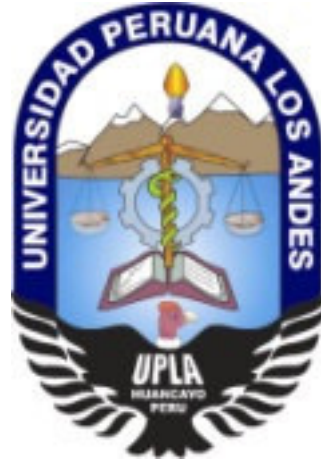


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSA ALIGERADA  
AFECTADA POR CORROSIÓN DEL ACERO EN VIVIENDA  
AUTOCONSTRUIDA, LIMA - 2019**

**Línea de Investigación institucional:**  
Transporte y Urbanismo

**Presentado por:**  
**Bach. PAULINO CARRILLO, EDBER**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2021**



**ASESOR**

**ING. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO**

**HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO**

---

Dr. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA  
Presidente

---

Mag. JESÚS IDEN CÁRDENAS CAPCHA  
Jurado revisor

---

Ing. NATALY LUCIA CÓRDOVA ZORRILLA  
Jurado revisor

---

Ing. ALCIDES LUIS FABIAN BRAÑEZ  
Jurado revisor

---

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA  
Secretario docente



### **Dedicatoria**

La presente tesis es dedicada al esfuerzo de mis padres Federico, Virginia Carrillo por darme una vida digna, apoyo permanente de motivación, mis hermanos Angélica, Zoraida, Manuel, Carmen y Camilo que fueron una fortaleza de tenerlos a la distancia, pero tan cerca a su vez. De igual manera a mi querida esposa Sonia, mis hijos Edber Adriano y Luciana Valentina que son mis refuerzos incansables que me tienen tan despierto como nunca antes. A todos mis familiares que también los tengo presente por su aprecio incondicional.

El autor

### **Agradecimiento**

A Dios todo poderoso, por haber cuidado a lo largo de mi vida, en salud, trabajo, metas y mis familiares.

A todos los ingenieros por transmitirme sus conocimientos para estar preparados frente a los proyectos que estarán a lo largo de mi vida profesional, a todos ellos mi aprecio.

También a la Universidad Peruana los Andes, la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por su labor en formar profesionales.

Muchas gracias.

Edber Paulino Carrillo

CONFORMIDAD DE JURADO .....	I
DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
INDICE .....	V
INDICE DE TABLAS .....	VII
INDICE DE FIGURAS .....	VIII
INDICE DE IMÁGENES .....	IX
INDICE DE ANEXOS .....	X
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
INTRODUCCION .....	XIII

## INDICE

CAPITULO I .....	14
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1.    Planeamiento del Problema.....	14
1.2.    Formulación y sistematización del Problema .....	17
1.2.1.    Problema General .....	17
1.2.2.    Problemas Específicos.....	17
1.3.    Justificación de la investigación.....	18
1.3.1.    Práctica.....	18
1.3.2.    Social .....	18
1.3.3.    Teórica.....	18
1.3.4.    Metodológica .....	19
1.4.    Delimitación del Problema.....	19
1.4.1.    Espacial.....	19
1.4.2.    Temporal .....	19
1.4.3.    Económica .....	19
1.5.    Limitaciones .....	20
1.6.    Objetivos .....	20
2.4.1.    Objetivo General .....	20
2.4.2.    Objetivos Específicos.....	20
CAPITULO II .....	21
MARCO TEORICO .....	21
2.1.    Antecedentes .....	21
Antecedentes nacionales .....	21
Antecedentes internacionales .....	24
2.2.    Marco conceptual .....	35
2.3.    Definición de términos.....	35
2.4.    Hipótesis.....	42
2.4.1.    Hipótesis General.....	42
2.4.2.    Hipótesis Específicas .....	42
2.4.3.    Operacionalización de Variables .....	42
2.4.3.1.    Definición conceptual de la variable.....	42
2.4.3.2.    Definición operacional de la variable.....	43

CAPITULO III .....	45
METODOLOGIA .....	45
3.1.    Método de investigación .....	45
3.2.    Tipo de investigación .....	45
3.3.    Nivel de investigación .....	45
3.4.    Diseño de la investigación.....	45
3.5.    Población y muestra.....	46
3.6.    Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	47
3.7.    Procesamiento de la información .....	47
3.8.    Técnicas y análisis de datos .....	48
CAPITULO IV .....	49
RESULTADOS .....	49
4.1.    Análisis e interpretación de tablas y gráficos de los resultados .....	49
4.2.    Análisis e interpretación de resultado de las Variables .....	65
4.3.    Contrastación de hipótesis .....	71
4.3.1    Hipótesis específicas .....	71
4.3.2.    Hipótesis general.....	78
4.4.    Análisis estructural para reforzamiento de viguetas de losa aligerada en una dirección ....	81
4.5.    Cálculo de la losa aligerada para el reforzamiento de losa en una dirección.....	94
CAPITULO V .....	110
DISCUSION DE RESULTADOS.....	110
CONCLUSIONES.....	111
RECOMENDACIONES.....	112
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	113
ANEXOS .....	117

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables .....	44
Tabla 2: Estadísticas de fiabilidad .....	48
Tabla 3: Resumen de procesamiento de casos .....	49
Tabla 4: Alfa de Cronbach.....	49
Tabla 5: Estima que el concreto utilizado es de resistencia baja .....	50
Tabla 6: Considera que debería ser supervisado la preparación del concreto.....	51
Tabla 7: Cree que se debería reforzar la losa aligerada para soportar mayores cargas.....	52
Tabla 8: Usted cree que las vigas de la losa aligerada podrían fallar o colapsar .....	53
Tabla 9: Cree que el acero de refuerzo de la losa debe resistir ante un evento sísmico.....	54
Tabla 10: Considera que los ambientes deben ser grandes y espaciosos como salas y cocheras .....	55
Tabla 11: Para usted el diámetro del acero debe ser siempre mayor por seguridad .....	56
Tabla 12: Considera que la zona donde vive es un clima de mucha llovizna .....	57
Tabla 13: Cree usted que las condiciones ambientales de invierno alteran el óxido .....	58
Tabla 14: Cree que las grietas se deben a las condiciones ambientales del lugar.....	59
Tabla 15: Usted ha constatado fisuras en la losa aligerada.....	60
Tabla 16: Considera usted que la fisuras son daños irreparables para el techo de su casa .....	61
Tabla 17: Considera importante el recubrimiento del acero al momento de construir .....	62
Tabla 18: Cree usted que la porosidad del concreto es causante de la corrosión.....	63
Tabla 19: Considera que el acero expuesto en los techos debe protegerse .....	64
Tabla 20: Considera costoso contratar un ingeniero civil para la supervisión.....	65
Tabla 21: Tabla cruzada Condición ambiental*corrosión del acero .....	71
Tabla 22: Pruebas de chi-cuadrado .....	72
Tabla 23: Tabla cruzada Grieta*Corrosión del Acero .....	73
Tabla 24: Pruebas de chi-cuadrado .....	74
Tabla 25: Tabla cruzada Corrosión*Corrosión del Acero .....	76
Tabla 26: Pruebas de chi-cuadrado .....	76
Tabla 27: Tabla cruzada Losa aligerada*Corrosión del Acero.....	78
Tabla 28: Tabla cruzada Losa aligerada*Corrosión del Acero.....	79
Tabla 29: Propiedades de las barras corrugadas (eota).....	104
Tabla 30: Longitud mínima y máxima de anclaje para C20/25.(eota).....	105
Tabla 31: Resistencia de hormigón según eurocódigo 2.....	106

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: El concreto utilizado es de resistencia baja .....	50
Figura 2: Debería ser supervisado la preparación del concreto .....	51
Figura 3: Debería reforzar la losa aligerada para soportar mayores cargas .....	52
Figura 4: las vigas de la losa aligerada podrían fallar o colapsar.....	53
Figura 5 : Cree que el acero de refuerzo de la losa debe resistir ante un evento sísmico .....	54
Figura 6: Considera que los ambientes deben ser grandes y espaciosos como salas y cocheras .....	55
Figura 7: Considera que la zona donde vive es un clima de mucha llovizna.....	57
Figura 8 Cree usted que las condiciones ambientales de invierno alteran el óxido: .....	58
Figura 9: Cree que las grietas se deben a las condiciones ambientales del lugar.....	59
Figura 10: Usted ha constatado fisuras en la losa aligerada.....	60
Figura 11: Considera usted que la fisuras son daños irreparables para el techo de su casa .....	61
Figura 12: Considera importante el recubrimiento del acero al momento de construir.....	62
Figura 13: Cree usted que la porosidad del concreto es causante de la corrosión .....	63
Figura 14: Considera que el acero expuesto en los techos debe protegerse.....	64
Figura 15: Considera costoso contratar un ingeniero civil para la supervisión .....	65
Figura 16: Eficiencia del concreto .....	66
Figura 17: Eficiencia del refuerzo horizontal .....	67
Figura 18: Condición ambiental.....	68
Figura 19: Grietas .....	69
Figura 20: Corrosión.....	70
Figura 21: Correlación entre condición ambiental y corrosión del acero .....	73
Figura 22: Correlación entre Grieta y corrosión del acero.....	75
Figura 23: Correlación de corrosión del acero de refuerzo.....	77
Figura 24: Correlación entre refuerzo estructural y corrosión del acero.....	80
Figura 25: Representación de viguetas dañadas en porcentajes por ambiente.....	91
Figura 27: Corte de acero.....	102
Figura 28: Diseño de losa ACI 318-19 .....	103
Figura 29: Detalle para anclaje químico .....	108

## INDICE DE IMAGENES

Imagen 1: Fisura en losa aligerada.....	16
Imagen 2: daño puntual en losa aligerada.....	17
Imagen 3: Resistencia a la tracción del acero corrugado .....	28
Imagen 4: Sección de viga T.....	29
Imagen 5: Composición química de acero corrugado.....	31
Imagen 6: Intensidad de corrosión vs variación de humedad .....	33
Imagen 7: Losa maciza .....	40
Imagen 8: Losa nervada .....	41
Imagen 9: Losa Aligerada.....	41
Imagen 10: Consecuencia de la corrosión.....	43
Imagen 11: Para usted el diámetro del acero debe ser siempre mayor por seguridad.....	56
Imagen 12: ampliación de grietas .....	86
Imagen 13: Vigüeta dañada (zona Baño).....	86
Imagen 14: Zona de cocina se aprecia la afectación al borde de la vigüeta del techo .....	88
Imagen 15: Desprendimiento del ladrillo de techo. ....	88
Imagen 16: Se aprecia el desprendimiento del ladrillo de techo respecto a la vigüeta de techo.....	89
Imagen 17: Ancho de fisuras razonables .....	89
Imagen 18: Ancho de fisura en techo existente.....	90
Imagen 19: Fractura del concreto por aumento de volumen de la barra oxidada. ....	92
Imagen 20: Desprendimiento en vigüetas, ambiente Baño. ....	93
Imagen 21: Acumulación de agua de lluvia.....	93
Imagen 22: Coeficientes del ACI 318.....	95
Imagen 23: Diagrama momento nominal.....	96
Imagen 24: Anclaje final de losas.....	104
Imagen 25: Diseño general Regla de construcción para armaduras unidas .....	105
Imagen 26: Cargas sometidas al diseño de interacción; KN/m (Nd) para As1 y AS2.....	107
Imagen 27: Diámetro de anclaje, longitud de desarrollo y profundidad de taladro. ....	107
Imagen 28: Identificación de corrosión de acero en losa aligerada. ....	109



**INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1: Matriz de consistencia .....	117
Anexo 2: Tabla de distribución de chi cuadrado.....	118
Anexo 3: Vivienda caso de investigación; Dirección Cesar Vallejo 678.....	119
Anexo 4: Límites de influencia del Pueblo Joven (PJ) cesar vallejo .....	120
Anexo 5: Homologación Eurocodigo 2.....	121
Anexo 6: Concreto en el mercado local .....	122
Anexo 7: Concreto F'c 210 kg/cm <sup>2</sup> con cemento tipo V.....	123
Anexo 8: Diseño de Mezcla de concreto de UNICON .....	124
Anexo 9: Idealización de vigueta para reforzamiento de losa aligerada (sección de vigueta).....	125
Anexo 10: Anclaje del acero de vigueta a elemento existente (viga) .....	125
Anexo 11: Empotramiento de anclaje en viga existente .....	126
Anexo 12: Modelo sugerido de vigueta .....	126

## RESUMEN

La presente investigación resalta la problemática de la corrosión en viviendas autoconstruidas, el cual avanza en el tiempo y va destruyendo a los elementos de manera silenciosa, tomar medidas inmediatas se logrará conservar el estado y comportamiento de la estructura de manera eficiente.

La investigación emplea el método científico del tipo aplicada de nivel descriptivo, de diseño no experimental transversal. El planteamiento para determinar el reforzamiento estructural en viguetas de losa aligerada, se evalúa reemplazar en zonas puntualmente comprometidas. La propuesta aplica la normativa para el diseño en concreto armado del ACI 318-19, E-060, E-020 y technical report for post-installed rebar connections (EOTA TR 023), Eurocode 2: Design of concrete structures y ACI capítulo 17 sección D. La validez y confiabilidad del instrumento fueron realizadas según el método de consistencia de Alfa de Crombach con 0.835 de confiabilidad, el resultado de contrastación de hipótesis general obtuvo un coeficiente relación de chi cuadrado de 30.00 con (1) grado de libertad lo cual permite afirmar la hipótesis planteada.

Al concluir la investigación, los resultados del planteamiento del problema, los objetivos e hipótesis llegaron a conocer aspectos determinantes de dependencia de variables.

**Palabras claves:** Reforzamiento, corrosión, losa aligerada afectada, viviendas autoconstruidas.

### ABSTRACT

This research highlights the problem of corrosion in self-built homes, which progresses in time and silently destroys the elements, taking immediate measures will be able to preserve the state and behavior of the structure efficiently.

The research uses the scientific method of the applied type of descriptive level, of cross-sectional quasi-experimental design. The approach to determine the structural reinforcement in the joists of the lightened ones evaluates replacing in specifically compromised areas. The proposal applies the regulations for the design in reinforced concrete of ACI 318-19, E-060, E-020 and technical report for post-installed reinforcement connections (EOTA TR 023), Eurocode 2: Design of concrete structures and ACI chapter 17 section D. The validity and reliability of the instrument were performed according to the consistency method of Crombach's Alpha with 0.835 reliability, the result of general hypothesis testing obtained a chi-square ratio coefficient of 30.00 with (1) degree of freedom which allows to affirm the hypothesis raised.

At the conclusion of the research, the results of the problem statement, the objectives and hypotheses came to know determining aspects of the dependence of variables.

Key words: Reinforcement, corrosion, affected lightened slab, self-built houses.

## INTRODUCCION

La presente trabajo de investigación se realizó en el pueblo joven Cesar Vallejo (PJ), cuyo propósito fue conocer la percepción de como las losas aligeradas de las viviendas son afectadas severamente por las condiciones ambientales, donde se puede apreciar que las construcciones con más de 40 años están siendo afectadas.

En la actualidad este fenómeno llamado corrosión viene generando incertidumbre, entendiéndose que las construcciones se realizaron con los escasos recursos de sus propietarios, con el trabajo del día a día y la economía del país en su momento.

Se observa la losa aligerada con viguetas con rastros de óxido en el acero, determinan que tienen que tomar consideraciones necesarias en la toma de medidas preventivas a la desintegración del acero de refuerzo de la losa aligerada.

En el capítulo uno el planteamiento del problema justifica la importancia del interés de los propietarios de las viviendas.

En el capítulo dos se hace referencia a antecedentes de investigación de casos que aportan a la construcción de las bases teóricas.

En el capítulo tres se resalta la metodología que se emplea para la recolección de la información usando técnicas y procesamiento de datos.

En el capítulo cuatro los resultados de la problemática, donde las hipótesis planteadas son contrastadas para llegar a proponer alternativa que satisfacen los objetivos del problema para luego llegar a la discusión, conclusión y recomendación de la presente investigación.

Bach. Paulino Carrillo Edber

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planeamiento del Problema

La autoconstrucción se asocia a la agrupación de familias que no contaban con servicios básicos, los cuales llegan ocupar los terrenos eriazos, las faldas de los cerros y construir una vivienda como es el caso del pueblo joven cesar vallejo. Debido a la necesidad de poder tener una vivienda propia, como también los pocos recursos económicos que disponían en su momento los propietarios optaron por autoconstruir sus viviendas de manera informal haciendo uso de albañiles de la zona o también en faenas del día domingo como era de costumbre.

Lima alberga una población de 9 millones 320 mil habitantes, de las cuales en el distrito de Villa María del Triunfo hay una población de 474 mil habitantes (INEI, 2018).

El Pueblo joven cesar vallejo antes asentamiento humano se crearon por invasión de migrantes que se agruparon en grado de parentesco, región o identificarse como una persona que busca su futuro al realiza una migración, es por ello que en la presente investigación se plasma una alternativa de solución a los problemas que refleja al año 2019 referente al deterioro de las estructuras por corrosión del acero.

Aproximadamente han transcurridos 50 años de su creación del pueblo joven cesar Vallejo y las primeras viviendas autoconstruidas y sucesivas, se ven afectados por la precariedad en la construcción de sus respectivas losas aligeradas convencionales presentan deterioro al haber transcurrido años de haberse construido.

Como es de conocimiento popular la poca información y concientización de las familias al momento de construir sus viviendas las estadísticas indican que el 70% de las viviendas construidas en Lima y, por consiguiente, una proporción de un poco más alta en el resto del país son construidas sin pasar por ningún proceso formal (RPP Noticias, 2017).

Como consecuencia del incremento de grupos de familias como también migrantes, la finalidad de poder tener un terreno y las condiciones climatológicas del lugar obligan al poblador residente a construir sus viviendas, a esto hace referencia el presidente del Instituto de la Construcción y Desarrollo de CAPECO, Ricardo Arbulú, informa que entre el 45% y 50% del despacho de cemento al por menor en Lima Norte, Este y Sur se va a construcciones informales. "Las viviendas que más se verían afectadas en caso de sismo y que no están preparadas, por ende, son las informales, debido a que no han participado en su diseño profesionales, arquitectos, en el diseño de la vivienda, tampoco en la construcción y menos en la supervisión" (RPP Noticias, 2017).

Por otra parte, la revista de marketing de mercados indica que la autoconstrucción en la actividad de la economía peruana representa el 3.6% del producto bruto interno según estudio realizado por la consultora Arellano Marketing (Gestion, 2014).

Debido al porcentaje elevado de construcciones sin ningún tipo de supervisión según estudio realizado indica que el potencial es enorme y sugiere necesario conocer el comportamiento del autoconstructor (Gestión, 2014)

Como el distrito de villa maría del triunfo se encuentra en una zona de clima húmedos de la costa peruana, que durante el invierno de Lima, las construcciones son los más afectados por la intensa humedad durante el periodo de invierno y por consiguiente una construcción no adecuada afectaría considerablemente en el futuro un recargo de economía para el morador que a consecuencia de ello se vería obligado a reforzar la construcción a causa de una falta de supervisión o conocimiento del constructor. A partir de la falta de supervisión o conocimiento el concreto colocado en los elementos no protegen de manera adecuada produciéndose la oxigenación de los elementos embebidos por la porosidad, como también la falta de equipos para acomodar el concreto, los encofrados no permeables y el estado del acero en condiciones no favorables en algunos casos, a eso se suma las condiciones climatológicas del sector y más

aún el invierno que la persistencia de llovizna durante el día y noche generan charcos de agua en los techos esto a su vez rebalsan por acumulación durante la noche cuando sus habitantes descansan se suma el aire húmedo acompañado de neblina densa procedente del litoral costero.

El fenómeno corrosión afecta considerablemente al pasar cada año de manera silenciosa sin que el morador tome conciencia a los tremendos daños que va causando al punto de llegar a un estado crítico visible del desprendimiento en diferentes partes de la losa aligerada, es por ello que en la presente investigación se pretende explicar las causas de la corrosión enfocándose específicamente en condiciones ambientales, grietas, corrosión del acero y plantear alternativa de reforzamiento de losa aligerada en condiciones afectadas por la corrosión del acero.



*Imagen 1: Fisura en losa aligerada  
Fuente: Elaborado por el autor*



*Imagen 2: Daño puntual en losa aligerada  
Fuente: Elaborado por el autor*

## **1.2. Formulación y sistematización del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿De qué manera contribuye el reforzamiento estructural de losa aligerada afectada por corrosión del acero en vivienda autoconstruida, lima - 2019?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- a) ¿De qué manera la losa aligerada es afectada por corrosión bajo condiciones ambientales en vivienda autoconstruida, Lima – 2019?
- b) ¿Cómo la losa aligerada es afectada por corrosión del acero por presencia de grietas en vivienda autoconstruida, Lima - 2019?
- c) ¿De qué manera la losa aligerada es afectada por corrosión del acero en vivienda autoconstruida, Lima - 2019?



### **1.3. Justificación de la investigación**

Al haber casi transcurrido al menos 50 años de la invasión y que tiene como nombre a la actualidad pueblo joven Cesar Vallejo, a las primeras viviendas autoconstruidas se puede apreciar daños en la parte estructural, es decir la losa aligerada.

La motivación en conocer y contribuir a aclarar las causas de las construcciones; en la actualidad 2020 el elemento losa aligerada requiere de atención más específico para frenar el avance del deterioro en zonas puntuales.

#### **1.3.1. Práctica**

Como parte de la justificación práctica busca reemplazar parte puntual de la estructura dañada a causa de la corrosión del acero. La balanza indica reforzar la zona afectada antes que la consecuencia sea mayor e inevitable.

#### **1.3.2. Social**

Concientizar a la población de las consecuencias que causa la autoconstrucción, dichas consecuencias son transmitidas en el tiempo ya sea como perjuicios económicos, pérdidas irreparables y más aún vivir en un peligro en el transcurrir del tiempo.

#### **1.3.3. Teórica**

En el Perú han abordado temas recientes al respecto como el Capítulo Peruano del American Concrete Institute respecto al tema “Corrosión en estructuras de concreto” realizado el 24 de mayo del 2018 (ACI, 2018).

