones futuras, el refuerzo expuesto deben protegerse adecuadamente ante la corrosión.	x		
7.10.5 ESTRIBOS				
79	7.10.5.1 Todas las barras no preesforzadas deben estar confinadas por medio de estribos transversales: de 8mm para barras de hasta 5/8", de 3/8" para barras de 5/8" hasta 1".	x		
80	7.10.5.2 El espaciamiento vertical de los estribos no debe exceder 16*(\varnothing barras longitudinales), 48*(\varnothing estribos).	x		
81	7.10.5.3 Cada barra long. de esquina y cada barra alterna tiene apoyo lateral proporcionado por la esquina de un estribo y Ninguna barra long. Este separada a mas de 150mm	x		
82	7.10.5.4 La distancia vertical entre el último estribo y el refuerzo horizontal más bajo de la viga, no debe ser mayor a la mitad del espaciamiento entre estribos.	x		
7.11 REFUERZO TRANSVERSAL PARA ELEMENTOS A FLEXION				
83	7.11.2 El refuerzo transversal debe consistir con estribos cerrados o espirales colocados alrededor del refuerzo a flexión	x		
84	7.11.3 Los estribos cerrados deben formar una sola pieza con sus ganchos extremos colocados superpuestos abrazando la misma barra long.	x		
7.13 REQUISITOS PARA LA INTEGRIDAD ESTRUCTURAL				
85	7.13.2.1 En viguetas, al menos una barra de la parte inferior debe ser continua o empalmarse por traslape de tracción y terminar en gancho estándar en apoyos no continuos.	x		
86	7.13.2.2 Las vigas del perímetro de la estructura debe tener un refuerzo corrido consistente en: (a) Al menos 1/6 del refuerzo de tracción requerido para M(-) (b) Al menos 1/4 del refuerzo de tracción para M(+) requerido en la mitad del tramo		x	
87	7.13.2.3 En empalmes, el refuerzo superior debe ser empalmado por traslape cerca de o en la mitad del tramo y el refuerzo inferior debe ser empalmado cerca del apoyo o en el.		x	
88	7.13.2.4 En vigas distintas del perímetro, al menos ¼ del refuerzo para M(+) requerido en la mitad del tramo, compuesto por un mínimo de dos barras, debe ser continuo o empalmarse por traslape, sobre o cerca del apoyo.		x	

	SI	NO
Cumplimiento en Porcentaje:	58.0%	42.0%

ANEXO 05 - PANEL FOTOGRAFICO

VIVIENDA 01



Fotografía01: Se muestra fachada de la vivienda 01



Fotografía02: Maquinaria a utilizar en el vaciado de losa aligerada



Fotografía03: Se muestra el encofrado para el vaciado de losa.



Fotografía04: Proceso de abastecimiento de materiales al tambor giratorio para el mezclado del concreto.



Fotografía05: En la fotografía izquierda se aprecia la fachada del vivienda, en la fotografía derecha la colocación del concreto, colocando primero las vigas.



Fotografía06: Se muestra la colocación de concreto en el encofrado.

VIVIENDA 02



Fotografía06: Se muestra fachada de la vivienda 02, con el armado del winche eléctrico para su transporte del concreto.



Fotografía07: Se aprecia el armado del acero del refuerzo y la albañilería para su posterior colocación del concreto.



Fotografía08: Se muestra la colocación de tuberías de desagüe con varios errores técnicos.



Fotografía09: Se aprecia los puntales colocados de manera incorrecta y un empalme forzado.



Fotografía10: Se muestra desperdicio de concreto por el mal manejo de transporte.

VIVIENDA 03



Fotografía11: Se presenta la fachada de la vivienda 03, se puede observar que el tronco del winche eléctrico se encuentra suspendido, tomando como apoyo el encofrado.



Fotografía12: Se aprecia el descargo del hormigón que se utilizara en el mezclado del concreto. Se observa también tres diferentes tipos de agregados por el color.



Fotografía13: Se aprecia la medición del traslape que de varillas en viguetas.



Fotografía14: Se puede apreciar puntales inclinados colocados en el encofrado.