La normativa vigente aceptada internacionalmente por países desarrollados son: ACI 364.1R-94 Guía para evaluación de estructuras de concreto antes de su rehabilitación, ACI 437R-03 evaluación de la resistencia de estructuras de concreto, ACI 224.1R Causas, evaluación y reparación de grietas en estructuras de concreto, ACI 546R-04 Guía para la reparación de estructuras de concreto, si bien dichas recomendaciones no es posible aplicar directamente en nuestro país, sirven como referencia ante una intervención estructural

adecuada; por otra parte poder complementar con la Norma E-030 Diseño sismo resistente, Norma E-060 Concreto armado y (ACI, 2018).

#### **1.3.4. Metodológica**

La metodología que justifica los criterios de Losa aligerada y corrosión del acero de una losa aligerada convencional permitirá ahondar y poner en conocimiento los criterios con fines estructurales donde poder aplicar instrumentos de cuantificación de daños a la estructura existente. Con estas consideraciones la presente investigación se aplicará el método científico para dar pase a siguientes investigaciones.

### **1.4. Delimitación del Problema**

#### **1.4.1. Espacial**

En la presente se investigación se recopilará la situación de la losa aligerada convencional de una vivienda ubicado en la avenida Cesar vallejo N° 678 en el Pueblo Joven (PJ) Cesar Vallejo, Distrito de Villa María del Triunfo (VMT), año 2019.

#### **1.4.2. Temporal**

La necesidad en tener una propiedad, la persona recurre a la autoconstrucción de sus viviendas del cual la presente investigación se realizará en cualquier estación del año 2019 - 2020.

Universo: serán evaluadas viviendas construidas en el periodo de su creación del pueblo joven Cesar Vallejo.

#### **1.4.3. Económica**

Con la finalidad de anticipar y concientizar la participación activa del morador, se realizó en la vivienda ubicada la avenida cesar vallejo N° 678, esta investigación se limita por los costos de los ensayos que demandan para la obtención de resultados experimentales debido a

que se ajusta al presupuesto del investigador y se limitó plantear losa aligerada convencional como tema de investigación.

### **1.5. Limitaciones**

En la presente investigación estará limitado por temas económicos y aborda solo elemento de losa aligerada, por tratarse de construcciones de carácter autoconstruidos. Los elementos estructurales existentes se desconocen su construcción y para poder conocer a profundidad se requiere de muchos ensayos destructivos como no destructivos para llegar a la línea de conocer la eficiencia de la calidad de autoconstrucción, por ello la razón de analizar un solo elemento estructural.

### **1.6. Objetivos**

#### **2.4.1. Objetivo General**

Calcular el reforzamiento estructural de losa aligerada afectada por corrosión del acero en viviendas autoconstruidas, Lima – 2019.

#### **2.4.2. Objetivos Específicos**

- a) Evaluar la losa aligerada es afectada por corrosión bajo condiciones ambientales en vivienda autoconstruida, Lima – 2019.
- b) Explicar cómo la losa aligerada es afectada por corrosión del acero por presencia de grietas en vivienda autoconstruida, Lima - 2019.
- c) Explicar de qué manera la losa aligerada es afectada por corrosión del acero en vivienda autoconstruida, Lima - 2019.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### **2.1. Antecedentes**

El distrito de Villa María del Triunfo es uno de los 43 distritos de la provincia de Lima y departamento de Lima. Limita al norte con el distrito de La Molina, al este con el distrito de Pachacámac, al sur con el distrito de Lurín, al oeste con el distrito de San Juan de Miraflores y al sur-oeste con el distrito de Villa El Salvador, que antes se su creación dos grupos de invasores en la zona de tablada de Lurín y Villa poeta José Gálvez Barrenechea fueron que inquietaron a la migración de más pobladores de diferentes sectores de Lima Cercado; fueron tomando posesión las zonas áridas de propiedad de pastores que habían utilizado los recursos naturales de la zona desde 1919 y por el año 1949, ya estaba invadida por población migrante. En el año 1956 acuerdan cambiar el nombre de “la esperanza” por “El Triunfo” adquiriendo personería jurídica el 1 de octubre de 1956.

En aquel entonces presidente de la república Manuel A. Odría, los fundadores como muestra de gratitud optan por agregar el nombre de la esposa del presidente María Delgado de Odría por el apoyo a su creación del distrito es por ello que por ley 13796 del 28 de Diciembre de 1961 se creó el Distrito de Villa María del Triunfo, este distrito presenta una superficie de 70.57 Km<sup>2</sup>, donde se encuentran comprendidas siete zonas: José Carlos Mariátegui, El Cercado de Villa María, Inca Pachacútec, Nueva Esperanza, Tablada de Lurín, José Gálvez y Nuevo Milenio. Todo ello nace a razón de una necesidad de poder donde vivir como es el caso del aquel entonces pueblo joven Cesar vallejo donde su población construyo con los medios que encontró en su momento.

#### **Antecedentes nacionales**

(Choque, 2005), En su tesis titulada “Efectos del fenómeno de corrosión en las estructuras de concreto armado” para optar título de ingeniero, civil Universidad Nacional de Ingeniería

2005, en elementos de concreto respecto a la evaluación de la velocidad de corrosión indicó lo siguiente:

El método utilizado tradicionalmente y que se viene empleando hasta la fecha, es el de medida de la pérdida de peso. La mencionada pérdida de peso, este método consiste en determinar la pérdida de peso del material expuesto que ha experimentado el metal o aleación en contacto con el ambiente del vehículo corrosivo. Las unidades más frecuentemente (SI) utilizadas para expresar esa pérdida de peso son: miligramos decímetro cuadrado día, milímetros por año, pulgadas por año. (pág. 38).

Los factores del ambiente causante de la corrosión como, el suelo, el agua, el clima y atmosfera y los tipos de corrosión pueden ser uniforme, por picado, fisurante, por erosión e intergranular.

Pues para ello se entiende que el acero es la aleación de hierro y carbono, al pasar al proceso de refinación el producto tiene una mayor energía que el estado original y resulta ser un material termodinámicamente inestable, es por ello el acero al querer regresar a su estado inicial en forma de óxido. La razón de estar la varilla protegido por el recubrimiento que es concreto forma una barrera contra el accionar del agua y el oxígeno, de esta manera salvaguarda de la corrosión.

Para una adecuada calidad del concreto se debe tener en consideración la relación A/C usando el cemento adecuado para la zona, los agregados, la dosificación, aditivos, compactación del concreto, cangrejeras entre otros alcances.

(Chuquija, 2017) En su tesis titulada “Evaluación de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao 2017” para optar el título de ingeniero civil universidad cesar vallejo hallo lo siguiente:

- La corrosión por carbonatación si influye en estructuras de concreto armado, según el informe de laboratorio determino zona carbonatada con pH de 6 nivel ácido y hace que el concreto forme capas de pasivación en la interface acero concreto.
- Existe ambiente marino la cual está asociada a las altas temperaturas del medio ambiente y son causantes de acelerar el proceso corrosivo.
- La corrosión del acero embebido en el concreto armado. Se da en el acero la pérdida de sección del diámetro original y disminución de su capacidad mecánica, sobre el concreto se observó manchas, grietas, desprendimientos y deslaminaciones en consecuencia, la corrosión del acero de refuerzo debilita las estructuras así mismo disminuye la vida útil de la estructura.

Consecuente la costa peruana con su ambiente agresivo en los meses de invierno pasan de humedad toda estructura expuesta y más aún si estas estructuras de concreto presentan algún debilitamiento a causa de la corrosión, estas características aceleran el proceso llegando a dañar tanto el acero de refuerzo como el concreto, este ambiente ácido causante de la pasivación de la corrosión, en el largo plazo se convierte en un problema de gravedad y perjudicial para la vida útil del elemento construido.

(Cerna, 2010) En su investigación titulada “vida útil en estructuras de concreto armado desde el punto de vista de comportamiento del material”, investigación 2010 universidad privada Antenor Orrego – Trujillo halló lo siguiente:

La referencia de un concreto se denomina durable cuando mantienen su composición en el tiempo, su calidad y sus propiedades de servicio al estar expuesto a su medio ambiente. Usando un cemento adecuado y una mezcla adecuadamente dosificada se obtendrá un concreto resistente a los sulfatos del suelo, a las aguas freáticas o del mar, Los daños de la corrosión de la armadura consisten en la desintegración por oxidación del acero por el medio que lo rodea.

La corrosión se inicia por la desintegración, producto de formación de una celda electroquímica.

- Un Ánodo, es un indicador para el proceso de la oxidación en el acero.
- Un Cátodo, donde ocurre la reducción
- Un Conductor Metálico donde la corriente eléctrica realiza el flujo de electrones
- Un Electrolito, para el caso del concreto donde la corriente eléctrica es generada por el flujo de iones en un medio acuoso. (pág. 23)

Cuando se reúne las condiciones requeridas para realizar un concreto, las garantías deben de establecer que los elementos estructurales son construcciones de largo periodo de duración en contacto con sustrato o medio que lo rodea por la forma de la exposición de la estructura. Los ataques provenientes del suelo son capaces de destruir elementos compactos como rocas, concretos, polietilenos entre otros que se usan en las cimentaciones haciendo que se cree corriente a través de conductores metálicos para luego ocurrir el llamado oxido.

### **Antecedentes internacionales**

(Guanoliquín & Elton, 2018) En su tesis titulada “Estudio experimental de la influencia de la oxidación en la capacidad de adherencia de las varillas corrugadas utilizadas como acero de refuerzo en el hormigón, mediante el ensayo Pull Out” para optar título de ingeniero civil mención en estructuras, escuela politécnica - Quito. La investigación llego a la conclusión:

- La adherencia sobre la superficie oxidada disminuye de tal forma que su capacidad de desprendimiento no satisface el ensayo.
- Las propiedades del acero ( $f_y$ ) y su resistencia a la rotura son factores que pueden alterar o variar la tensión de la adherencia.
- Al aplicar carga a tracción a la varilla corrugada, inicia un esfuerzo de adherencia entre el concreto y el acero, que puede aumentar o disminuir este

efecto depende únicamente del estado oxidación superficial presentado en las barras, y es independiente del deslizamiento de las varillas dentro del concreto. (págs. 117-118)

Cuando el acero de refuerzo se encuentre con presencia de óxido en el elemento, nos indica que a mayor presencia menor será la capacidad de adherencia. También a menor óxido con sección conservada del acero la capacidad de adherencia es mayor. Es así como se asocia a las autoconstrucciones ya que en el proceso constructivo van colocando aceros con cierto grado de óxido ya sea por almacenamiento en campo o el proveedor entrega el producto en condiciones no buenas.

Sumando a ello la preparación del concreto con deficiencia, la colocación no siempre es uniforme generándose vacíos que conllevan a la generación de porosidades en su estado endurecido es por donde la humedad ataca al acero de refuerzo.

(Hernandez & Guerra, 2015) Realizo la investigación “Influencia del micro-ambiente en el interior de una edificación sobre la corrosión del acero de refuerzo” revista CENIC ciencias químicas, Centro Nacional de Investigaciones Científicas La Habana, Cuba llego a la siguiente conclusión:

- El estudio comprobó que en el interior de una edificación en donde la humedad relativa se mantiene elevada por largos períodos de tiempo, es posible la creación de un micro-ambiente capaz de dar inicio al fenómeno de la corrosión de los aceros de refuerzo, y propiciar la pérdida de funcionalidad y estabilidad estructural de sus elementos constructivos.
- Las manchas de eflorescencias presentes en las vigas secundarias del tercer nivel evidenciaron la presencia de un exceso de agua en los poros del hormigón. Esto conllevó a la lixiviación de los hidratos cálcicos, los cuales afloraron en las caras exteriores de las vigas en forma de carbonatos.



- El estudio del perfil de humedad realizado con termo higrómetro, probó ser una herramienta eficaz en el análisis de las causas de la corrosión. Su medición a partir de la superficie hasta un entorno cercano a los refuerzos, respondió consecuentemente a los daños por corrosión encontrados en el tercer y cuarto nivel de la edificación.
- Los ensayos comparativos de resistividad, demostraron la influencia directa del contenido de humedad de los materiales pétreos sobre la durabilidad de las edificaciones de hormigón armado. (pág. 54)

El lugar donde se construya va depender de las condiciones ambientales y materiales, debido a que los factores actuantes como el material llegan por lo general contaminado como el agregado grueso, el agregado fino que dichos materiales en el tiempo su comportamiento se verá reflejado en la superficie en forma de eflorescencia en el tiempo, es decir el acero interactúa con el medio ambiente, es por ello que en el proceso constructivo se requiere de un control adecuado para frenar la oxidación en el elemento estructural. Cuando esto sucede los elementos estructurales están en un rango de riesgo que se tiene que tomar en consideración las patologías que presente en la parte externa y de manera visible para poder tomar control de las etapas del deterioro del elemento, esto obedecerá a través de un conductor o agente como la humedad que responda cuando en la superficie se aprecie la poca resistividad del elemento.

(Bermúdez, 2007) En su investigación de tesis doctoral “Corrosión de las armaduras del hormigón armado en ambiente marino: Zona de carrera de mareas y zona sumergida” para optar grado de doctor en la universidad politécnica de Madrid, España, en conclusiones del estudio bibliográfico en zonas de ambiente marino y los clasificando en zona aérea, zona de mareas y zona sumergida, concluye:

Los mecanismos de transporte de cloruros en el hormigón como la permeabilidad y absorción son mecanismos de transporte rápido, mientras que el mecanismo de difusión es mucho más lento y todo ello obedece a las condiciones que se encuentre expuesto la estructura; en cuanto a la velocidad de penetración de cloruros indica que la difusión de cloruros disminuye cuando el tiempo de curado de la estructura es mayor, la compactación del hormigón, el contenido de cemento optimo, la relación agua/cemento y empleabilidad de aditivos para mejorar la calidad. Para el riesgo de corrosión depende del inicio del periodo en cuanto al tiempo que tardara los cloruros al alcanzar el nivel de armadura y propagación, dicha propagación depende de la disponibilidad del oxígeno en el interior del hormigón. (págs. 205-218).

Por otra parte, la cantidad de poros en el hormigón tiene un exceso de energía debido a la falta de enlaces con las moléculas cercanas por lo que tienen que absorber moléculas de vapor de agua formando sobre la pared una película es por ello que el contenido de humedad del hormigón es proporcional a la humedad del aire que lo rodea (pág. 38)

### **Teorías relacionadas al tema**

#### **Reforzamiento estructural**

Procesos que se realiza en edificaciones existentes que requiere intervención estructural a causa de cambio de uso, por acondicionamiento de necesidades u acciones a causa del sismo. Entre los procedimientos mínimos requeridos se plantea de información preliminar de la estructura, evaluación de la estructura identificada, intervención del sistema estructural.

#### **Eficiencia del concreto**

Según (Revistas académicas de la univerversidad deChile, 1908), el concreto debe resistir las condiciones externas, inclusive severas para poder conservar la armadura del concreto armado.

#### **Resistencia a la compresión**

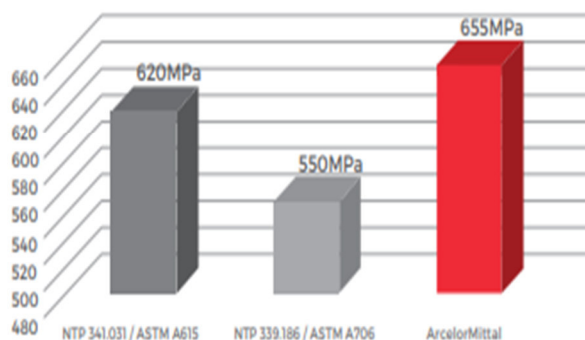
(Zarza, Vargas, Acevedo, Torres, & Herazo, 2018) La teoría de la elasticidad que describe que las deformaciones son proporcional al esfuerzo, del cual se debe hacer un riguroso proceso que exige la norma para la selección de los materiales del cual se tendrá resultado del concreto de alta resistencia; Basándose en las condiciones que presenta el concreto ante agentes atmosféricos y composición química del material, la falta de procedimiento y manejo de este en ensayo en función de las normas vigentes, provoca debilidad y credibilidad absoluta del ensayo, mostrando de esta manera resultados no esperados si no se le hace el respectivo control de calidad.

### Resistencia a tracción

(Harmen, 2005) El concreto a tracción es mucho menor que su resistencia a compresión en un 8% a 15%, para realizar la resistencia a la tracción se ha diseñado métodos indirectos como el Split-test que consiste cargar lateralmente a un cilindro estándar a lo largo de uno de sus diámetros hasta que se rompa y el segundo método consiste en evaluar la resistencia a la tracción en una viga de sección cuadrada. (págs. 25-27) Por tanto, para el proceso de construcción se debe de acompañar de acero como refuerzo para la carga en flexión.

Cuando los valores sean mayores que los mínimos permitidos por la norma NTP 341.031 garantizan la resistencia.

#### RESISTENCIA A LA TRACCIÓN



La NTP 341.031 / ASTM A615 grado 60 exige tener una resistencia mínima a la tracción de 620 Mega Pascales (MPa), y la NTP 339.186 / ASTM A706 grado 60 exige tener una resistencia mínima a la tracción de 550 Mega Pascales (Mpa).

Las barras corrugadas de ArcelorMittal tienen gran resistencia a la tracción, estamos por encima de los valores mínimos permitidos por ambas normas técnicas.

Imagen 3: Resistencia a la tracción del acero corrugado  
Fuente: Inkaferro – soluciones en acero

## Sección de viga

Tienen la capacidad de soportar cargas de servicio (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2009) Para que una sección de concreto armado pueda considerarse como viga T, las alas y el alma deberán construirse monolíticamente o, de lo contrario, deben estar efectivamente unidas entre sí, el cual se denomina como:

$A_c$  = área de la sección de concreto que resiste la transferencia de cortante.

$A_{ch}$  = área de la sección transversal de un elemento estructural, medida entre los bordes exteriores del refuerzo transversal.

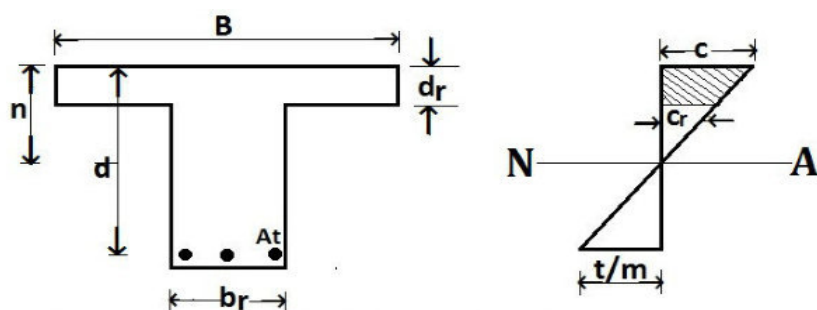


Diagrama de distribución de tensiones y partes de una viga en T

B = Espada efectiva del ala,  
 br = ancho del alma,  
 dr = espesor del ala  
 d = profundidad efectiva de la viga T,  
 D = Profundidad total de la viga T,  
 At = Acero inferior de refuerzo,  
 B = Ancho total del ala.

*Imagen 4: Sección de viga T*  
*Fuente: Book civil*

### **Eficiencia del acero de refuerzo**

Según (Del Rio, 2008), a la operación de incrementar la capacidad resistente de la estructura por encima de los niveles para los que fue originalmente diseñada y ejecutada, implica generalmente una alteración de la distribución de rigideces.

### **Resistencia a flexión**

(Del Rio, 2008) Se realiza incrementado su capacidad flectora frente al momento positivo por el cual se traduce en un esfuerzo global a flexión en base a criterios de retribución plástica.

### **Mayor luz**

(Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2009), La luz de los elementos que no estén contruidos monolíticamente con sus apoyos deberá considerarse como la luz libre más el peralte del elemento, sin exceder la distancia entre los centros de los apoyos.

$\ell$  = luz de la viga o losa en una dirección; proyección libre del voladizo

$\ell_n$  = luz libre medida entre caras de los apoyos

En losas aligeradas continuas conformadas por viguetas de 10 cm. de ancho, bloques de ladrillo de 30 cm. de ancho y losa superior de 5 cm., con sobrecargas menores a 300 Kg/cm<sup>2</sup> y luces menores de 7.5 m., el peralte debe cumplir:  $h \geq L / 25$ . (UDEP, 2016)

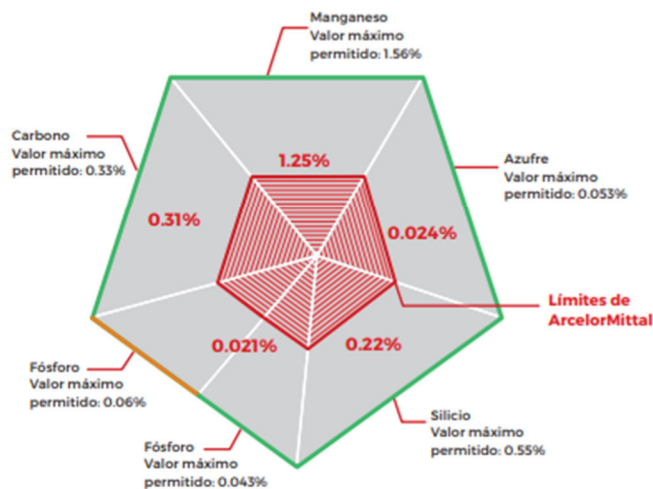
### **Sección de acero**

(Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2009), Las barras de acero al carbono con resaltes para concreto armado deben resistir a la fluencia que corresponde a la determinada por las pruebas de barras de sección transversal completa según especificación NTP 341.031.

$A_g$  = área bruta de la sección, mm<sup>2</sup>

La sección del acero debe cumplir la siguiente composición para garantizar la fluencia, así como indica.

## COMPOSICIÓN QUÍMICA



### DATOS:

NTP: Norma Técnica Peruana  
 ASTM: American Society of Testing Materials  
 (Asociación Americana de Ensayo de Materiales).

■ NTP 341.031 / ASTM A615, grado 60  
 Elemento químico y su valor máximo permitido según norma técnica.

■ NTP 339.186 / ASTM A706, grado 60  
 Elementos químicos y su valor máximo permitido según norma técnica.

La NTP 341.031 (equivalente a la ASTM A615 grado 60) no limita la composición química de los aceros, únicamente establece el límite máximo permitido de fósforo (P).

En cambio, la NTP 339.186 (equivalente a la ASTM A706 grado 60) sí limita la composición química. Restringe el porcentaje de carbono, indica sea menor que 0.33%. Las barras corrugadas de ArcelorMittal cumplen ambas normas a la vez, ¡estamos dentro de los valores máximos permitidos!