Fotografía15: Se muestra el proceso de medición del espaciamiento de los puntales, en este caso 0.75 m

VIVIENDA 04



Fotografía16: Se muestra la fachada de la vivienda 04.



Fotografía17: Se observa la medición de las unidades de albañilería.



Fotografía18: Se aprecia el momento de descarga de las bolsas de cemento.



Fotografía 19: Se puede observar el empalme de un puntal con otro por falta de longitud requerida.



Fotografía 20: Se muestra el proceso de humedecimiento de las unidades de albañilería.

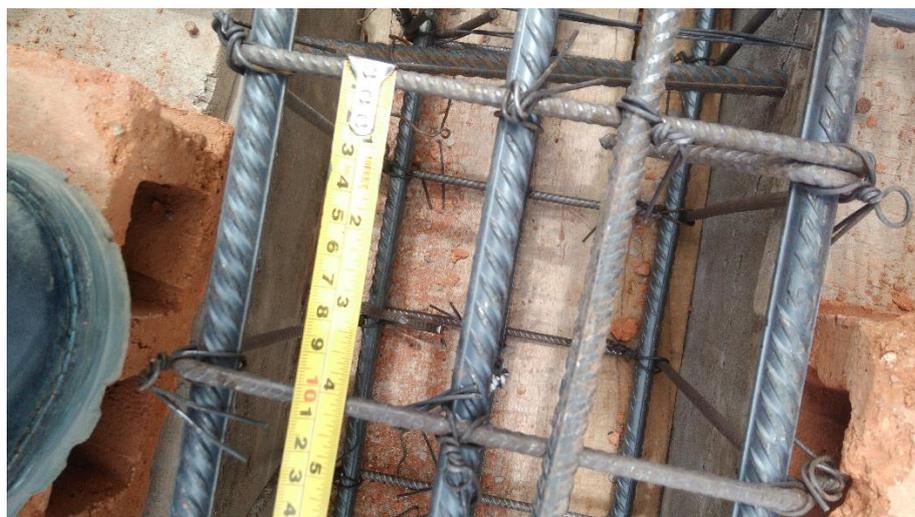
VIVIENDA 05



Fotografía 21: Fachada de la vivienda número 05, se aprecia el fondo del CP Salcedo.



Fotografía 22: Se aprecia ultimando trabajos para el posterior vaciado del concreto.



Fotografía 23: Se muestra trabajos de medición como separación de los estribos y diámetro de las varillas de refuerzo.



Fotografía 24: Se muestra la medición del espaciamiento de puntales, diámetro de los puntales.



Fotografía 25: Se aprecia medición de la altura de las tuberías de desagüe y su posterior espesor de recubrimiento que tendrá la tubería.



Fotografía 26: Se muestra la colocación del concreto, así como el buggy como medio de transporte.

VIVIENDA 06



Fotografía 27: Se muestra la fachada de la vivienda número 06.



Fotografía 28: Se muestra trabajos de medición de los ganchos del refuerzo y los estribos.



Fotografía 29: Se aprecia el encofrado contiguo a una losa construida anteriormente.



Fotografía 30: En las fotografías se aprecia empalme de una losa construida anteriormente con una nueva losa a vaciar, a la izquierda la viga empalmada a la antigua, a la derecha el empalme de las viguetas.



Fotografía 31: Se muestra proceso de transporte del concreto mediante el winche eléctrico.

VIVIENDA 07



Fotografía 32: Se muestra un panorama de los trabajos de colocación del concreto así como el mezclado y transporte del mismo.



Fotografía 33: Se observa el encofrado con un buen lineamiento de los puntales.



Fotografía 34: Se observa el sistema de alimentación a la mezcladora tipo trompo.



Fotografía 35: Se observa un empalme en las viguetas con construcción antigua.



Fotografía 36: Otro ángulo de las viguetas conectadas.

VIVIENDA 08



Fotografía 37: Fachada de la vivienda número 08.



Fotografía 38: Encofrado visto del piso anterior.



Fotografía 39: Se aprecia dos tipos de albañilería.



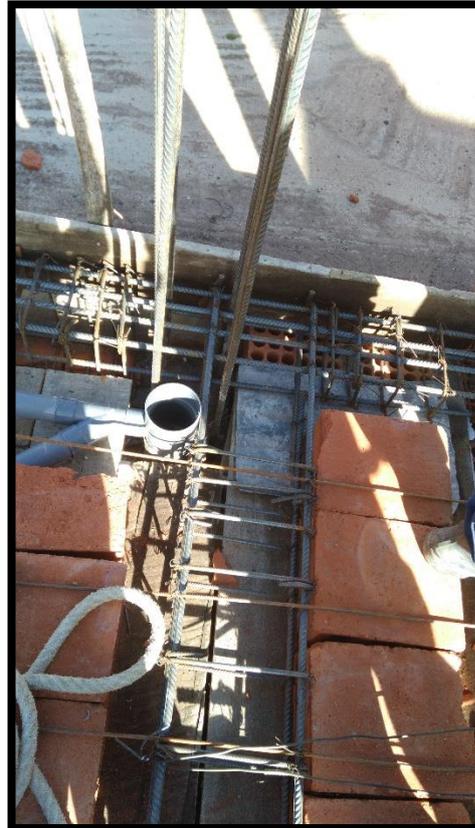
Fotografía 40 y 41: A la izquierda vista de medición de los frisos, a la derecha vista de una viga principal.



Fotografía 42: Vista de la instalación y ubicación de las tuberías de desagüe.

VIVIENDA 09

Fotografía 43: Vista frontal de la construcción, vivienda número 09.



Fotografía 44 y Fotografía 45: A la izquierda vista del pasaje y transporte del concreto al interior donde se ubica la vivienda objeto de estudio. A la derecha se aprecia una viga ubicada de manera incorrecta.



Fotografía 46: Vista de la tubería de desagüe.



Fotografía 47: Se aprecia la ubicación de la mezcladora y los materiales en el proceso de mezclado.



Fotografía 48: Se muestra el proceso de transporte del concreto en carretillas tipo buggy.

VIVIENDA 10



Fotografía 49: Vista frontal de la vivienda objeto de estudio.



Fotografía 50: Se puede observar dos tipos de unidades de albañilería como material aligerado.



Fotografía 51: Se muestra el encofrado con la ubicación de los puntales.



Fotografía 52: Se muestra la medición de los ganchos en estribos y el diámetro de las varillas utilizadas en el refuerzo.



Fotografía 53: Se muestra el mezclado de los materiales que realiza la maquinaria utilizada.



Fotografía 54: Se muestra el concreto colocado en el encofrado.

VIVIENDA 11



Fotografía 55: Vista de la vivienda objeto de estudio, con la tercera planta en ejecución.



Fotografía 56 y Fotografía 57: A la izquierda vista del encofrado parte superior, se aprecia madera en mal estado. A la derecha vista de la medición del diámetro transversal de los puntales.



Fotografía 58: Vista de la parte superior de la losa aligerada en construcción.



Fotografía 59: Se muestra una vista horizontal del proceso de abastecimiento de materiales y el mezclado de los mismos.



Fotografía 60: Vista del concreto colocado en el encofrado con trabajos de nivelación.

VIVIENDA 12



Fotografía 61: Fechada de la vivienda número 12.



Fotografía 62 y Fotografía 63: A la izquierda el encofrado, se aprecia puntales muy esbeltas. A la derecha el armado del winche eléctrico y posicionamiento de la mezcladora de concreto.



Fotografía 64: Vista de la colocación de las unidades de albañilería y el acero de refuerzo.



Fotografía 65: Vista de la colocación del sistema sanitario.