Imagen 5: Composición química de acero corrugado

Fuente: Inkaferro

## Condición ambiental

Según el diagnóstico aplicado a más de 100 edificaciones de alto valor patrimonial de la Habana (Chávez & Álvarez, 2005) están afectados por distintas humedades que son originadas por precipitaciones que se infiltra en las cubiertas, fachadas y penetración a diferentes elementos según donde se encuentren, recomienda para su diagnóstico las siguientes consideraciones:

- Inspección técnica inicial
- Inspección visual levantamiento de deterioro
- Realización de ensayos rápidos o generales
- Recopilación de antecedentes
- Confección de fichas y planos
- Prediagnóstico o establecimiento de las hipótesis de fallo
- Selección de ensayos especiales
- Diagnóstico
- Terapia

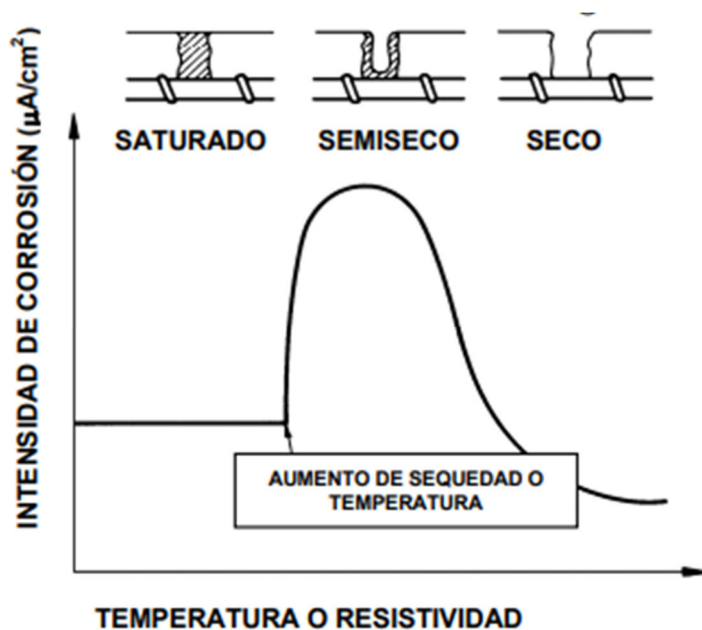
- Pronóstico
- Ejecución
- Evaluación
- Propuesta de mantenimiento
- Registro de caso

### **Temperatura**

Se compone de dos procesos opuestos de acelerar o retardar la reacción, cuando la temperatura sube la corrosión se acelera, es por ello que los ambientes tropicales son más agresivos que los climas fríos.

### **Humedad**

Está dado por el parámetro de la cantidad de humedad en el concreto el cual determina el grado de corrosión, que es dependiente de la humedad medioambiental por tanto la cantidad de humedad en el concreto armado influirá en la resistividad eléctrica y la disponibilidad de oxígeno en el acero. (Instituto Valenciano de la Edificación, 2005), es decir cuando los poros están saturados de agua la corrosión no avanza mientras si ocurre lo contrario la armadura comienza a corroerse.



*Imagen 6: Intensidad de corrosión vs variación de humedad  
Fuente: Instituto Valenciano de la Edificación, 2005*

### **Grietas longitudinales**

Producidas por el proceso de corrosión de la armadura, el cual al generar tensiones radiales alrededor de la barra produce la fisuración longitudinal a lo largo de la localización de la armadura, dichas fisuras aumentan la capacidad de penetración de agentes químicos externos.

### **Grieta transversal**

Producidas por la corrosión de los estribos por falta de recubrimiento o rápida carbonatación del acero; se puede apreciar manchas de óxido en la localización del estribo.

### **Grieta mixta**

Cuando la suma de las grietas longitudinales y transversales a su vez resaltan desprendimiento o manchas de óxido.



### **Corrosión del acero**

Es destrucción de la capa pasivadora que se forma naturalmente sobre el acero embebido dentro del concreto. La alcalinidad del concreto reacciona con sustancias ácidas o la presencia de una cantidad suficiente de cloruros. (360 en concreto, 2014)

### **Carbonatación**

Una clara disminución del PH en la pasta de concreto, que como consecuencia genera una disminución a la pasta protectora del acero de refuerzo. El principal promotor de la corrosión es el CO<sub>2</sub> que su presencia en el ambiente de concentraciones de emisión de gases, la temperatura ambiente, la humedad relativa y la permeabilidad del concreto. (Choque, 2005)

### **Permeabilidad**

Es permeable la superficie si deja pasar a través de él una cantidad de fluido en un tiempo dado el cual debe tener interconexión para poder pasar y dicha velocidad depende de la porosidad del material, la densidad del fluido afectada por su temperatura y la presión a que está sometido el fluido.

### **Anclaje químico**

Varilla corrugada fijada en un orificio de diámetro mayor a la varilla en concreto fisurado o no fisurado.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.3. Definición de términos**

#### **Autoconstrucción de vivienda**

(Pradilla Cobos, 1987, pág. 300) La construcción de vivienda obtenida la posición del terreno, se inicia el proceso de autoconstrucción de la vivienda. Las condiciones del proceso del trabajo son las siguientes:

- El objeto previo: el autoconstructor limpia, nivela el terreno y recurre a los medios que este en su alcance como materiales de segunda mano o materiales que ya perdieron su valor generando inestabilidad, insalubridad, insatisfacción de las necesidades.
- Los medios de trabajo: los medios de trabajo son limitados y rudimentarios dichas herramientas como también no están al alcance de uno o varios constructores de poder conseguir.
- El trabajo productivo: Es directa y casi exclusiva por el mismo ocupante y su familia, ocasionalmente con la ayuda de vecinos; es decir en la autoconstrucción el propietario usa su propio esfuerzo para hacer su construcción y no compra de otra fuerza de trabajo, sino muy ocasional o requieren para tareas especiales.
- El producto: En la construcción es limitado por la calidad, por otra parte, su valor de la construcción es elevado lo que indica una contradicción al producto.
- Intercambio de la vivienda autoconstruida: Genera capital invertido en el tiempo, se diferencia al momento de vender la construcción no posee valor agregado, es por ello que la inversión es elevada a comparación de las actuales construcciones con planificación.
- La ideología del constructor: de una forma objetiva y subjetiva la lucha de poder lograr y hacer suyo la propiedad en el proceso de autoconstrucción, se presenta varios factores

que traban el proceso como es el proceso de formalización y regularización ante los órganos competentes.

### **Construcción informal**

Se entiende como una amenaza para los habitantes, pues su edificación endeble la hace vulnerable a cualquier siniestro. (galvez monteagudo asociados, 2018)

### **Refuerzo estructural**

Está dirigido a incrementar la capacidad de carga y servicialidad de una estructura se realiza cuando existan nuevas solicitudes o errores en el diseño o defectuosa mano de obra durante el proceso constructivo. (Valdivia, 2012)

### **Despasivación en el área de fisuras**

Siguen un patrón transversal a la armadura, son mucho menos perjudiciales que aquellas que lo hacen de forma longitudinal, diferenciando que en las primeras visualizaciones la corrosión queda confinada en una pequeña área superficial, mientras que en las segundas siempre habrá desprendimiento del recubrimiento. (360 en concreto, 2014).

### **Penetración de cloruros**

Los cloruros procedentes del agua de mar y /o sales de deshielo pueden acentuar daños al acero de refuerzo aún si el pH del concreto, siendo este valor estar por encima de 9. (360 en concreto, 2014).

### **Dúctil**

Dicho de un metal, que admite grandes deformaciones mecánicas en frío sin llegar a romperse. (Real Academia Española, s.f.)

**Clima**

Conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región. (Real Academia Española, s.f.). Para el caso de estudio está ubicado en el distrito de Villa María del Triunfo en la costa de la ciudad de Lima.

**Calidad**

Adecuación de un producto o servicio a las características especificadas. (Real Academia Española, s.f.)

**Corrosión electroquímica**

Producida frecuentemente a consecuencias de fugas de sistemas eléctricos o por no haber dispuesto de un medio permanente para conectar los sistemas eléctricos a tierra. La corrosión de los metales embebidos también puede ser causada por una corriente eléctrica generada dentro del mismo concreto, debido a que se pueden provocar diferencias de potencial eléctrico en diversos puntos, provenientes por los distintos contenidos de humedad, acumulación de oxígeno, concentración de electrolitos o por contenido de metales diferentes. (360 en concreto, 2014)

**Materiales de construcción**

Relación de materiales, incorporación de aditivos y materias primas empleados en la construcción de edificaciones y obras civiles. Sus características y propiedades son determinantes en la definición de las cualidades físicas de la construcción, el procedimiento constructivo, empleo de equipos y mano de obra necesarios para su desarrollo (e-construir, 2019)

**Mano de obra**

Persona que presta su esfuerzo físico y mental que se pone al servicio del requerimiento para la fabricación de un bien. Por otro lado, se utiliza para nombrar al costo de este trabajo que se recompensa por el esfuerzo con dinero. (mindmeister, 2019)

### **Corrosión uniforme**

Consiste una pérdida generalizada de la capa pasivadora, a consecuencia de los fenómenos de carbonatación y/o la presencia excesiva de iones cloruro. También puede ser el resultado de la lixiviación de la pasta de cemento de un concreto, por la acción de aguas puras o ligeramente ácidas. (360 en concreto, 2014).

### **La corrosión localizada**

Se determina como actúa en determinada área superficial, esto puede deberse al acceso discontinuo de oxígeno; si hay iones cloruro en él, son los mismos que pueden acumularse en el intersticio que resulta entre el recubrimiento y el acero fomentando la corrosión localizada. (360 en concreto, 2014).

### **Economía de escala**

Abaratamiento de los costes unitarios de un producto, logrado al aumentar la cantidad total producida. (Real Academia Española, s.f.).

### **Corrosión por picaduras**

Se presenta en forma de picaduras estrechas y profundas como consecuencia de una zona anódica que se corroe. Es un tipo de corrosión localizada, en la que la capa pasivadora se destruye por alguna heterogeneidad, como diferencias de composición del metal, corrosión bajo esfuerzo o el ingreso de iones cloruro. (360 en concreto, 2014).

### **Procesos de control**

Para tener una óptima certeza de que el procedimiento a realizar se debe de seguir criterios que establezcan un adecuado acercamiento de control según (León & León, 2018, pág. 474), Medición del desempeño real: a partir de la observación técnica, reportes estadísticos se determina en el informe.

1. Comparación del desempeño real vs estándar: El resultado es la variación que se da entre ambos parámetros, del cual se tomara las variaciones aceptables.
2. Implementación de acciones gerenciales: consiste en revisar el estándar y tomar acciones que pueden ser:
  - Acción correctiva inmediata: esta busca solucionar los problemas de una sola vez para reencauzar el desempeño.
  - Acción correctiva básica: orientada a determinar cómo y por qué se dio la desviación del desempeño antes de corregir la causa de la misma.

### **Supervisión**

Ejercer un control adecuado en actividades realizadas en la construcción para garantizar que se cumplan los procedimientos (Florencia, 2012) “implica la acción de inspeccionar, controlar, ya sea un trabajo o un tipo de actividad y siempre es ejercida por parte de un profesional superior ampliamente capacitado para tal efecto”, ello garantiza que la persona a cargo ejerza el control ampliamente aplicando sus sólidos conocimientos y capacidad de mando que le permita liderar en la supervisión.

### **Vivienda progresiva**

En los asentamientos humanos la progresión es relativamente rápida de acuerdo a las necesidades (Giraldez Sáez, Calderón Garía, & Peña Roch, 2010) “se construye con materiales efímeros, no sólo por las limitaciones materiales, sino porque ha de transformarse a medida que aumenta la familia, cambian las condiciones económicas o se desarrolla el barrio” esto ocurre en los asentamientos humanos y a medida que pasa el tiempo de permanencia de vivencia van consolidándose la familia y a su vez la construcción avanza de manera progresiva adecuándose a sus necesidades.

### **Corrosión fisurante**

Este se produce cuando un metal está sometido simultáneamente a la acción de un medio corrosivo y a las tensiones mecánicas de tracción, se forman fisuras intergranulares propagándose hacia el interior del metal, hasta que las tensiones se relajan o el metal se fractura. (Choque, 2005).

### **Recubrimientos no metálicos**

Recubrimientos orgánicos de materiales plásticos que actúan sobre el material como esmaltes vitrificados resistentes a la intemperie, al calor y a los ácidos. (Choque, 2005).

### **Recubrimientos metálicos**

Es el proceso al lograrse recubrimientos metálicos mediante el electro deposición de metales como el níquel, cinc, cobre, cadmio, estaño, cromo, etcétera. (Choque, 2005).

### **Peso**

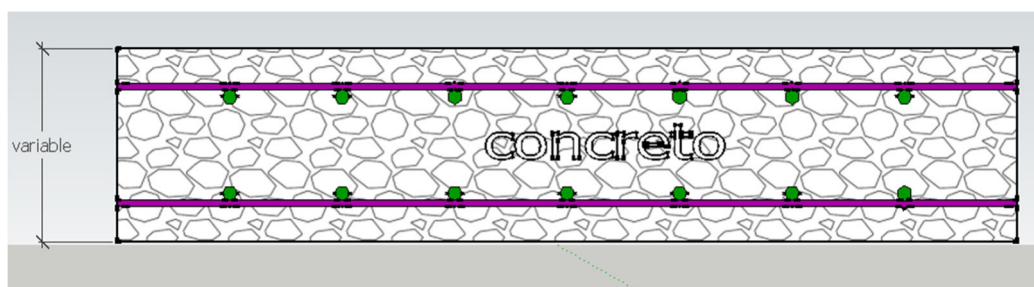
El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga (Ministerio de Vivienda, 2016)

### **Losa**

Elemento estructural que recibe cargas verticales por gravedad (viva y muerta), su comportamiento uniforme hacia los elementos verticales y trabaja a flexión.

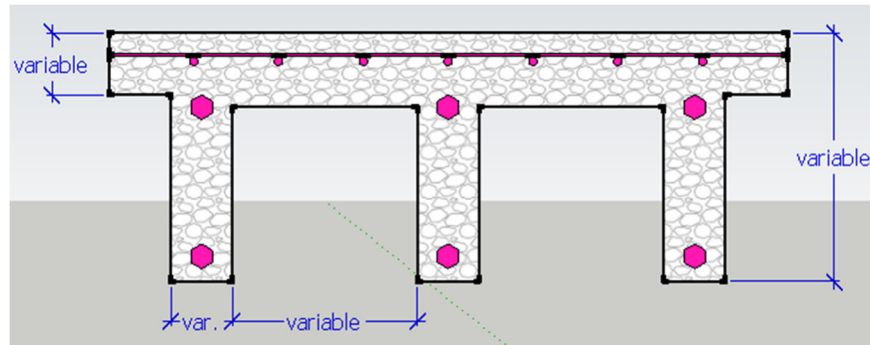
Se clasifican en:

Losa maciza: Es un elemento rígido de concreto armado utilizado para disminuir el espesor, con peso mayor, capacidad de soporte mayor.



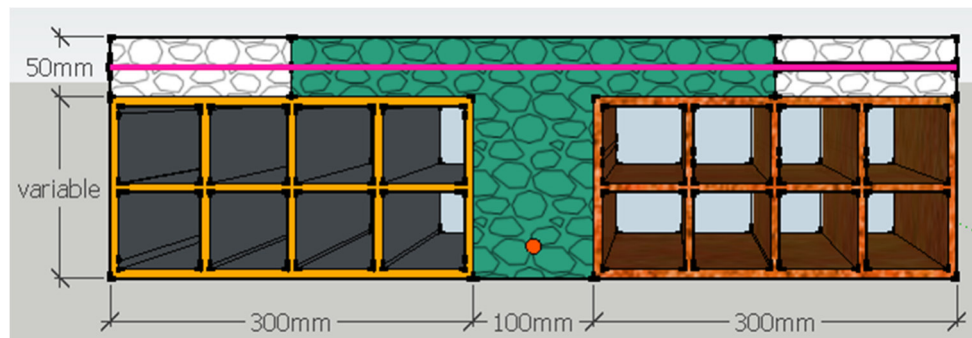
*Imagen 7: Losa maciza  
Fuente: Elaborado por el autor*

Losa Nervada: son pequeñas vigas que al cruzarse forman retículas que se unen a través de una capa de compresión en la parte superior.



*Imagen 8: Losa nervada*  
Fuente: Elaborado por el autor

Losa Aligerada: Están unidas por una losa superior de 5 cm de espesor, las viguetas son en una dirección, más livianas y económicas.



*Imagen 9: Losa Aligerada*  
Fuente: Elaborado por el autor



## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

El reforzamiento estructural de losa aligerada contribuye a mejorar las viguetas afectadas por corrosión del acero en vivienda autoconstruida, Lima – 2019.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

a) La condición ambiental influye en losa aligerada afectada por corrosión de acero en vivienda autoconstruida, Lima – 2019.

b) Las grietas afectan la losa aligerada por corrosión del acero en vivienda autoconstruida, Lima – 2019.

c) La corrosión afecta estructuralmente el acero en losa aligerada en vivienda autoconstruida, Lima – 2019.

### **2.4.3. Operacionalización de Variables**

#### **2.4.3.1. Definición conceptual de la variable**

La necesidad de un reforzamiento de una edificación se puede presentar en el estado de servicio o luego de un evento sísmico importante.

“En condiciones de servicio, se presenta esta necesidad cuando la estructura pierde parcialmente la capacidad de resistencia, estabilidad y/o rigidez antes cargas gravitacionales o laterales como viento; también se puede presentar en el caso en que se requiera una actualización sísmica normativa. Por otro lado, luego de la ocurrencia de un sismo importante, elementos estructurales del sistema estructural sufren cierto nivel de daño el cual compromete

su resistencia, estabilidad y/o rigidez tanto en servicio como para sismos incluso menores”.  
(Oviedo, 2018)

### 2.4.3.2. Definición operacional de la variable

#### Reforzamiento estructural

La resistencia del concreto a consecuencia que soporta cargas, conlleva al tipo de sección de viga que tenga que diseñar para resistir la tracción de una mayor luz libre en la losa y la sección del acero de refuerzo; siendo las cuales medidos a través de hoja de cálculo y normativa E-060.

#### Corrosión del acero

Se produce en una ubicación geográfica determinada que producto de la temperatura y presión se produce el fenómeno corrosión que causa grietas longitudinal, transversal y mixta debido a falta recubrimiento de concreto y permeabilidad de los mismos bajo condiciones atmosféricas; esta información será recolectado a través de fichas de datos en campo y observación.

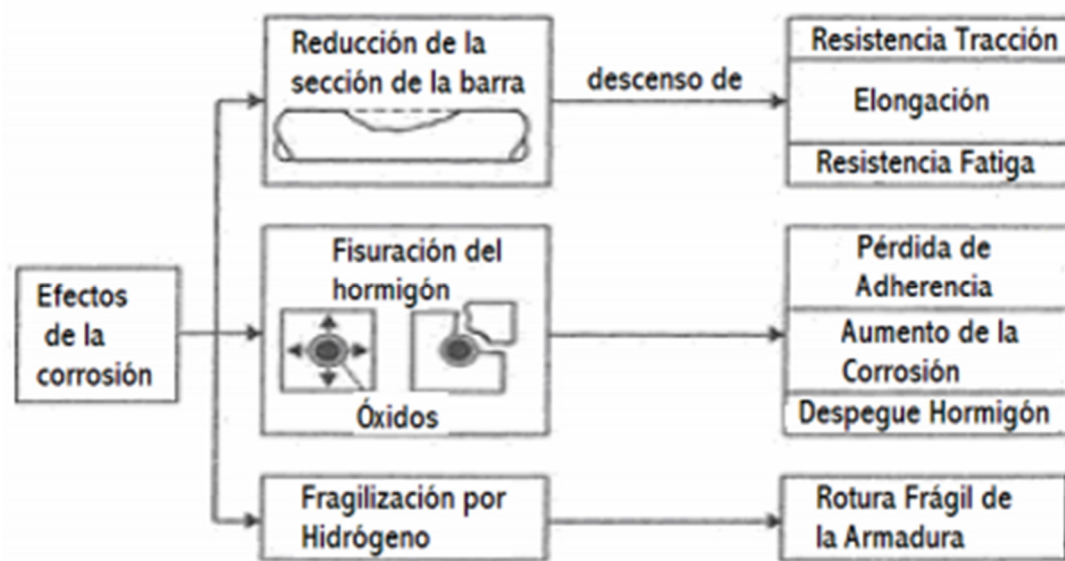


Imagen 10: Consecuencia de la corrosión  
Fuente: CEB 1992

Tabla 1: Operacionalización de variables

OPERACIONALIDAD DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
Losa aligerada (V1)	La resistencia a la compresión del concreto a consecuencia que soporta cargas, esto conlleva al tipo de sección de viga que tenga que diseñar para resistir la tracción de una mayor luz libre en la losa y la sección del acero de refuerzo; siendo las cuales medidos a través de hoja de cálculo.	X1: Eficiencia del concreto  X2: Eficiencia del refuerzo horizontal	X1.1: Resistencia a la compresión. X1.2: Existencia de cargas. X1.3: Sección de viga.  X2.1: Resistencia a tracción. X2.2: Mayor Luz en la losa. X2.3: Sección del Acero	Kg/cm <sup>2</sup>  Kg/cm <sup>2</sup> cm <sup>2</sup>  Kg/cm <sup>2</sup> m cm <sup>2</sup>	Proponer un Diseño para viguetas dañadas por corrosión del acero como alternativa de reforzamiento.
Corrosión del acero (V2)	Se produce en una ubicación geográfica determinada que producto de la temperatura y presión se produce el fenómeno corrosión que causa grietas longitudinal, transversal y mixta debido a falta recubrimiento de concreto y permeabilidad de los mismos bajo condiciones atmosféricas; esta información será recolectado a través de fichas de datos.	Y1: Condición ambiental  Y2: Grietas.  Y3: Corrosión	Y1.1.1: Ubicación geográfica Y1.1.2: Temperatura. Y1.1.3: Presión  Y1.2.1: Grietas longitudinal Y1.2.2: Grieta transversal Y1.2.3: Grieta mixta  Y2.1.1: Recubrimiento Y2.1.2: Permeabilidad Y2.1.3: Exposición atmosférica	UTM  °C SI  mm mm mm  cm SI	Fichas de recolección de datos de antecedentes mediante encuestas en viviendas afectadas.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Método de investigación**

Se hará referencia al método deductivo se contrasta con la realidad para aceptar o rechazar de lo general a lo particular. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, págs. 21-92)

#### **3.2. Tipo de investigación**

Para el caso en estudio se realizará el tipo de investigación aplicada por tratarse de resolver problemas de la hipótesis planteada. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

Tipo de investigación: aplicada

Tipo de datos analizados: investigación cuantitativa

Metodología para demostrar la hipótesis: Investigación no experimental (descriptiva – correlacional – explicativa – transversal)

#### **3.3. Nivel de investigación**

Se aplicó el nivel descriptivo correlacional saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas. Es decir, intentar predecir el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos o casos en una variable, a partir del valor que poseen en la o las variables relacionadas” (Hernández, Fernández, & Baptista, pág. 82)

#### **3.4. Diseño de la investigación**

Se trata de estudio no experimental transversal de acuerdo a la información recopilada “recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como tomar una fotografía de algo que sucede” (Hernández, Fernández, & Baptista, pág. 151)

### 3.5. Población y muestra

Para el caso de la población se realizó en el pueblo joven Cesar Vallejo del distrito de Villa María del triunfo, la población se tomó en consideración las construcciones que se encuentre en la avenida de dicho nombre en los años de su inicio.

La muestra selectiva será la vivienda ubicada en la avenida Cesar Vallejo N° 678 como parte del estudio de la presente investigación. El muestreo será probabilístico del tipo intencional de selección aleatoria simple.

Se usó la siguiente fórmula para tamaño de muestreo finito:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N-1) + (Z^2 * p * q)}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra.

Z= Nivel de confianza 95% (1.96).

N= Tamaño de población o universo (50 viviendas)

p= Probabilidad e error o proporción esperada (95%)

q= probabilidad de fracaso (0.50)

e= Error de estimación máximo aceptado (5%)

Del resultado de la formula se obtuvo que la muestra fue de n= 30 viviendas.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Observación**

Se verifico en campo las condiciones en que se encuentra tanto internamente como externamente como también los elementos en estudio como es la losa aligerada convencional donde se evaluó la variable corrosión del acero.

#### **Agrupación**

Se elaboró fichas para seleccionar la información de campo según el requerimiento de las variables agrupadas en cinco dimensiones como es la eficiencia del concreto, eficiencia del acero, condición ambiental, grietas y corrosión.

#### **Graficación**

Se empleó útiles de escritorio e instrumentos de medición para levantar información importante respecto al estudio en cuestión como es el cuestionario en fichas de recolección de datos de campo.

### **3.7. Procesamiento de la información**

Para el cuestionario se procesó datos mediante el Software SPSS V26 en el apoyo de la estadística tanta descriptiva como inferencial.

Tabulación de los datos en una laptop core I3 procesador Intel inside, software Windows 7 y programas libres.

Programa Microsoft Excel.

La confiabilidad del instrumento se determinó con el Alfa de Cronbach, obteniéndose una alta consistencia interna de 0.835

*Tabla 2: Estadísticas de fiabilidad*

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,835	16

*Fuente: Elaborado por el autor*

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

**Revisión documental:** Se utilizó esta técnica de revisión para obtener datos de las normas, libros, tesis, manuales, reglamentos, software libre de ingeniería relacionados con “reforzamiento estructural de losa aligerada afectada por corrosión del acero en vivienda autoconstruida, lima - 2019”

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Análisis e interpretación de tablas y gráficos de los resultados

Los resultados obtenidos en la presente investigación constituyen elementos claves para encontrar los posibles problemas existentes en conocer la problemática del Losa aligerada y la corrosión del acero que afectan a las viviendas autoconstruidas del aquel entonces pueblo joven Cesar Vallejo.

Tabla 3: Resumen de procesamiento de casos

<b>Resumen de procesamiento de casos</b>			
		<b>N</b>	<b>%</b>
Casos	Válido	30	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
	Total	30	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 4: Alfa de Cronbach

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>	
<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>N de elementos</b>
0,835	16

Fuente: Elaborado por el autor



## 1. ¿Estima que el concreto utilizado es de resistencia baja?

Tabla 5: Estima que el concreto utilizado es de resistencia baja

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	28	2	0	0	0	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	93.3%	6.7%	0.0%	0.0%	0.0%	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

Observando los resultados de los encuestados el 93.3% señala si, reflejando que es consiente que el concreto utilizado es de baja resistencia y solo el 6.7% considera no por entender evidencias en algunos elementos de concreto expuestos se están en buen estado.

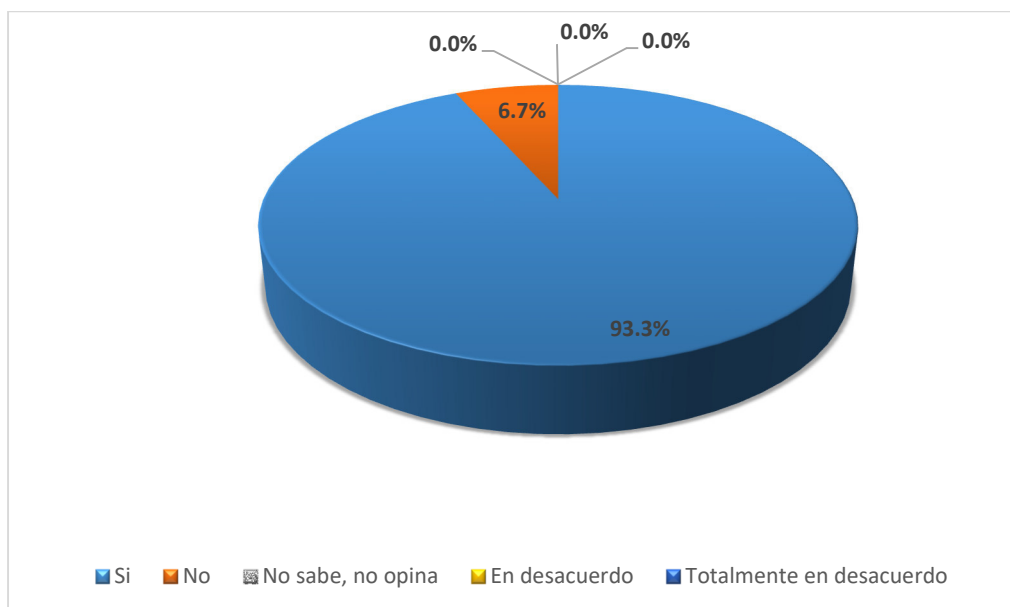


Figura 1: El concreto utilizado es de resistencia baja  
Fuente: Elaborado por el autor

## 2. ¿Considera que debería ser supervisado la preparación del concreto?

Tabla 6: Considera que debería ser supervisado la preparación del concreto

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	29	1	0	0	0	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	96.7%	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

Referente a la interrogante el 96.7% afirma con seguridad que la elaboración del concreto debe ser con la presencia de un supervisor mientras otros 3.3% no reconoce por circunstancias de percances del momento, pero indicaron estar de acuerdo porque consideran que se trata de una construcción responsable al mediano y largo plazo.

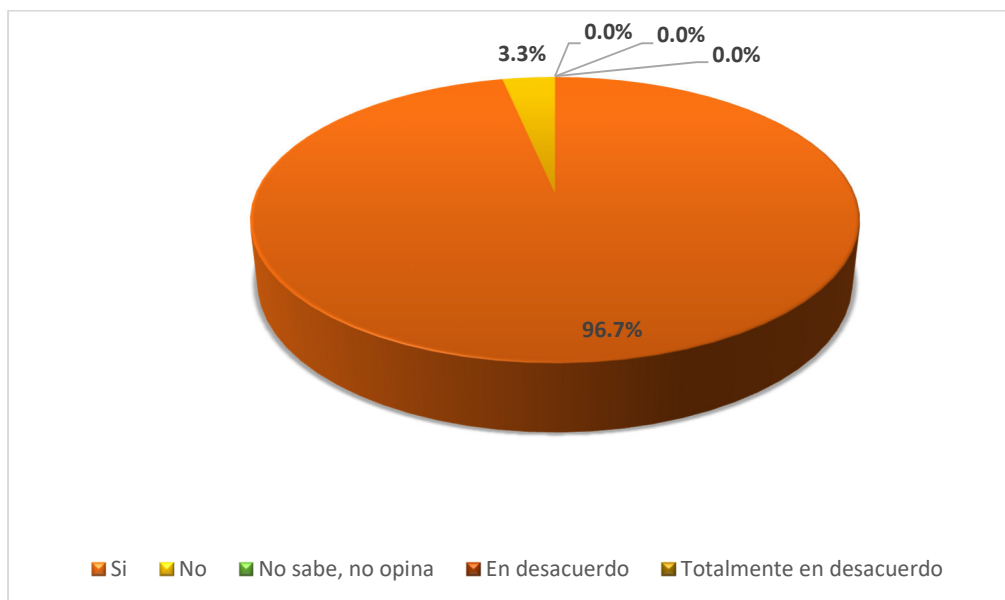


Figura 2: Debería ser supervisado la preparación del concreto

Fuente: Elaborado por el autor

### 3. ¿Cree que se debería reforzar la losa aligerada para soportar mayores cargas?

Tabla 7: Cree que se debería reforzar la losa aligerada para soportar mayores cargas

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	27	3	0	0	0	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	90%	10%	0%	0%	0%	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por el autor

#### INTERPRETACIÓN

Se observa que al haber transcurrido el tiempo el 90% indica estar de totalmente de acuerdo en reforzar la losa aligerada para recibir cargas a futuro, mientras 10% indicaron que es necesario por tratarse de elementos deteriorados; caso contrario se debe de construir de nuevo.

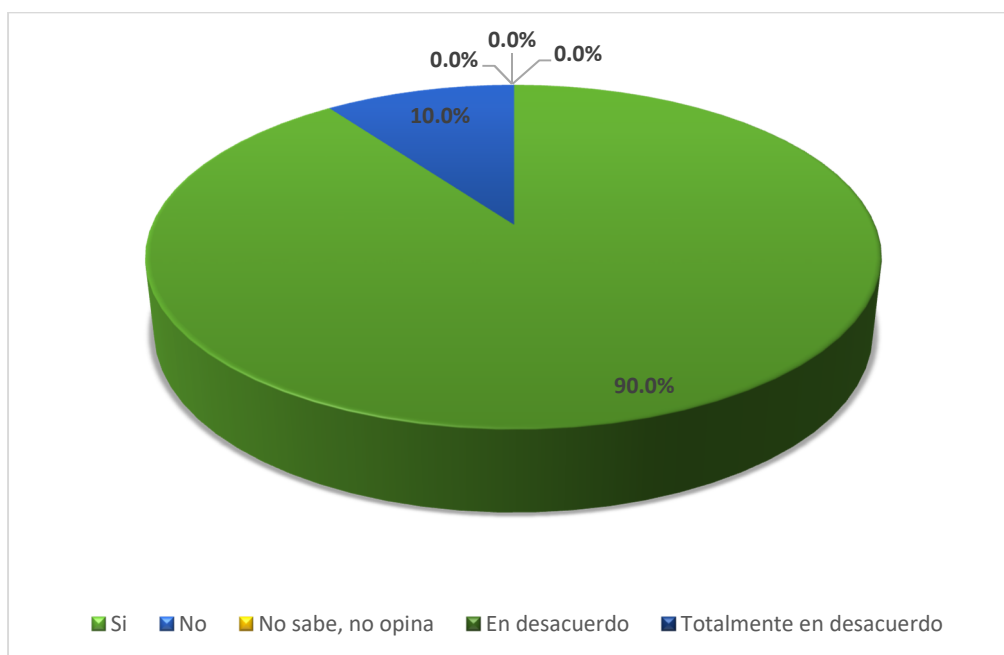


Figura 3: Debería reforzar la losa aligerada para soportar mayores cargas

Fuente: Elaborado por el autor

#### 4. ¿Usted cree que las vigas de la losa aligerada podrían fallar o colapsar?

Tabla 8: Usted cree que las vigas de la losa aligerada podrían fallar o colapsar

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	24	5	1	0	0	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	80%	16.7%	3.3%	0%	0%	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

Ante una realidad de la problemática que presenta muchas de las construcciones el 80% está totalmente de acuerdo ya que se desconoce la proveniencia de su construcción, mientras el 16.7% considera no es probable ya que cuentan con una construcción que tiene mucho tiempo de construcción.

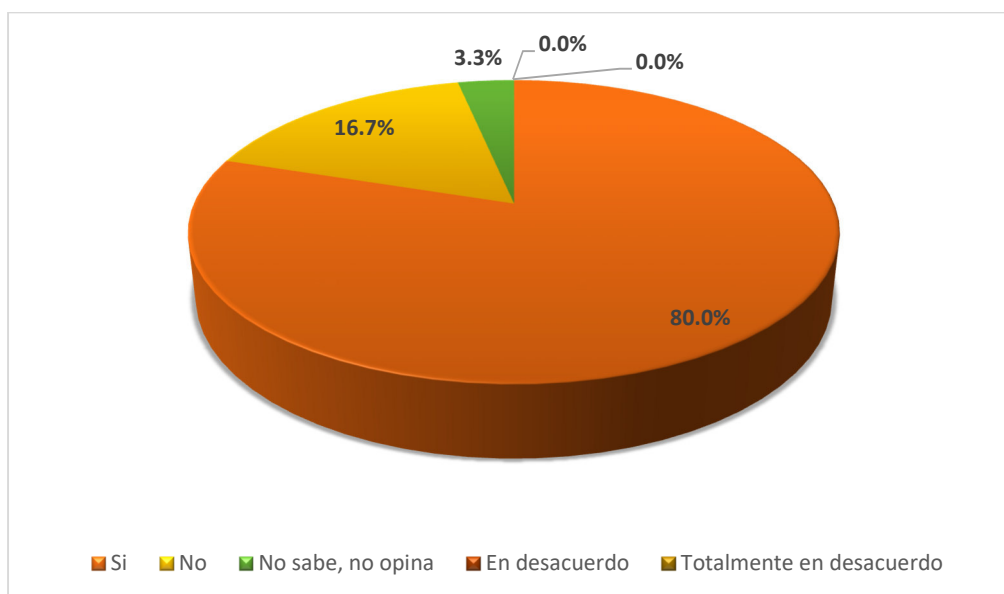


Figura 4: las vigas de la losa aligerada podrían fallar o colapsar

Fuente: Elaborado por el autor

## 5. ¿Cree que el acero de refuerzo de la losa debe resistir ante un evento sísmico?

Tabla 9: Cree que el acero de refuerzo de la losa debe resistir ante un evento sísmico

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	29	1	0	0	0	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	97%	3%	0%	0%	0%	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

Al tratarse de autoconstrucción es contundente la afirmación que el 97% está totalmente de acuerdo que el fenómeno no debe afectar o dañar la estructura, mientras un porcentaje mínimo 3% Considera que no evalúa esta alternativa ya que se trata de construcción informal.

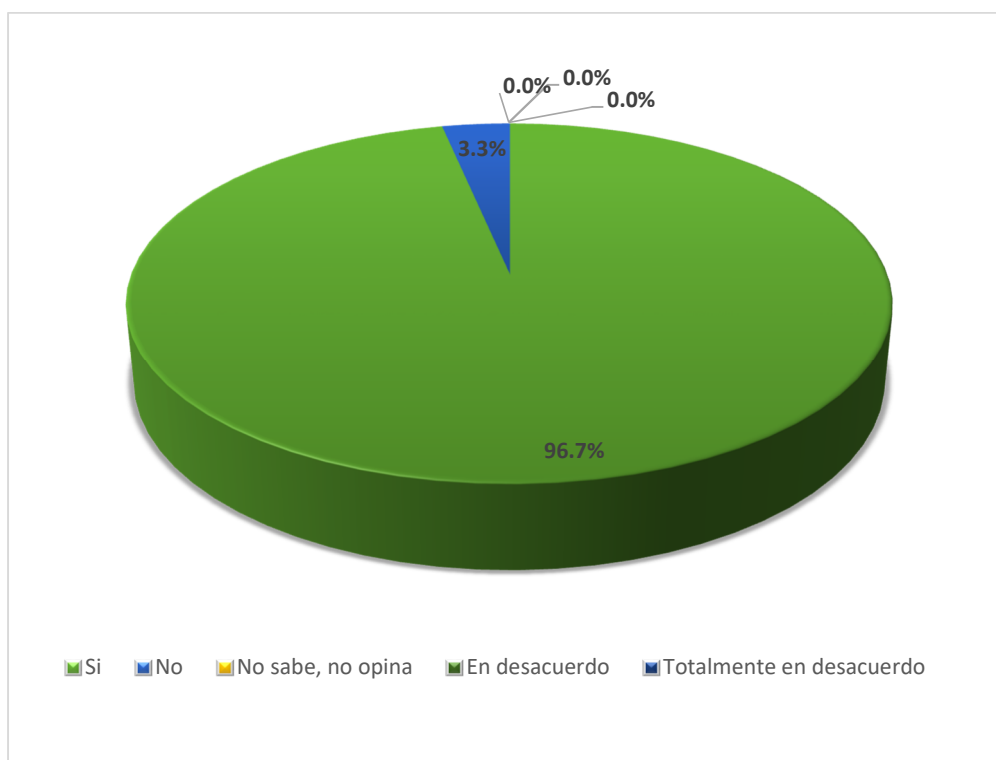


Figura 5 : Cree que el acero de refuerzo de la losa debe resistir ante un evento sísmico

Fuente: Elaborado por el autor

## 6. ¿Considera que los ambientes deben ser grandes y espaciosos como salas y cocheras?

Tabla 10: Considera que los ambientes deben ser grandes y espaciosos como salas y cocheras

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	27	3	0	0	0	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	90%	10%	0%	0%	0%	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

Al tratarse de tener las comodidades y mucho espacio de ambientes muchos de las personas construyeron espacios de grandes luces y este fue el reflejo del 90% afirmaron estar totalmente de acuerdo mientras el 10% considera no debería ser muy espacioso ya que hace falta los espacios para usos distintos.

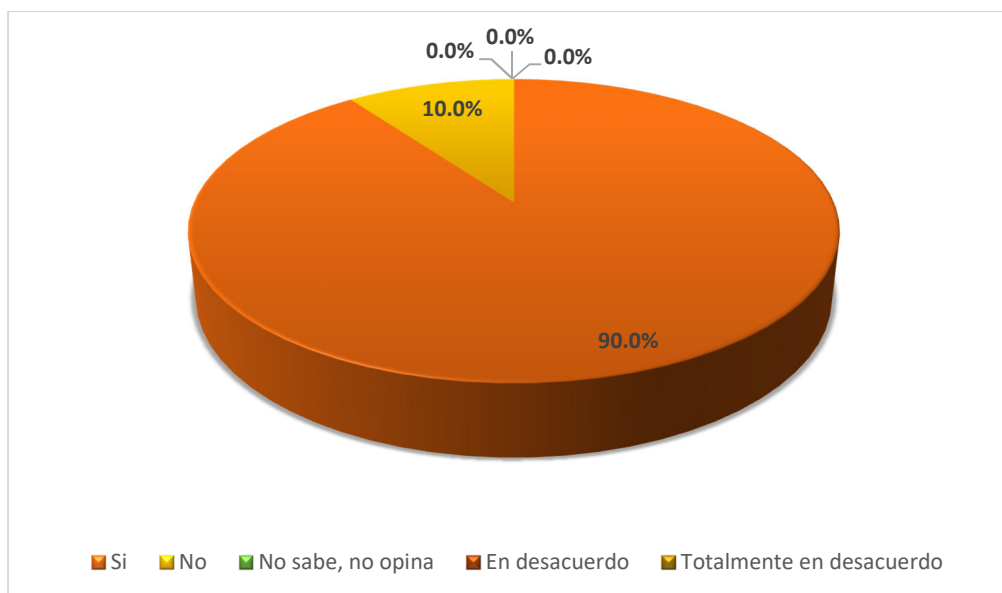


Figura 6: Considera que los ambientes deben ser grandes y espaciosos como salas y cocheras  
Fuente: Elaborado por el autor

## 7. ¿Para usted el diámetro del acero debe ser siempre mayor por seguridad?

Tabla 11: Para usted el diámetro del acero debe ser siempre mayor por seguridad

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	28	2	0	0	0	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	93.3%	6.7%	0%	0%	0%	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

Categorícamente el 93.7% manifiesto estar totalmente de acuerdo que el diámetro a emplear debe ser mayor diámetro posible como medida de seguridad, en tanto el 6.7% considera que debería de recurrirse al apoyo de un profesional.

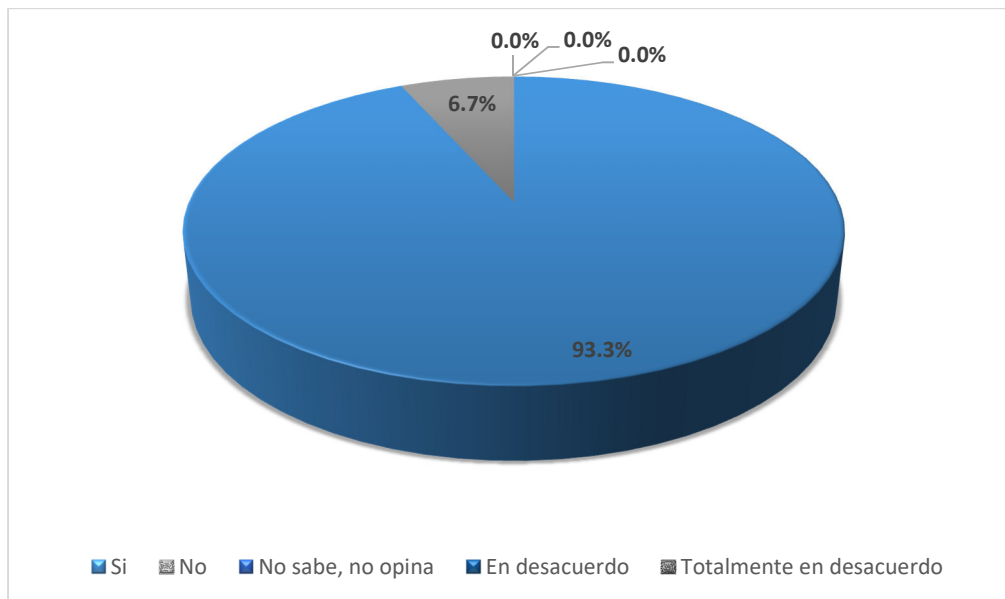


Imagen 11: Para usted el diámetro del acero debe ser siempre mayor por seguridad  
Fuente: Elaborado por el autor

## 8. ¿Considera que la zona donde vive es un clima de mucha llovizna?

Tabla 12: Considera que la zona donde vive es un clima de mucha llovizna

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	30	0	0	0	0	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	<b>100%</b>

### INTERPRETACIÓN

Esta respuesta representa contundentemente a las características propias del lugar con un 100% indicaron estar totalmente de acuerdo que se encuentran en una zona de llovizna.