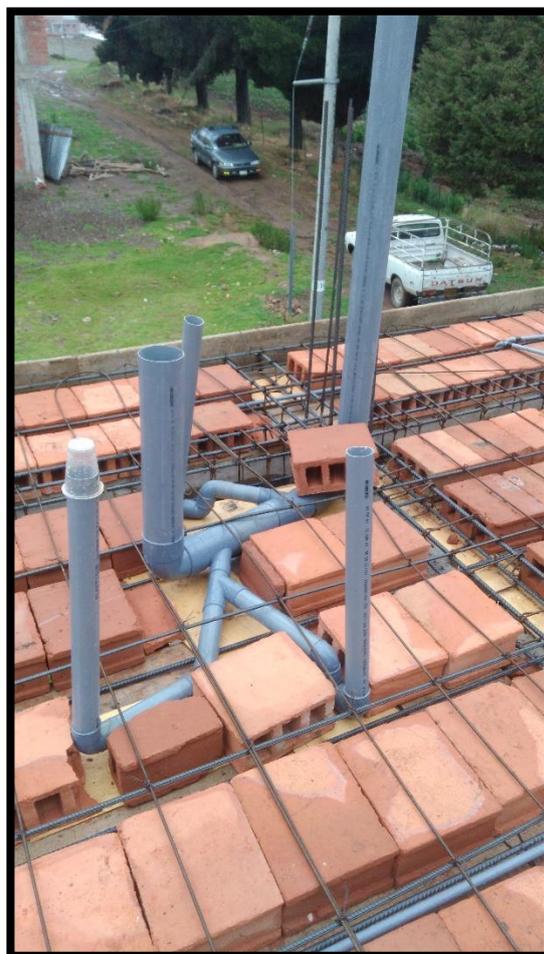


Fotografía 66: Se muestra trabajos de mezclado del concreto en equipo correspondiente y la baja luminosidad pues esta acción se realiza en horas de la noche.

VIVIENDA 13



Fotografía 67: Vista frontal de la vivienda número 13 ubicado en Salcedo.



Fotografía 68 y Fotografía 69: A la izquierda un empalme de puntales para cumplir la función de soporte del peso del encofrado y materiales. A la derecha el sistema sanitario.



Fotografía 70: Vista semihorizontal de la colocación de las unidades de albañilería y el acero de refuerzo.



Fotografía 71: Vista horizontal del proceso de mezclado de los materiales para el concreto.



Fotografía 72: Se aprecia la colocación del concreto.

VIVIENDA 14



Fotografía 73: Vista frontal de la vivienda número 14.



Fotografía 74 y Fotografía 75: A la izquierda vista del armado del acero de refuerzo. A la derecha medida del diámetro de los puntales.



Fotografía 76: Vista de la medida de la altura de las unidades de albañilería.



Fotografía 77: Vista general del encofrado.



Fotografía 78: Vista de la colocación del concreto.

VIVIENDA 15



Fotografía 79: Fachada de la vivienda número 15.



Fotografía 80 y Fotografía 81: A la izquierda colocación del acero de refuerzo. A la derecha se aprecia el sistema de transporte del concreto.



Fotografía 82: Vista horizontal del sistema de abastecimiento y mezclado de los materiales.



Fotografía 83: Se muestra el transporte del concreto mediante rampas.



Fotografía 84: Vista de la colocación del concreto.

VIVIENDA 16



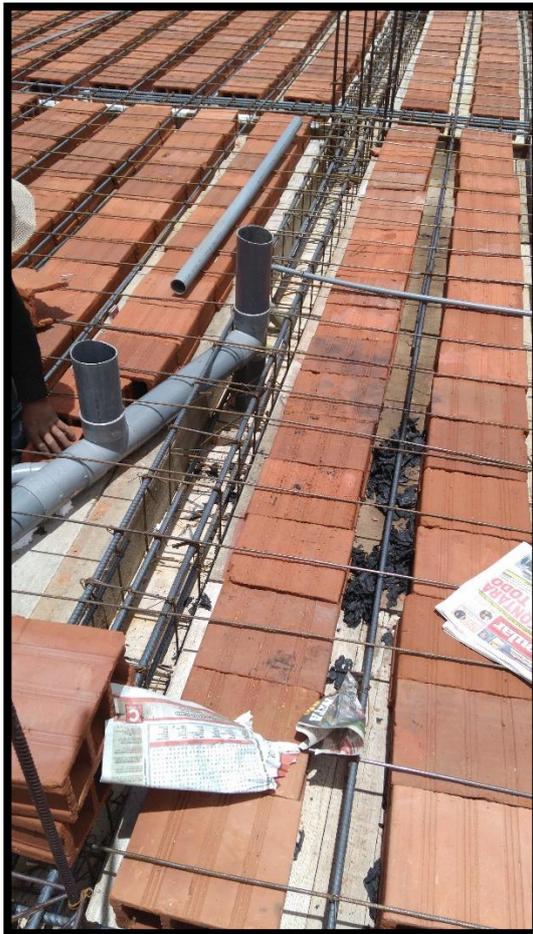
Fotografía 85: Vista de la fachada de la vivienda número 16.