Es clara la posición del poblador debido que el invierno es intensamente húmedo y las lloviznas son prolongados durante el día y la noche.

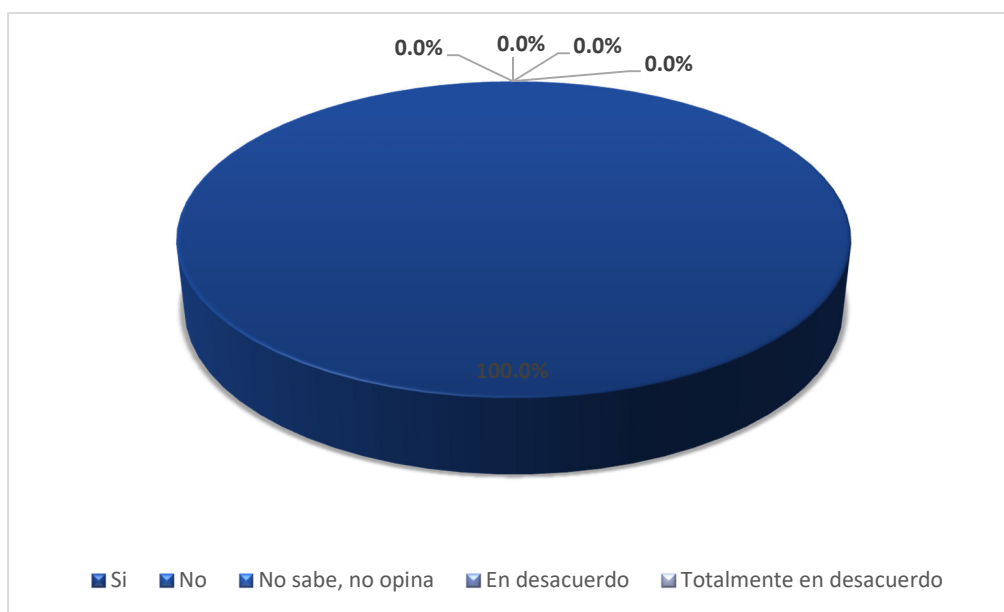


Figura 7: Considera que la zona donde vive es un clima de mucha llovizna  
Fuente: Elaborado por el autor



## 9. ¿Cree usted que las condiciones ambientales de invierno alteran el óxido?

Tabla 13: Cree usted que las condiciones ambientales de invierno alteran el óxido

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	26	3	1	0	0	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	86.7%	10.0%	3.3%	0.0%	0.0%	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

El propietario no conoce mucho las propiedades de reacción del acero expuesto al medio ambiente es por ello que el 86.7% considera estar totalmente de acuerdo que, si altera la época de invierno el proceso de oxidación, un 10 % considera si se tiene que tener cuidado para no suceda mientras el 3.3% desconoce del proceso de oxidación.

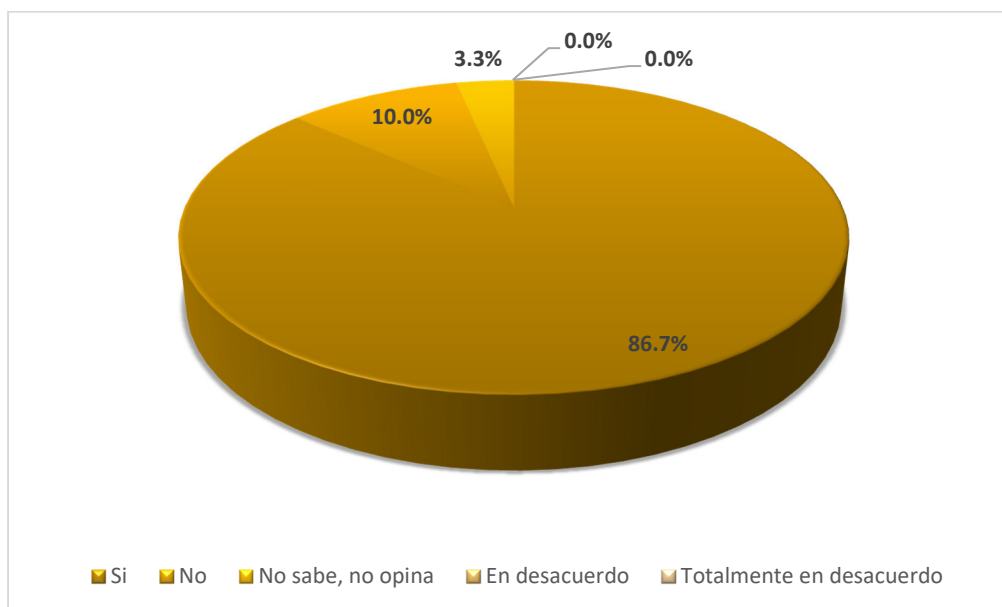


Figura 8 Cree usted que las condiciones ambientales de invierno alteran el óxido:

Fuente: Elaborado por el autor

## 10. ¿Cree que las grietas se deben a las condiciones ambientales del lugar?

Tabla 14: Cree que las grietas se deben a las condiciones ambientales del lugar

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	27	3	0	0	0	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	90.0%	10.0%	0.0%	0.0%	0.0%	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

El 90% está totalmente de acuerdo que las grietas son características del clima del lugar especialmente en el invierno el factor externo del ambiente, mientras el 10% manifiesta no necesariamente a la condición ambiental.

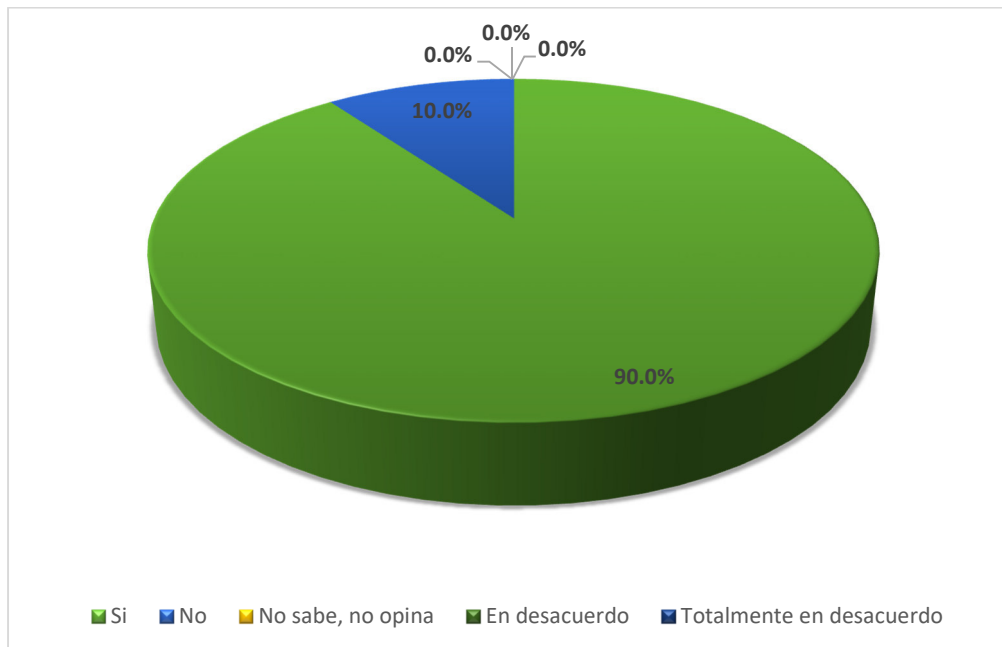


Figura 9: Cree que las grietas se deben a las condiciones ambientales del lugar  
Fuente: Elaborado por el autor

## 11. ¿Usted ha constatado fisuras en la losa aligerada?

Tabla 15: Usted ha constatado fisuras en la losa aligerada

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	26	4	0	0	0	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	86.7%	13.3%	0.0%	0.0%	0%	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

Para muchas personas no es común identificar patologías de alguna estructura es por ello el 86.7% está de totalmente de acuerdo ya que son evidentes las fisuras en el techo, mientras el 13.3% no ha evidenciado dicha característica en los techos por factores de posibles recubrimientos que se aplicó a la superficie como es el tarrajeo, pintura, entre otros.

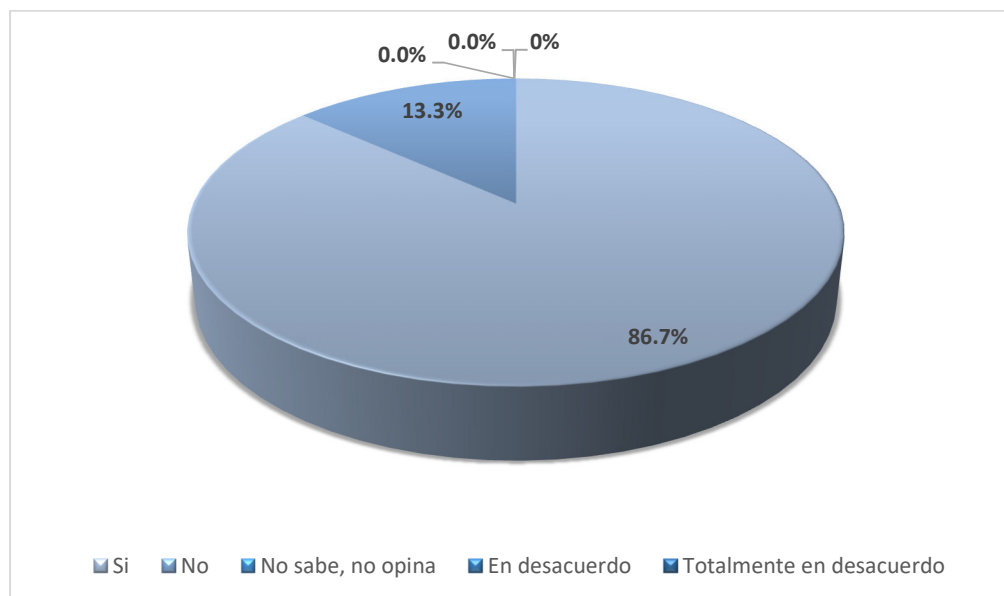


Figura 10: Usted ha constatado fisuras en la losa aligerada

Fuente: Elaborado por el autor

## 12. ¿Considera usted que la fisuras son daños irreparables para el techo de su casa?

Tabla 16: Considera usted que la fisuras son daños irreparables para el techo de su casa

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	27	2	1	0	0	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	90.0%	6.7%	3.3%	0.0%	0.0%	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

Se puede apreciar que las consideraciones referentes a las fisuras son del 90% que está totalmente de acuerdo que son irreparables los daños, el 6.7% estar no de acuerdo y se podría recurrir a agotar alternativas de solución y el 3.3% considera no tener ningún interés la presencia de fisuras.

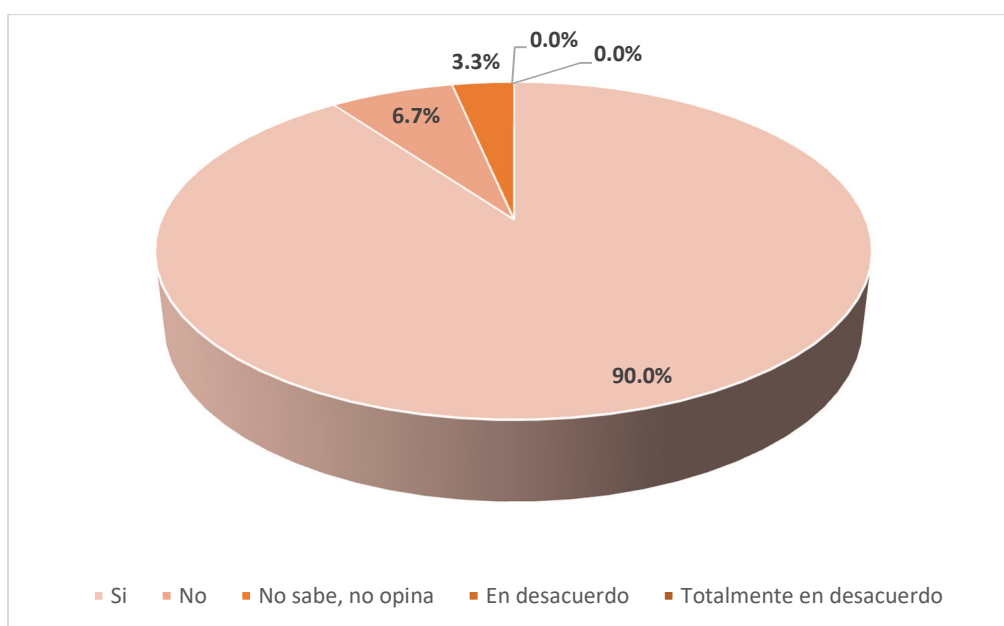


Figura 11: Considera usted que la fisuras son daños irreparables para el techo de su casa  
Fuente: Elaborado por el autor

### 13. ¿Considera importante el recubrimiento del acero al momento de construir?

Tabla 17: Considera importante el recubrimiento del acero al momento de construir

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	27	3	0	0	0	30
<b>Porcentaje</b>	90.0%	10.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100%

Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

Habiendo tomado las consideraciones referentes a los daños de las estructuras el 90% está totalmente de acuerdo que se debe de recubrir el acero en los elementos a vaciarse, en tanto el 10% está indica que no, ya que con el acabado que se le da ya está recubierto las zonas expuestas del acero.

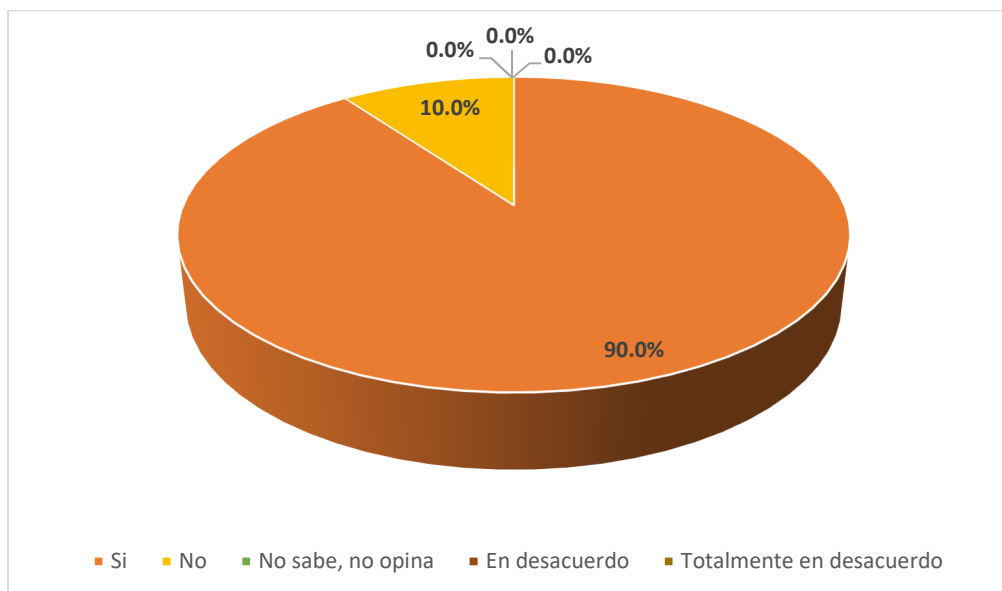


Figura 12: Considera importante el recubrimiento del acero al momento de construir

Fuente: Elaborado por el autor

#### 14. ¿Cree usted que la porosidad del concreto es causante de la corrosión?

Tabla 18: Cree usted que la porosidad del concreto es causante de la corrosión

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	29	1	0	0	0	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	96.7%	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

Al haber evidencia de fisuras y daños en la estructura el 96.7% está totalmente convencido que la porosidad si es causante de la corrosión de las losas de techo, el 3.3% no considerar como una amenaza al concreto expuesto.

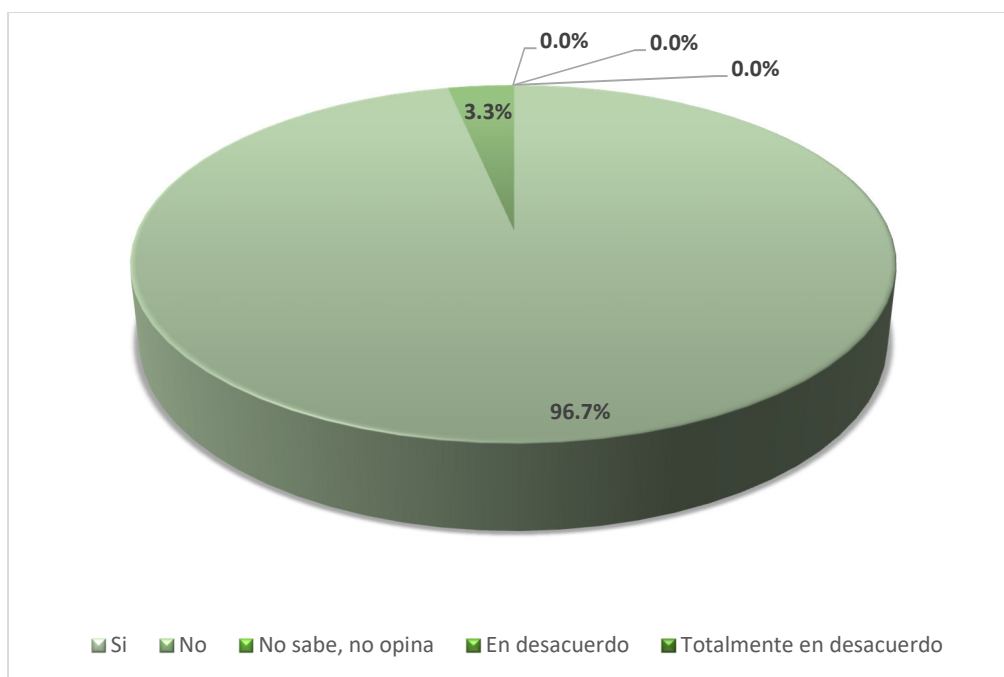


Figura 13: Cree usted que la porosidad del concreto es causante de la corrosión

Fuente: Elaborado por el autor

## 15. ¿Considera que el acero expuesto en los techos debe protegerse?

Tabla 19: Considera que el acero expuesto en los techos debe protegerse

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>93.3%</b>	<b>3.3%</b>	<b>3.3%</b>	<b>0.0%</b>	<b>0.0%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

A la pregunta tuvieron discrepancia sobre el costo beneficio de cubrir el acero de despunte cuando se continúe la ampliación de la vivienda a lo que el 93.3% considera estar totalmente de acuerdo que debe protegerse el acero a largo plazo resulta beneficioso, el 3.3% estar no de acuerdo debido a que el daño no es sustancial a corto plazo y el otro 3.3% manifiesta en no tener conocimiento a los factores dañinos del medio ambiente.

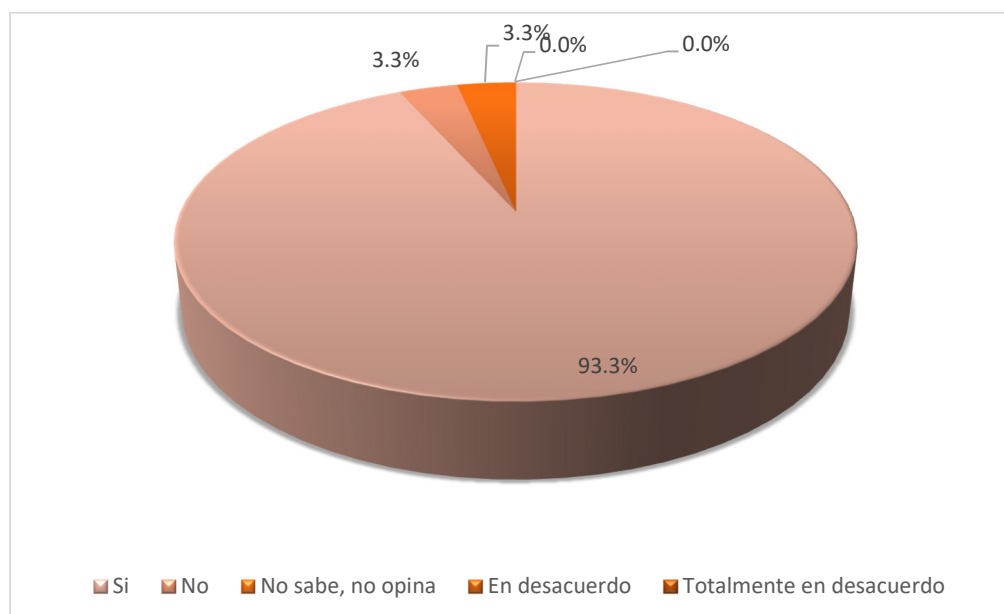


Figura 14: Considera que el acero expuesto en los techos debe protegerse  
Fuente: Elaborado por el autor

## 16. ¿Considera costoso contratar un ingeniero civil para la supervisión?

Tabla 20: Considera costoso contratar un ingeniero civil para la supervisión

	Si	No	No sabe, no opina	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	Total
<b>Cantidad</b>	21	8	1	0	0	<b>30</b>
<b>Porcentaje</b>	70.0%	26.7%	3.3%	0.0%	0.0%	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

Existe una controversia por contratar un pago adicional que suma a la construcción, esto equivale a un gasto y menos construcción para el propietario es así como se refleja que el 70% si está totalmente de acuerdo en contratar el servicio de un profesional de la especialidad, mientras que el 26.7% estima no contar con la presencia ya que hay maestros de obras de categoría reconocida y que se desenvuelven en empresas reconocidas del medio y por otra parte el beneficio de hacer pagos adicional por dicho concepto y el 3.3% considera evaluar ya que desconoce las la calidad de la construcción.