Fotografía 86: Vista de la losa preparada para la colocación del concreto.



Fotografía 87: Se muestra el proceso de descargado del hormigón como material de agregado.



Fotografía 88 y Fotografía 89: A la izquierda colocación del sistema sanitario, se aprecia tubería en medio de vigas principales. A la derecha se muestra concreto mal dosificado notándose visualmente.



Fotografía 90: Vista casi terminada de la colocación del concreto.

VIVIENDA 17



Fotografía 91: Vista de la fachada de la vivienda número 17, antes de la colocación de los frisos.



Fotografía 92: Vista de las unidades de albañilería colocados para su posterior colocación del acero de temperatura.



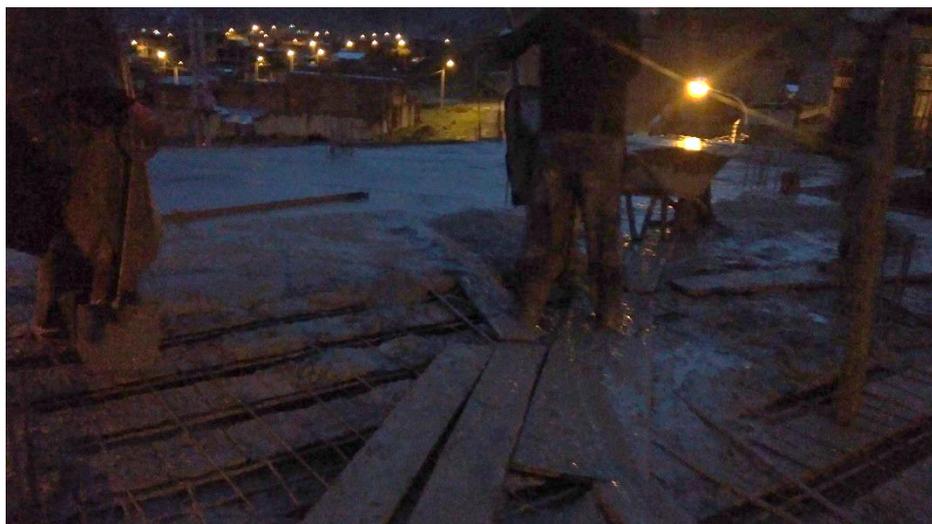
Fotografía 93: Vista terminada de la colocación del acero de temperatura.



Fotografía 94: Se muestra protección de las bolsas de cemento por presencia de lluvias.



Fotografía 95: Se muestra trabajos de mezclado de los materiales en horas nocturnas.



Fotografía 96: Vista de la colocación del concreto en horas nocturnas.

VIVIENDA 18



Fotografía 97: Fachada de la vivienda número 18 en tercera planta.



Fotografía 98: Vista superior de la losa aligerada antes con preparación antes de la colocación del concreto.



Fotografía 99: Se muestra la ubicación de los puntales con mala distribución en su ubicación.



Fotografía 100 y Fotografía 101: A la izquierda momentos iniciales de la colocación del concreto. A la izquierda el concreto colocado con diferentes ubicaciones iniciales.



Fotografía 102: Se aprecia que el hormigón fue descargado en superficie saturado por presencia de lluvias.

VIVIENDA 19



Fotografía 103: Toma frontal de la vivienda número 19.



Fotografía 104: Vista terminada de la colocación de las unidades de albañilería y acero en viguetas.