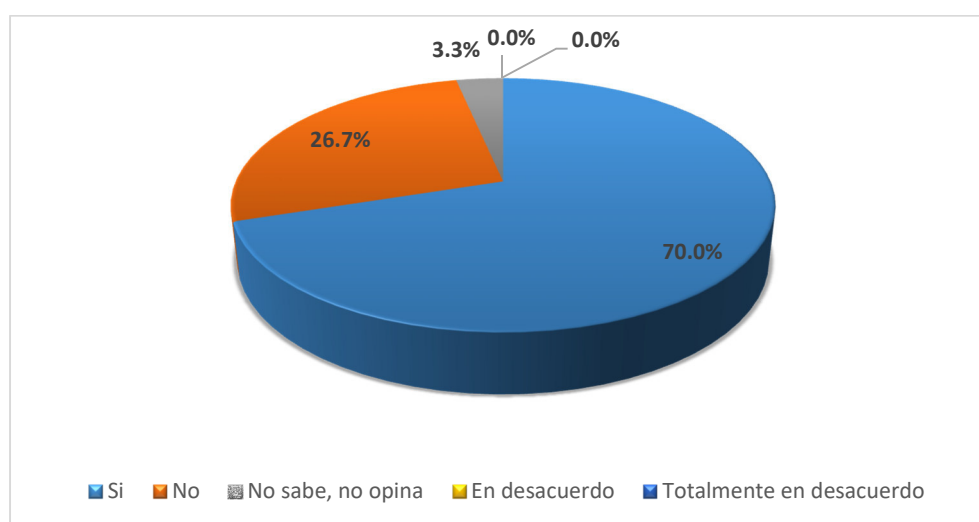


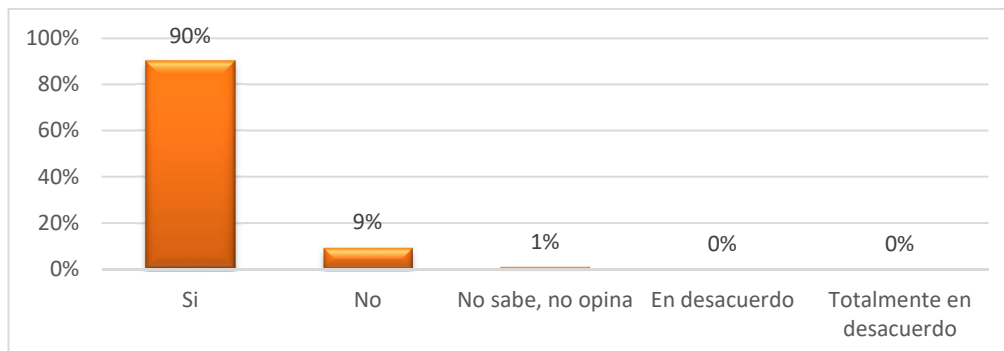
Figura 15: Considera costoso contratar un ingeniero civil para la supervisión  
Fuente: Elaborado por el autor

## 4.2. Análisis e interpretación de resultado de las Variables



## 1. Variable independiente: Losa aligerada

### a. Dimensión: Eficiencia del concreto



*Figura 16: Eficiencia del concreto*  
*Fuente: Elaborado por el autor*

### INTERPRETACIÓN

Se aprecia que el 90% está totalmente de acuerdo que el concreto debe ser eficiente en la construcción, este es el reflejo de las construcciones existentes al haber transcurrido más de 40 años de su construcción. El dominio eficiencia prima a largo plazo, por otra parte, el 9% está no de acuerdo ya que el costo es muy elevado del en la compra del cemento y el proceso de elaboración del mismo y el 1% No sabe, no opina.

### b. Dimensión: eficiencia del refuerzo Horizontal

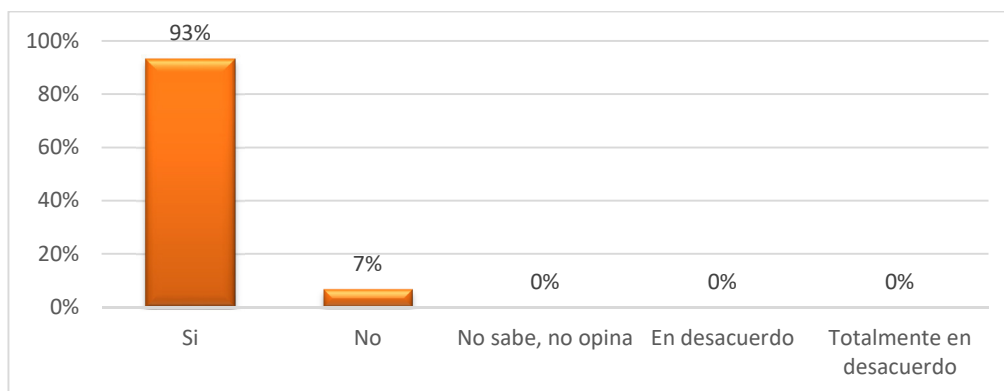


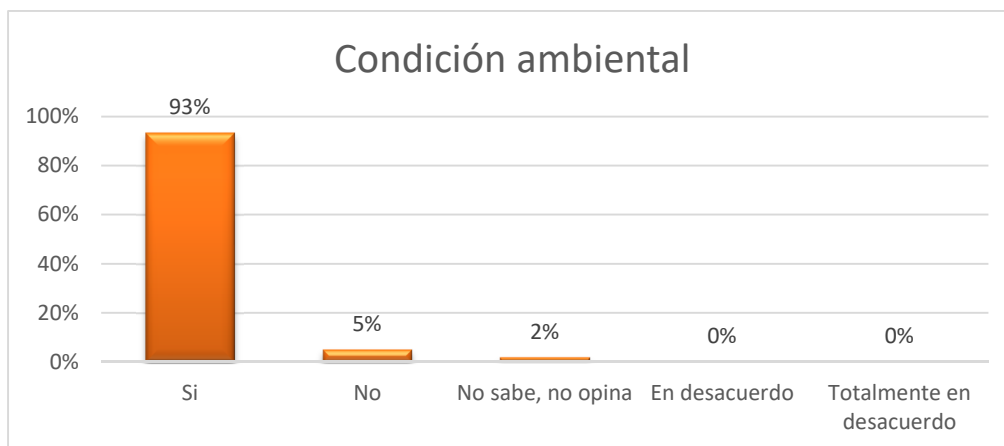
Figura 17: Eficiencia del refuerzo horizontal  
Fuente: Elaborado por el autor

### INTERPRETACIÓN

Como se entiende que el concreto debe de cumplir un comportamiento eficiente para respaldar a todo elemento embebido como es el acero, ah lo que el 93% dice estar totalmente de acuerdo que el refuerzo de la losa aligerada si debe de cumplir con las exigencias mínimas para garantizar su propio peso y las demás cargas posibles que pudiera existir, es la razón de que si existe relación directa de eficiencia entre acero y concreto para más adelante no recurrir al reforzamiento de la estructura, El 7% dice estar de no acuerdo y que el sobre costo repercute en su economía.

## 2. Corrosión del acero

### a. Dimensión: Condición ambiental

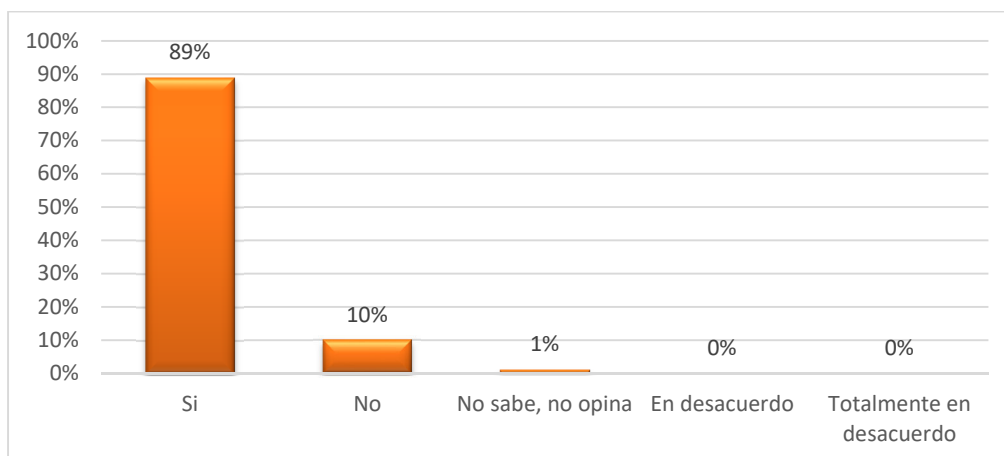


*Figura 18: Condición ambiental*  
*Fuente: Elaborado por el autor*

### INTERPRETACIÓN

Cuando los elementos estructurales se encuentran en un ambiente de condiciones climáticas como la costa de Lima, estos elementos están expuestos a factores climáticos como es la humedad, el viento, la lluvia y la contundente contaminación del smog que prima sobre las superficies de las construcciones. El 93% dice estar totalmente de acuerdo que las construcciones que están en el lugar son afectadas por las condiciones ambientales de las estaciones del año y son causantes directos para afectar todo elemento expuesto, mientras que el 5% no sabe, no opina.

### b. Dimensión: Grietas



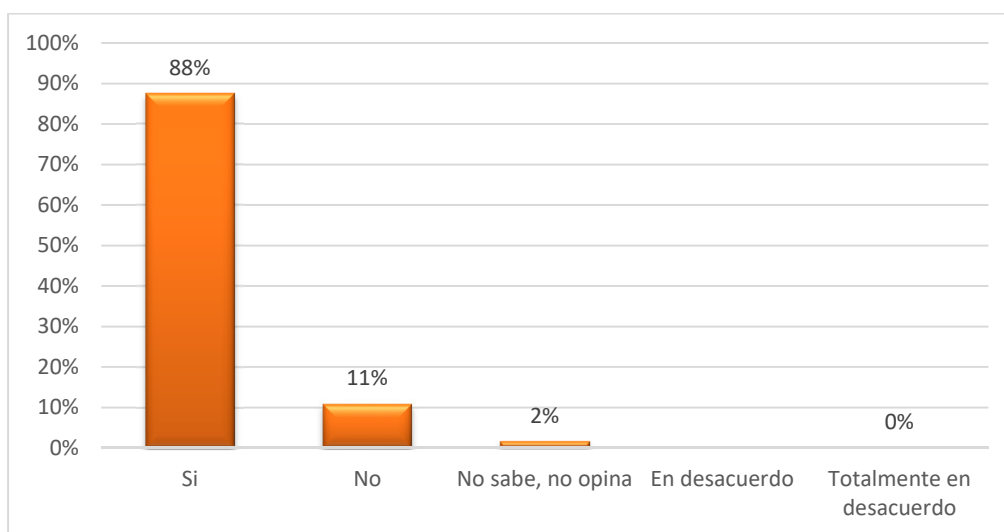
*Figura 19: Grietas*

*Fuente: Elaborado por el autor*

### INTERPRETACIÓN

El grado de evaluación de las grietas en situaciones complejas obedece al criterio del concepto técnico del quien lo evalúa, cuando son muy evidentes solo se dice que existe rajaduras en el techo. El 89% indica estar totalmente de acuerdo que las grietas son muy resaltantes a la vista hasta el punto de observar desprendimiento del recubrimiento del concreto y quedar expuesto el acero de refuerzo, mientras el 10% no es consciente de este fenómeno llamado grietas 1% no sabe, no opina.

### c. Dimensión: corrosión



*Figura 20: Corrosión*  
Fuente: Elaborado por el autor

## INTERPRETACIÓN

El alto grado de aceptación de que la corrosión del acero obedece a los factores climáticos y procesos constructivos manifiesta que el 88% está totalmente de acuerdo que la corrosión del acero en sus viviendas se debe a la falta de una supervisión y apoyo de profesional de la rama para respaldar las construcciones, en tanto el 11% refleja el desinterés del propietario en preocuparse por su propiedad y el 2% manifiesta no sabe, no opina lo que se podría resumir en el desinterés.

### 4.3. Contrastación de hipótesis

#### 4.3.1 Hipótesis específicas

##### Hipótesis a:

**H<sub>0</sub>:** La condición ambiental no influye en losa aligerada afectada por corrosión de acero en vivienda autoconstruida, Lima – 2019.

**H<sub>1</sub>:** La condición ambiental influye en losa aligerada afectada por corrosión de acero en vivienda autoconstruida, Lima – 2019.

Tabla 21: Tabla cruzada Condición ambiental\*corrosión del acero

			Corrosión del acero		Total
			Si	No	
Condición ambiental	Si	Recuento	26	0	26
		Recuento esperado	25,1	0,9	26,0
		% del total	86,7%	0,0%	86,7%
	No	Recuento	3	0	3
		Recuento esperado	2,9	0,1	3,0
		% del total	10,0%	0,0%	10,0%
	No sabe, no opina	Recuento	0	1	1
		Recuento esperado	1,0	,0	1,0
		% del total	0,0%	3,3%	3,3%
Total		Recuento	29	1	30
		Recuento esperado	29,0	1,0	30,0
		% del total	96,7%	3,3%	100,0%

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 22: Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	30,000 <sup>a</sup>	2	,000
Razón de verosimilitud	8,769	2	,012
Asociación lineal por lineal	16,351	1	,000
N de casos válidos	30		
a. 5 casillas (83,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,03.			

Fuente: Elaborado por el autor

Para probar la hipótesis planteada el procedimiento de conclusión es el siguiente:

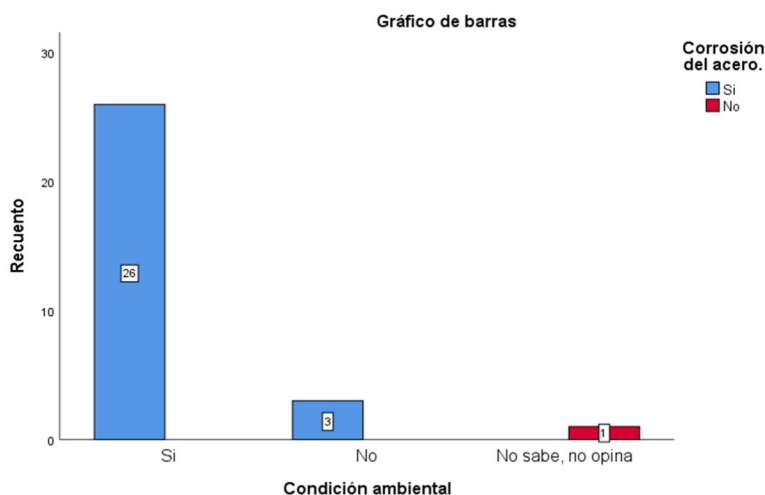
- 1) Suposiciones: Es una muestra aleatoria simple
- 2) Estadística de prueba: está dada por:

$$X^2 = \frac{(|AD - BC| - n/2)^2 n}{(A + B)(C + D)(A + C)(B + D)}$$

- 3) Distribución de la Estadística de prueba: cuando  $H_0$  es verdadera,  $X^2$  sigue una distribución aproximada de chi cuadrada de  $(3-1)(2-1) = 2$  grado de libertad (df) y un nivel de significancia de 0.05.
- 4) Regla de decisión: Rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) si el valor calculado de  $X^2$  es mayor o igual a 5.991.
- 5) Calculo de la prueba estadística: SPSS V26

$$X^2 = \frac{(|AD - BC| - n/2)^2 n}{(A + B)(C + D)(A + C)(B + D)} = 30.00$$

- 6) Decisión estadística: Dado que  $30.00 > 5.991$ , se rechaza la  $H_0$ .
- 7) Aceptación: por tanto, se acepta la  $H_1$
- 8) En conclusión: Las condiciones ambientales afectan las losas aligeradas de manera significativa por corrosión del acero en viviendas autoconstruidas en el pueblo joven Cesar Vallejo, Distrito de Villa María del Triunfo 2019.



*Figura 21: Correlación entre condición ambiental y corrosión del acero  
Fuente: Elaborado por el autor*

### Hipótesis b:

**H<sub>0</sub>:** Las grietas no afectan la losa aligerada por corrosión del acero en vivienda autoconstruida, Lima – 2019.

**H<sub>1</sub>:** Las grietas afectan la losa aligerada por corrosión del acero en vivienda autoconstruida, Lima – 2019.

*Tabla 23: Tabla cruzada Grieta\*Corrosión del Acero*

		Corrosión del Acero		Total	
		Si	No		
Grietas	Si	Recuento	29	0	29
		Recuento esperado	28,0	1,0	29,0
		% del total	96,7%	0,0%	96,7%
	No	Recuento	0	1	1
		Recuento esperado	1,0	,0	1,0
		% del total	0,0%	3,3%	3,3%
Total		Recuento	29	1	30
		Recuento esperado	29,0	1,0	30,0
		% del total	96,7%	3,3%	100,0%

*Fuente: Elaborado por el autor*



Tabla 24: Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significació n exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	30,000 <sup>a</sup>	1	,000		
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	6,992	1	,008		
Razón de verosimilitud	8,769	1	,003		
Prueba exacta de Fisher				,033	,033
Asociación lineal por lineal	29,000	1	,000		
N de casos válidos	30				
a. 3 casillas (75,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,03.					
b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2					

Fuente: Elaborado por el autor

Para probar la hipótesis planteada el procedimiento de conclusión es el siguiente:

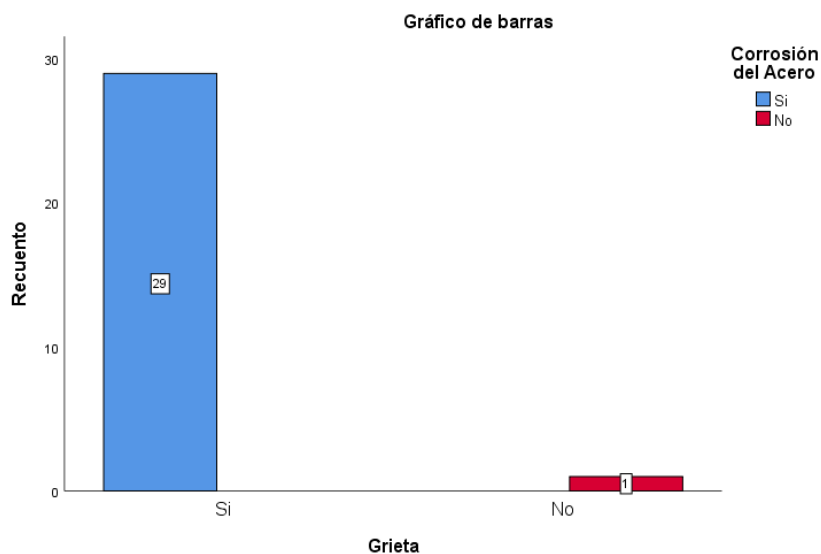
- 1) Suposiciones: Es una muestra aleatoria simple
- 2) Estadística de prueba: está dada por:

$$X^2 = \frac{(|AD - BC| - n/2)^2 n}{(A + B)(C + D)(A + C)(B + D)}$$

- 3) Distribución de la Estadística de prueba: cuando  $H_0$  es verdadera,  $X^2$  sigue una distribución aproximada de chi cuadrada de  $(2-1) (2-1) = 1$  grado de libertad (df) y un nivel de significancia de 0.05.
- 4) Regla de decisión: Rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) si el valor calculado de  $X^2$  es mayor o igual a 3.841.
- 5) Calculo de la prueba estadística: SPSS V26

$$X^2 = \frac{(|AD - BC| - n/2)^2 n}{(A + B)(C + D)(A + C)(B + D)} = \mathbf{30.00}$$

- 6) Decisión estadística: Dado que  $30.00 > 3.841$ , se rechaza la  $H_0$ .
- 7) Aceptación: por tanto, se acepta la  $H_1$
- 8) En conclusión: Las grietas afectan de manera significativa la corrosión del acero de las losas aligeradas en viviendas autoconstruidas del pueblo joven Cesar Vallejo, Distrito de Villa María del Triunfo 2019.



*Figura 22: Correlación entre Grieta y corrosión del acero  
Fuente: Elaborado por el autor*

### Hipótesis c:

**$H_0$ :** La corrosión no afecta estructuralmente el acero en losa aligerada en vivienda autoconstruida, Lima – 2019.

**$H_1$ :** La corrosión afecta estructuralmente el acero en losa aligerada en vivienda autoconstruida, Lima – 2019.

Tabla 25: Tabla cruzada Corrosión\*Corrosión del Acero

			Corrosión del Acero		Total
			Si	No	
Corrosión	Si	Recuento	28	0	28
		Recuento esperado	27,1	,9	28,0
		% del total	93,3%	0,0%	93,3%
	No	Recuento	1	1	2
		Recuento esperado	1,9	,1	2,0
		% del total	3,3%	3,3%	6,7%
Total		Recuento	29	1	30
		Recuento esperado	29,0	1,0	30,0
		% del total	96,7%	3,3%	100,0%

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 26: Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	14,483 <sup>a</sup>	1	,000		
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	3,122	1	,077		
Razón de verosimilitud	5,996	1	,014		
Prueba exacta de Fisher				,067	,067
Asociación lineal por lineal	14,000	1	,000		
N de casos válidos	30				
a. 3 casillas (75,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,07.					
b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2					

Fuente: Elaborado por el autor

Para probar la hipótesis planteada el procedimiento de conclusión es el siguiente:

- 1) Suposiciones: Es una muestra aleatoria simple
- 2) Estadística de prueba: está dada por:

$$X^2 = \frac{(|AD - BC| - n/2)^2 n}{(A + B)(C + D)(A + C)(B + D)}$$

- 3) Distribución de la Estadística de prueba: cuando  $H_0$  es verdadera,  $X^2$  sigue una distribución aproximada de chi cuadrada de  $(2-1)(2-1) = 1$  grado de libertad (df) y un nivel de significancia de 0.05.
- 4) Regla de decisión: Rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) si el valor calculado de  $X^2$  es mayor o igual a 3.841.
- 5) Calculo de la prueba estadística: SPSS V26

$$X^2 = \frac{(|AD - BC| - n/2)^2 n}{(A + B)(C + D)(A + C)(B + D)} = \mathbf{14.483}$$

- 6) Decisión estadística: Dado que  $14.483 > 3.841$ , se rechaza el  $H_0$ .
- 7) Aceptación: por tanto, se acepta la  $H_1$
- 8) En conclusión: La corrosión afecta significativamente la losa aligerada por corrosión del acero en viviendas autoconstruidas del pueblo joven Cesar Vallejo, Distrito de VMT 2019.

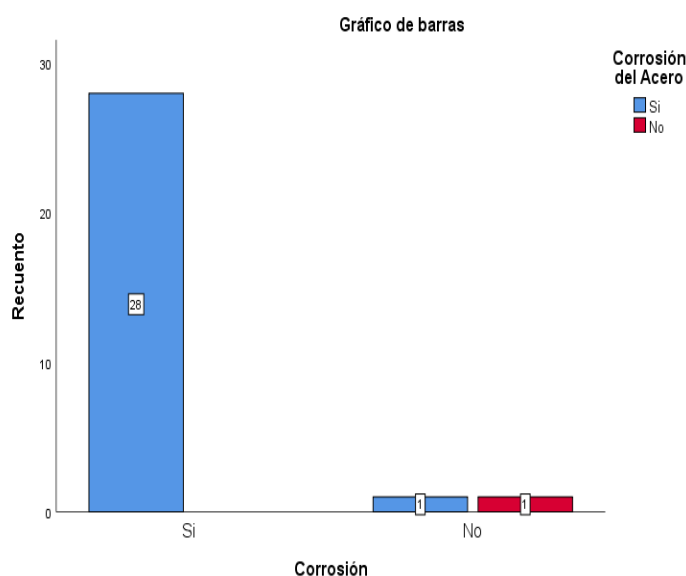


Figura 23: Correlación de corrosión del acero de refuerzo  
Fuente: Elaborado por el autor

### 4.3.2. Hipótesis general

#### Hipótesis a:

**H<sub>0</sub>:** El reforzamiento estructural de losa aligerada no contribuye a mejorar las viguetas afectadas por corrosión del acero en vivienda autoconstruida, Lima – 2019.

**H<sub>1</sub>:** El reforzamiento estructural de losa aligerada contribuye a mejorar las viguetas afectadas por corrosión del acero en vivienda autoconstruida, Lima – 2019.

Tabla 27: Tabla cruzada Losa aligerada\*Corrosión del Acero

			Corrosión del Acero		Total
			Si	No	
Reforzar estructuralmente la losa aligerada afectada	Si	Recuento	29	0	29
		Recuento esperado	28,0	1,0	29,0
		% del total	96,7%	0,0%	96,7%
	No	Recuento	0	1	1
		Recuento esperado	1,0	,0	1,0
		% del total	0,0%	3,3%	3,3%
Total		Recuento	29	1	30
		Recuento esperado	29,0	1,0	30,0
		% del total	96,7%	3,3%	100,0%

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 28: Tabla cruzada Losa aligerada\*Corrosión del Acero

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	30,000 <sup>a</sup>	1	,000		
Corrección de continuidad <sup>b</sup>	6,992	1	,008		
Razón de verosimilitud	8,769	1	,003		
Prueba exacta de Fisher				,033	,033
Asociación lineal por lineal	29,000	1	,000		
N de casos válidos	30				
a. 3 casillas (75,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,03.					
b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2					

Fuente: Elaborado por el autor

Para probar la hipótesis planteada el procedimiento de conclusión es el siguiente:

- 1) Suposiciones: Es una muestra aleatoria simple
- 2) Estadística de prueba: está dada por:

$$X^2 = \frac{(|AD - BC| - n/2)^2 n}{(A+B)(C+D)(A+C)(B+D)}$$

- 3) Distribución de la Estadística de prueba: cuando  $H_0$  es verdadera,  $X^2$  sigue una distribución aproximada de chi cuadrada de  $(2-1)(2-1) = 1$  grado de libertad (df) y un nivel de significancia de 0.05.
- 4) Regla de decisión: Rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) si el valor calculado de  $X^2$  es mayor o igual a 3.841.
- 5) Calculo de la prueba estadística: SPSS V26

$$X^2 = \frac{(|AD - BC| - n/2)^2 n}{(A+B)(C+D)(A+C)(B+D)} = 30.00$$

- 6) Decisión estadística: Dado que  $30.00 > 3.841$ , se rechaza la  $H_0$ .

- 7) Aceptación: por tanto, se acepta la  $H_1$
- 8) En conclusión: las variables tienen relación sobre el reforzamiento de losa aligerada afectada por corrosión del acero en vivienda autoconstruida – 2019”

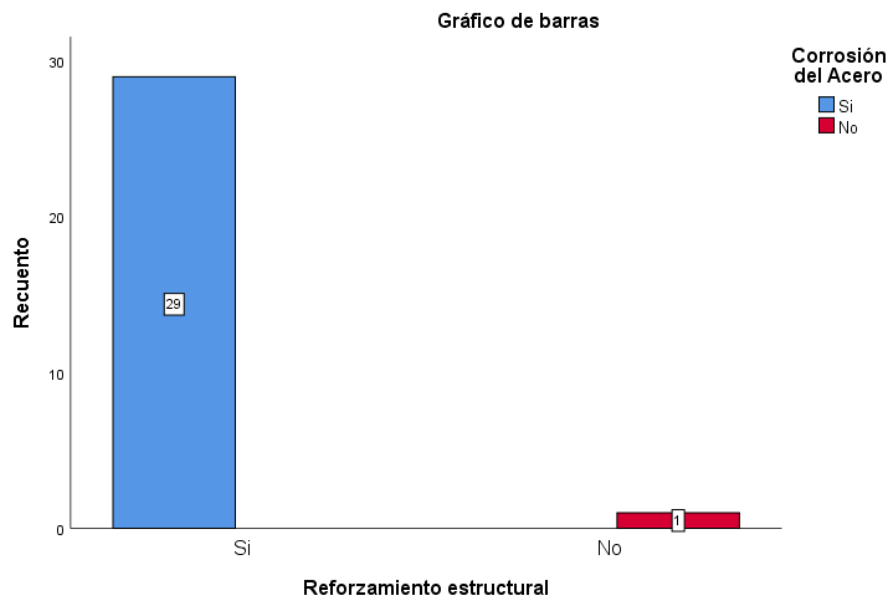


Figura 24: Correlación entre refuerzo estructural y corrosión del acero  
Fuente: Elaborado por el autor

#### **4.4. Análisis estructural para reforzamiento de viguetas de losa aligerada en una dirección**

##### **1. Idealización de la losa aligerada bajo las condiciones ambientales.**

La humedad, lluvia, sol y viento forman parte de las condiciones ambientales, estos indicadores de la investigación como ubicación, temperatura y presión son factores que ocasionan un dominio multiplicador acelerándola su menor vida útil de la estructura de losa aligerada. Cuando estas no están protegidas de los factores ambientales externos, estos agentes son más agresivos de lo que se espera.

##### a. **Ámbito del Objetivo del planteamiento de la investigación**

La condición climática del lugar afecta severamente los elementos estructurales, por esta razón la evaluación para el reforzamiento estructural en la zona afectada da inicio a nuevas tendencias para dar una mayor durabilidad al elemento horizontal.

##### b. **Etapas de la evaluación técnica**

La inspección y evaluación de campo

Estimación del índice de daños y corrosión del acero

Propuesta de la planificación para el reforzamiento

##### c. **Calificación de las evaluaciones de inspección y evaluación de los componentes**

###### i. **Cemento**

La información es de carácter informativo por el morador que precisa que es el cemento que comúnmente se usaba el verde de “Sol”, el cual se entiende que es el cemento portland tipo I de la empresa cementos lima.

###### ii. **Concreto**



La técnica del preparado del concreto se realizaba de manera precaria de manera manual sin el cuidado de las relaciones agua/cemento. En la actualidad son muy pocos que lo realizan.

iii. La carbonatación

La compra anticipada del morador a las ferreterías y el almacenamiento de los mismos hacen que presente óxido al momento de la construcción o que el concreto sea poroso al medio ambiente son factores posibles de la corrosión.

iv. Ancho de las fisuras

Se visualiza en la superficie del techo en diferentes formas y ancho que podrían ser causante de una tensión de la viga, presencia de óxido o presencia de salitre en los ladrillos de techo. El desprendimiento también llamado spalling.

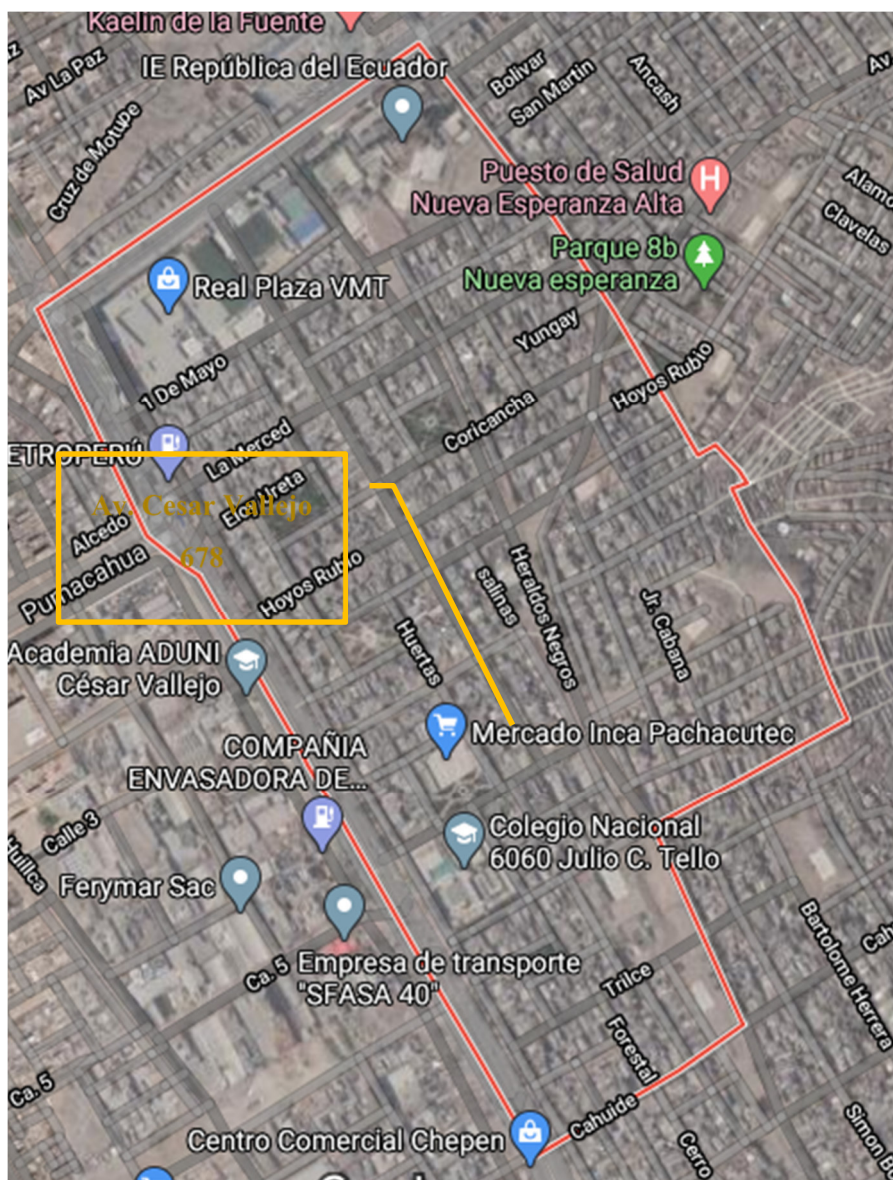
v. Importancia de la corrosión

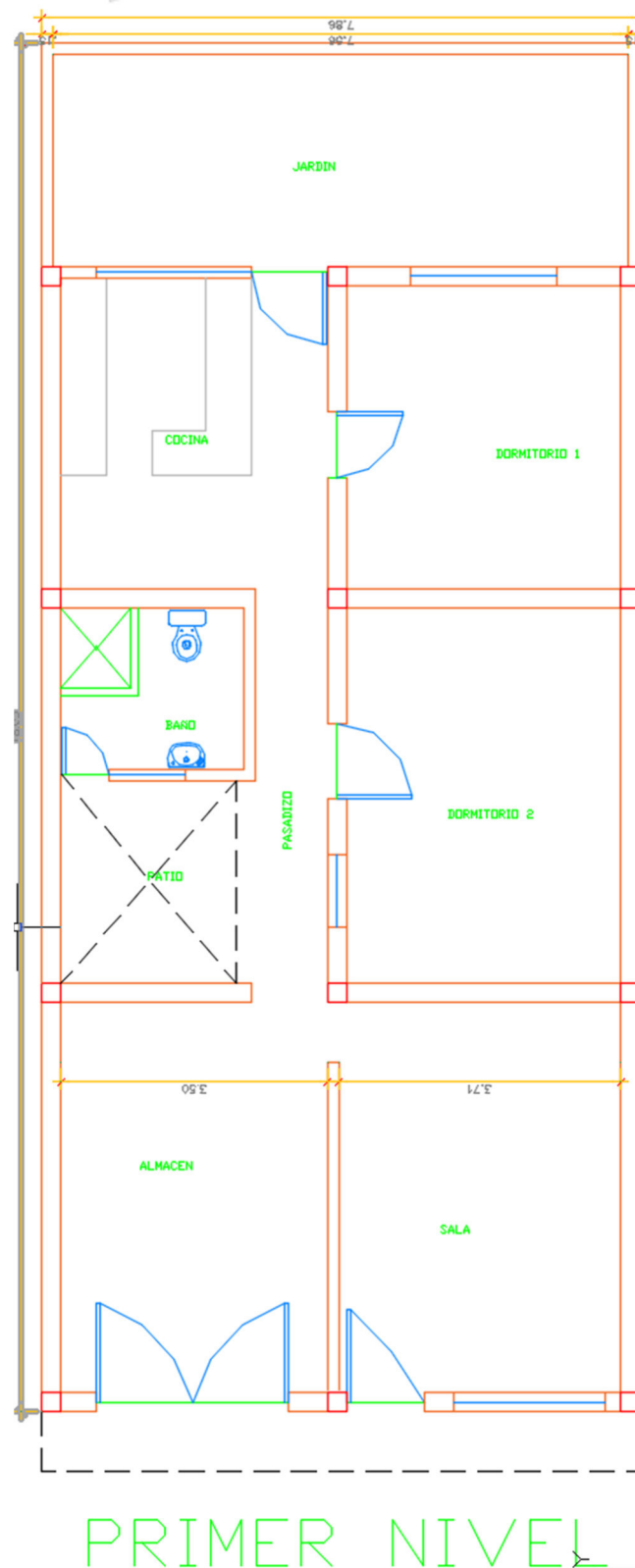
Afectada la armadura en la superficie, esto tiende a continuar hasta llegar a terminar con la sección del acero.

vi. Pérdida de sección

La presencia de una lesión que no se conoce que tanto, es la lesión de la gravedad.

## d. Ubicación de la zona de estudio





e. Distribución de la planta actual del primer nivel

f. Descripción de las condiciones de los elementos estructurales de la edificación

i. Cimientos

El cimiento se puede observar que mantienen de manera regular su estado de conservación.

ii. Pared

Las paredes de albañilería confinada de ladrillo macizo sólido, el amarre es el tipo cabeza en todas sus divisiones geométricas. Como excepción el baño y un muro divisorio que son de amarre soga y que fueron construidos después de la construcción. El estado es conservado.

iii. Columnas

Las columnas están en todo el encuentro de muros de ladrillo y son de dimensión de 25 \* 25 cm en general con 4 varillas de ½” con estribos del tipo alambón liso. El estado es conservado.

iv. Vigas principales

De sección 25\*20 cm, vigas chatas en todo su perímetro de la losa y sobre los muros divisorios en general. El refuerzo es 4 varillas de ½” con estribos del tipo alambón liso. El estado es conservado.

v. Viguetas de techo aligerado

La losa está conservada gran parte del área techada; teniendo sectores puntuales donde la vigueta se está dañando a consecuencia del deterioro del acero a causa de la corrosión, del cual requiere intervención para conservar la estructura.



*Imagen 12: ampliación de grietas*  
*Fuente: Elaborado por el autor*



*Imagen 13: Viguetas dañadas (zona Baño)*  
*Fuente: Elaborado por el autor*

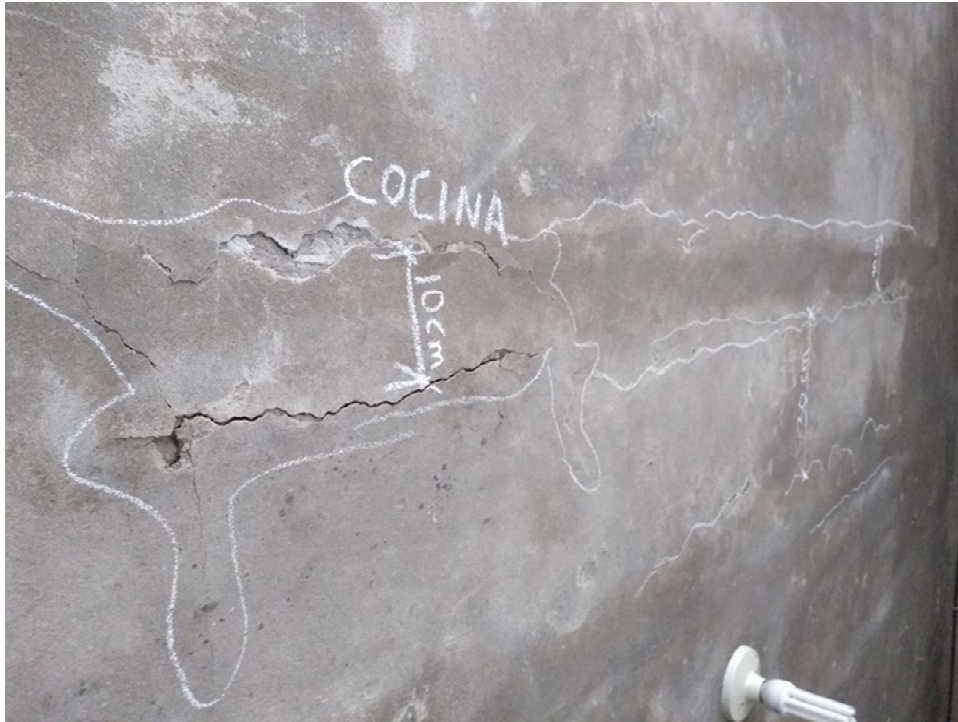
## **2. Idealización de la losa aligerada bajo las condiciones de grietas.**

En la Normativa peruana no hay referencia respecto a las fisuras o grietas para estructuras de concreto, en este sentido se complementara con referencia del comité ACI 224.2R - 92 que hace referencia a figuración de miembros de hormigón en tracción directa y se hará referencia al capítulo 3 Comportamiento de la figuración y ecuación para su predicción, del cual se detallara las características de consideraciones, esto se compara con la información la presente investigación como mecanismo de diagnóstico y no con fines de reparación u estudio de las fisuras.

El desarrollo de las fisuras y la geometría de las mismas, se dan cuando el elemento sometido a tracción (tracción directa, tracción por flexión, tracción indirecta) lo que produce deformaciones locales. El desarrollo de la fisura externa, son más anchas en la superficie del concreto endurecido y tienen su menor ancho en la superficie de las barras de la armadura que se encuentran embebidas.

Para determinar si las fisuras corresponden a miembros sometidos a flexión, las separaciones de las fisuras deben de aproximarse al doble del recubrimiento medido hasta el centro de la barra de armadura (ACI 224.2R, 1997); por tanto las fisuras que se observa en la edificación existente toman formas distintas y superando las posibilidades del presente comité ACI.





*Imagen 14: Zona de cocina se aprecia la afectación al borde de la vigueta del techo  
Fuente: Elaborado por el autor*



*Imagen 15: Desprendimiento del ladrillo de techo.  
Fuente: Elaborado por el autor*



*Imagen 16: Se aprecia el desprendimiento del ladrillo de techo respecto a la viga de techo.  
Fuente: Elaborado por el autor*

En referencia a los anchos de fisura razonable bajo cargas de servicios según ACI 224R, aclarar para el juicio del profesional que si pasara los limites, en el tiempo compromete las estructuras al estar expuestos al medio ambiente.

Valores del ancho de las fisuras.