Fotografía 105: Vista de trabajos de hermeticidad del encofrado.



Fotografía 106: Vista del agregado, maquinaria de mezclado y bolsas de cemento.



Fotografía 107 y Fotografía 108: A la izquierda procedimiento de transporte del concreto. A la derecha presencia de lluvia en la colocación del concreto.

VIVIENDA 20



Fotografía 109: Vista de la fachada de la vivienda número 20.



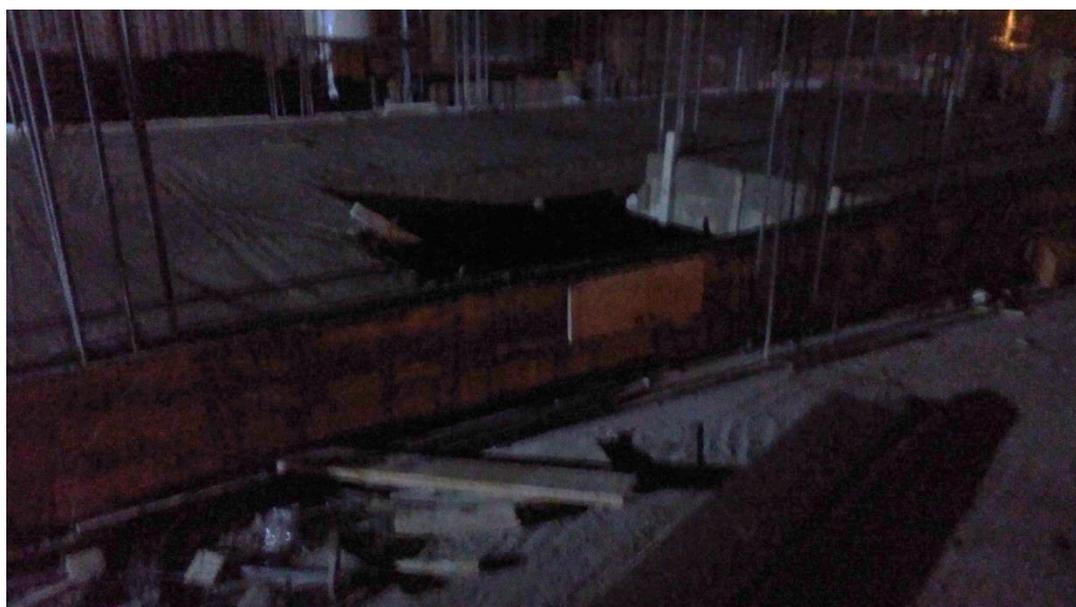
Fotografía 110: Vista del desperdicio del concreto en colocación del mismo.



Fotografía 111: Sistema de abastecimiento y mezclado de los materiales para producción de concreto.



Fotografía 112 y Fotografía 113: A la izquierda procedimientos de colocación del concreto. A la derecha se aprecia trabajos de colocación del concreto en horario nocturno.



Fotografía 114: Se muestra el trabajo terminado de colocación del concreto en horario nocturno.

PANEL FOTOGRAFICO DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRO

Fotografía 115: Se muestra la preparación de la superficie donde se va realizar el ensayo con la piedra abrasiva



Fotografía 116: Se prepara la superficie con autorización del propietario de la vivienda.



Fotografía 117: Se prepara la superficie trazando un cuadro a 2 pulgadas de distancia para efectuar el golpe con el esclerómetro.



Fotografía 118: Se aprecia la operación del esclerómetro en la losa aligerada.



Fotografía 119: Se muestra preparación de la superficie en otra vivienda evaluada.



Fotografía 120: Se aprecia momento del proceso del ensayo del esclerómetro.



Fotografía 121: Se muestra el registro de los datos en la ficha correspondiente.



Fotografía 122: Se muestra en la fotografía los equipos y materiales utilizados para el ensayo.



Fotografía 123: Se aprecia los equipos y herramientas utilizados como son el esclerómetro, la piedra abrasiva, ficha de recolección de datos, regla, lápiz y equipo fotográfico.