Condición de Exposición	Ancho de fisura	
	in.	mm
Aire seco o membrana protectora	0,016	0,41
Humedad, aire húmedo, suelo	0,012	0,30
Productos químicos descongelantes	0,007	0,18
Agua de mar y rocío de agua de mar, humedecimiento y secado	0,006	0,15
Estructuras para retención de agua†	0,004	0,10

*Imagen 17: Ancho de fisuras razonables  
Fuente: ACI 224R*





*Imagen 18: Ancho de fisura en techo existente.  
Fuente: Elaborado por el autor*

### **3. Idealización de la losa aligerada bajo las condiciones de corrosión.**

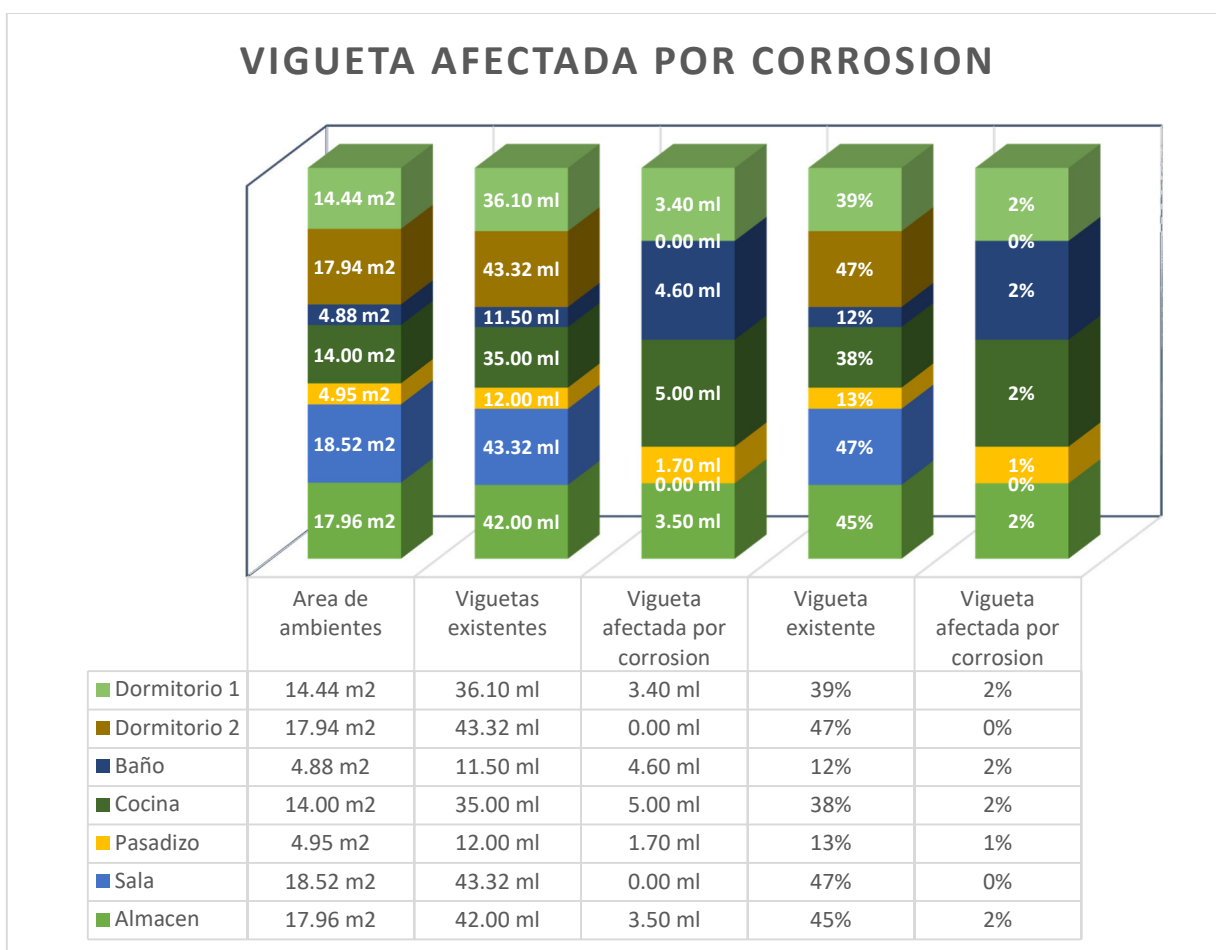
Bajo las condiciones afectadas por corrosión generalizada en las barras de refuerzo esto hace que aumente el volumen para luego fracturar la estructura, se produce a consecuencia que el Ph (poder de hidrogeno) ha bajado a niveles inferiores convirtiendo el medio en acido e eliminando la protección pasiva del refuerzo y de esta manera favorece al inicio del proceso de oxidación.

Para poder aumentar su resistencia y poder librar de los otros posibles esfuerzos en la zona afectada antes de que la corrosión haya iniciado es posible mencionar como inhibidores de corrosión, pinturas anticarbonatación, tratamientos hidrófugos, realcalinización, extracción de cloruros ente otros alternos del mercado.

Cuando la estructura ya inicio el proceso de oxidación el planteamiento para determinar el grado de afectación será como mínimo lo siguiente:

- ✓ Saneamiento localizado
- ✓ Refuerzo de la estructura
- ✓ Demolición

Al haber conocido el planteamiento de la estructura existente se determina reforzamiento de la estructura tomando en consideración la significancia.



*Figura 25: Representación de viguetas dañadas en porcentajes por ambiente  
Fuente: Elaborado por el autor*

Respecto a la cantidad de viguetas suman de 223.24 ml existente de las cuales se describe que 205 ml se encuentran en estado conservado y 18.20 ml se tiene que intervenir como parte

del reforzamiento estructural; esto garantizará la continuidad del servicio de la estructura y estará apoyado con la referencia cálculo de la losa aligerada para el reforzamiento de losa en una dirección.



*Imagen 19: Fractura del concreto por aumento de volumen de la barra oxidada.  
Fuente: Elaborado por el autor*



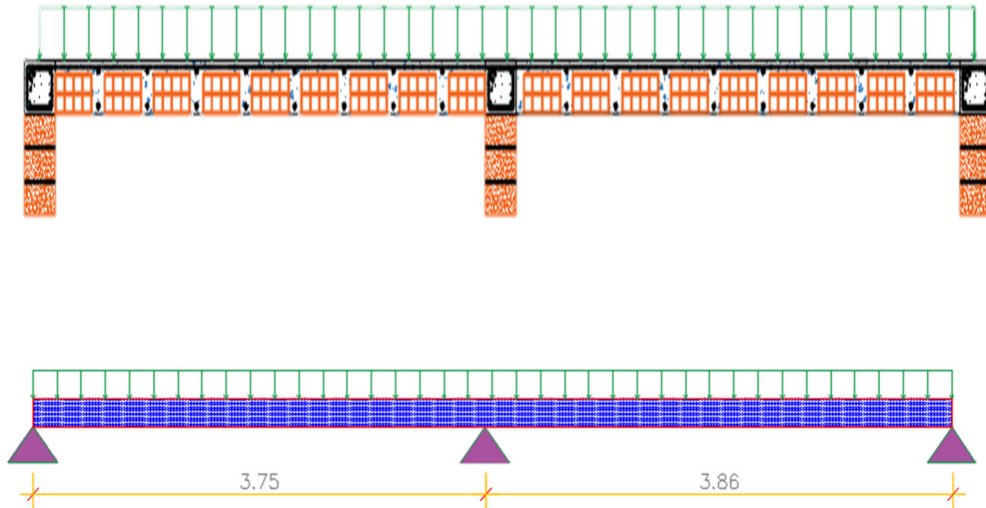
*Imagen 20: Desprendimiento en viguetas, ambiente Baño.  
Fuente: Elaborado por el autor*



*Imagen 21: Acumulación de agua de lluvia  
Fuente: Elaborado por el autor*



#### 4.5. Cálculo de la losa aligerada para el reforzamiento de losa en una dirección



#### 4. Medrado de cargas

##### a. Carga muerta

Peso propio =  $300 \text{ kg/m}^2$

Piso terminado =  $100 \text{ kg/m}^2$

Tabiquería =  $100 \text{ kg/m}^2$

$D = 500 \text{ kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 200 \text{ kg/m}$

##### b. Carga viva

Sobrecarga (s/c) =  $200 \text{ kg/m}^2$

$L = 200 \text{ kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 80 \text{ kg/m}$

##### c. Combinación de cargas

$$W_u = 1.5 D + 1.8 L$$

$$W_u = 1.5(200) + 1.8(80) = 444 \text{ kg/m}$$

## 5. Análisis estructural

### a. Coeficientes de ACI 318

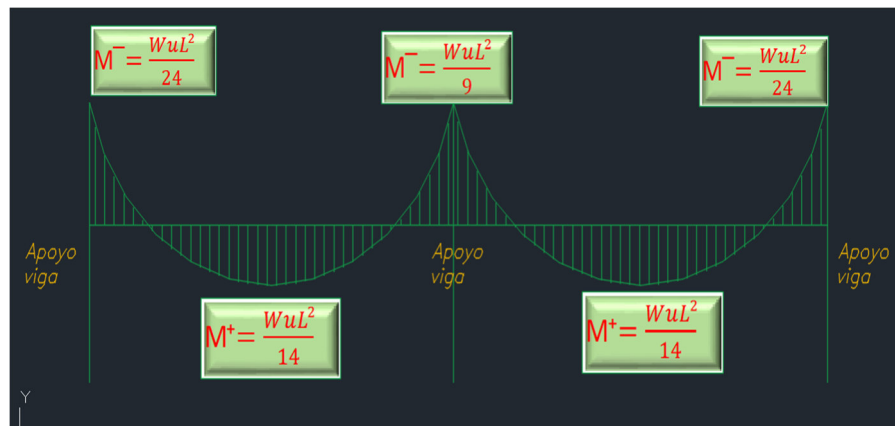
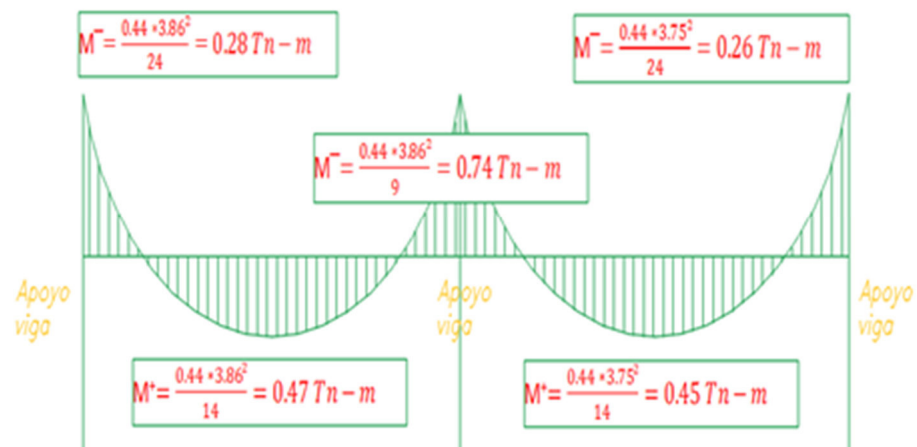


Imagen 22: Coeficientes del ACI 318  
Fuente: Elaborado por el autor

### b. Diagrama de momento flector – Momento ultimo



Los momentos últimos en los apoyos es:

$$M_u^- = \frac{0.44 \cdot 3.86^2}{24} = 0.28 Tn - m$$

$$M_u^- = \frac{0.44 \cdot 3.86^2}{9} = 0.74 Tn - m$$

$$Mu^- = \frac{0.44 * 3.75^2}{24} = 0.26 Tn - m$$

$$Mu^+ = \frac{0.44 * 3.86^2}{14} = 0.47 Tn - m$$

$$M^+ = \frac{0.44 * 3.75^2}{14} = 0.45 Tn - m$$

c. Diagrama de momento flector – Momento nominal

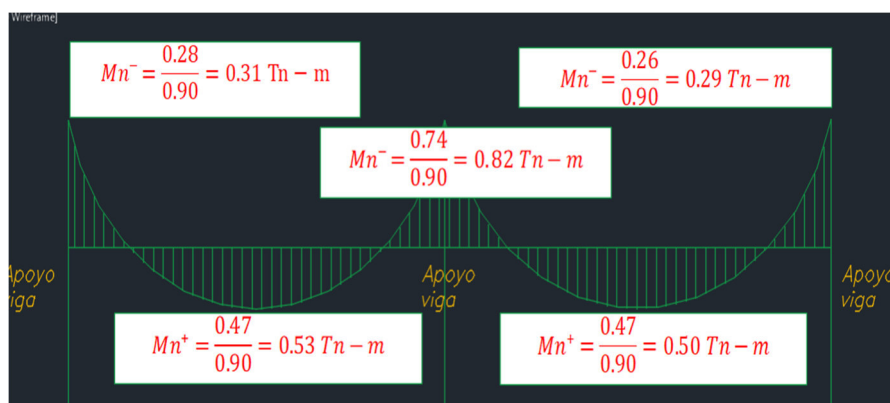


Imagen 23: Diagrama momento nominal  
Fuente: Elaborado por el autor

Los momentos nominales en los apoyos son:

$$Mn^- = \frac{0.28}{0.90} = 0.31 Tn - m$$

$$Mn^- = \frac{0.74}{0.90} = 0.82 Tn - m$$

$$Mn^- = \frac{0.26}{0.90} = 0.29 Tn - m$$

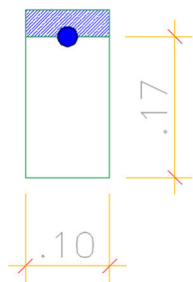
$$Mn^+ = \frac{0.47}{0.90} = 0.53 Tn - m$$

$$Mn^+ = \frac{0.47}{0.90} = 0.50 Tn - m$$

## 6. Diseño por flexión

a. Apoyo central para el momento Negativo (-)

Para el caso se tomará el  $M^-$  mas critico de un tramo:



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

$$\text{Acero } fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$a = d/5$$

Momento nominal

$$Mn = 0.82 \text{ Tn-m}$$

$$\text{Asumiendo } a = d/5 \rightarrow \frac{17}{5} = 3.4 \text{ cm}$$

### Iteración 1

$$* As_1 = \frac{0.82 \cdot 10^5 \text{ kg-cm}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot \left(17 \text{ cm} - \frac{3.4 \text{ cm}}{2}\right)} = 1.27 \text{ cm}^2$$

Verificando "a"

$$*a = \frac{1.27 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 10 \text{ cm}} = 2.99 \text{ cm}$$

### Iteración 2

$$* As_1 = \frac{0.82 \cdot 10^5 \text{ kg-cm}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot \left(17 \text{ cm} - \frac{2.99 \text{ cm}}{2}\right)} = 1.25 \text{ cm}^2$$

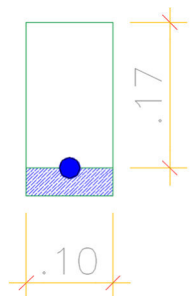
Verificando "a"

$$*a = \frac{1.25 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 10 \text{ cm}} = 2.95 \text{ cm}$$

\*\*∴ se asume el acero para el M<sup>-</sup> As = 1.25 cm<sup>2</sup>

$$** 1\phi \frac{1}{2}'' = 1.27 \text{ cm}^2$$

b. Apoyo central para el momento positivo (+)



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

$$\text{Acero } fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$a = d/5$$

Momento nominal

$$Mn = 0.53 \text{ Tn-m}$$



### Iteración 1

Calculando “a”

$$\begin{array}{l} \text{Si } 0.82 \text{ Tn-m} \text{ ————— } 2.95 \text{ cm} \\ 0.53 \text{ Tn-m} \text{ ————— } a \end{array}$$

$$* a = \frac{0.53 \text{ Tn-m} * 2.95 \text{ cm}}{0.82 \text{ Tn-m}} = 1.90 \text{ cm}$$

$$* A_{S1} = \frac{0.53 * 10^5 \text{ kg-cm}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * \left(17 \text{ cm} - \frac{1.90 \text{ cm}}{2}\right)} = 0.78 \text{ cm}^2$$

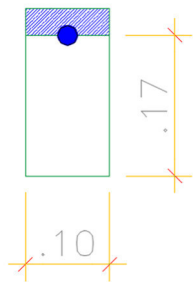
Verificando “a”

$$* a = \frac{0.78 \text{ cm}^2 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{0.85 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 10 \text{ cm}} = 1.83 \text{ cm}$$

\*\*∴ se asume el acero para el M<sup>+</sup> A<sub>s</sub> = 0.78 cm<sup>2</sup>

$$** 1\phi 12 \text{ mm} = 1.13 \text{ cm}^2$$

c. Apoyo Extremo para el momento Negativo (-)



$$\begin{aligned} \text{Concreto } f'_c &= 210 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Acero } f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \\ a &= d/5 \\ \text{Momento nominal} \\ M_n &= 0.31 \text{ Tn-m} \end{aligned}$$

### Iteración 1

Calculando "a"

$$\begin{aligned} \text{Si } 0.53 \text{ Tn-m} &\text{ ————— } 1.83 \text{ cm} \\ 0.31 \text{ Tn-m} &\text{ ————— } a \end{aligned}$$

$$* a = \frac{0.31 \text{ Tn-m} \cdot 1.83 \text{ cm}}{0.53 \text{ Tn-m}} = 1.07 \text{ cm}$$

$$* A_{s1} = \frac{0.31 \cdot 10^5 \text{ kg-cm}}{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot \left(17 \text{ cm} - \frac{1.07 \text{ cm}}{2}\right)} = 0.44 \text{ cm}^2$$

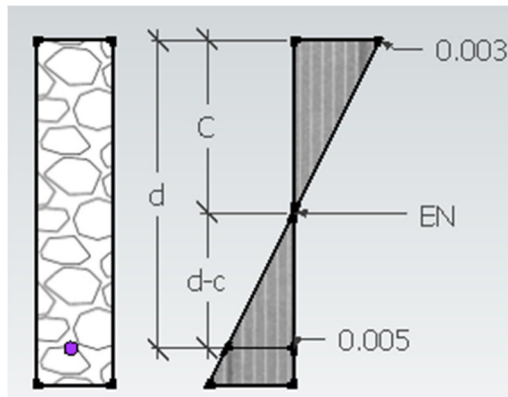
Verificando "a"

$$* a = \frac{0.44 \text{ cm}^2 \cdot 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 10 \text{ cm}} = 1.04 \text{ cm}$$

\*\*∴ se asume el acero para el M<sup>-</sup> A<sub>s</sub> = 0.44 cm<sup>2</sup>

$$** 1\phi 3/8'' = 0.71 \text{ cm}^2$$

d. Verificando acero requerido para el diseño a flexión en la vigueta



$$\frac{c}{0.003} = \frac{d-c}{0.005}$$

$$\frac{5}{3}c = d-c$$

$$\frac{8}{3}c = d$$

$$c = \frac{3}{8}d$$

$$a = \beta * c$$

$$A_{s_{\max}} = \frac{\beta * f'c * a * b}{f_y}$$

Para el ACI en su sección 10.5.1 según el análisis realizado a la estructura no debe ser menor al obtenido:

Acero mínimo

$$*A_{s_{\min}} = \frac{14}{f_y} b * d \dots \dots \dots \text{si } f'c < 315 \text{ kg/cm}^2$$

$$*A_{s_{\min}} = \frac{14}{4200 \text{ kg/cm}^2} * 10 \text{ cm} * 17 \text{ cm} = 0.57 \text{ cm}^2$$

Acero máximo

$$c = \frac{3}{8} * 17 \text{ cm}$$

$$c = 6.38 \text{ cm}$$

$$a = 0.85 * 6.38 \text{ cm}$$

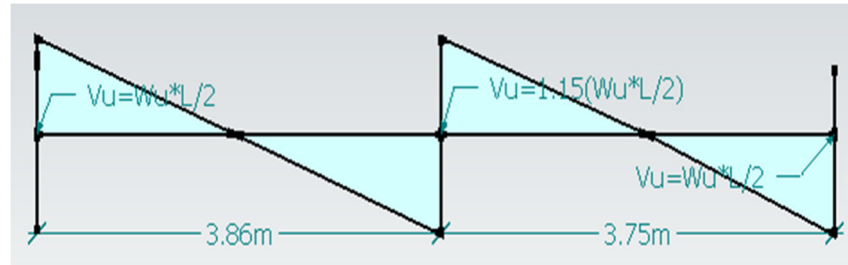
$$a = 5.42 \text{ cm}$$

$$A_{s_{\max}} = \frac{0.85 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 5.42 \text{ cm} * 10 \text{ cm}}{4200 \text{ kg/cm}^2} = 2.30 \text{ cm}^2$$

Por tanto, se acepta los refuerzos mínimo y máximo por estar dentro de la tolerancia permisible.

## 7. Verificación por fuerza cortante (ACI 318-19; 6.5.4)

a. Verificamos el cortante máximo



$$V_u = 1.15 * \frac{0.44 \text{ Tn-m} * 3.86}{2} = 0.99 \text{ Tn}$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi}$$

$$V_n = \frac{0.99}{0.75} = 1.31 \text{ Tn} \text{ --- Fuerza que corta la vigueta}$$

b. Resistencia del corte al concreto

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 10 \text{ cm} * 17 \text{ cm}$$

$$V_c = 1305.7 \text{ kg}$$

\*\* incrementamos un 10% a  $V_c$  y obtenemos lo siguiente:

$$V_c = 1305.7 \text{ kg} * 1.10$$

$$V_c = 1.44 \text{ Tn}$$

**∴ Indica que es mayor que  $V_n$ , se afirma la resistencia del concreto es correcta.**

## 8. Diseño del acero de temperatura ( ACI 318-19; 7.6.1.1)

### a. Área de Acero

$$A_s = 0.0018 * b * t$$

$$A_s = 0.0018 * 100\text{cm} * 5\text{cm}$$

$$A_s = 0.90 \text{ cm}^2$$

La barra de  $\phi \frac{1}{4}$ " tiene un area = 0.32 cm<sup>2</sup>; lo que equivale a repartir en un metro lineal en tres partes a 0.33 cm de espaciamiento.

Por otra parte la separacion maxima entre las varillas debe de cumplir a 5t o cinco veces el espesor de la losa (t).

→→ tomamos  $5*5= 25 \text{ cm}$  para el espaciamiento.

**“Para la presente investigacion esta condicion si se cumple , se verifico que la losa aligerada existente si cuenta con el acero requerido.”**

## 9. Corte de acero

### a. Coeficientes de ACI 318

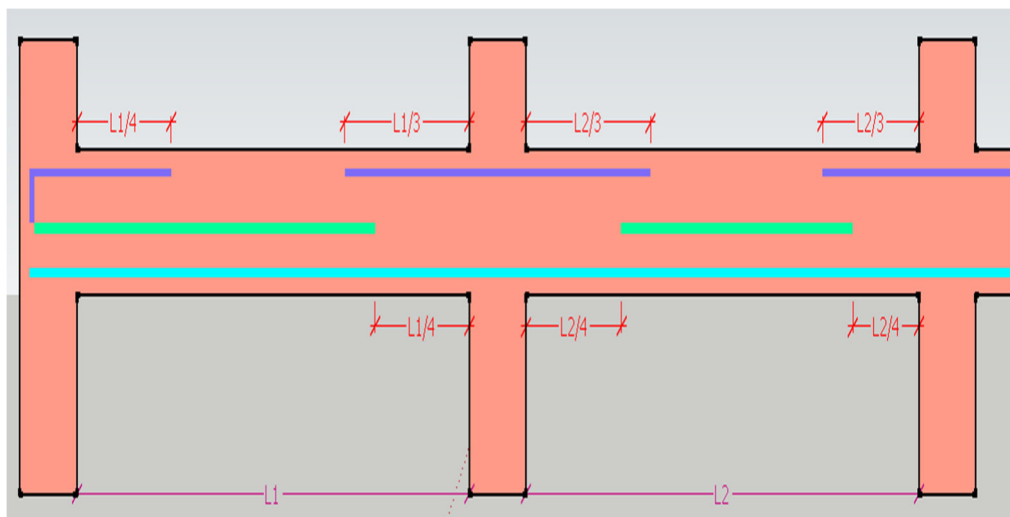


Figura 26: Corte de acero  
Fuente: Elaborado por el autor

## 10. Distribucion de acero

- a. Al haber aplicado los Coeficientes de ACI 318 se determinó el diseño de la losa aligerada para el caso en estudio.

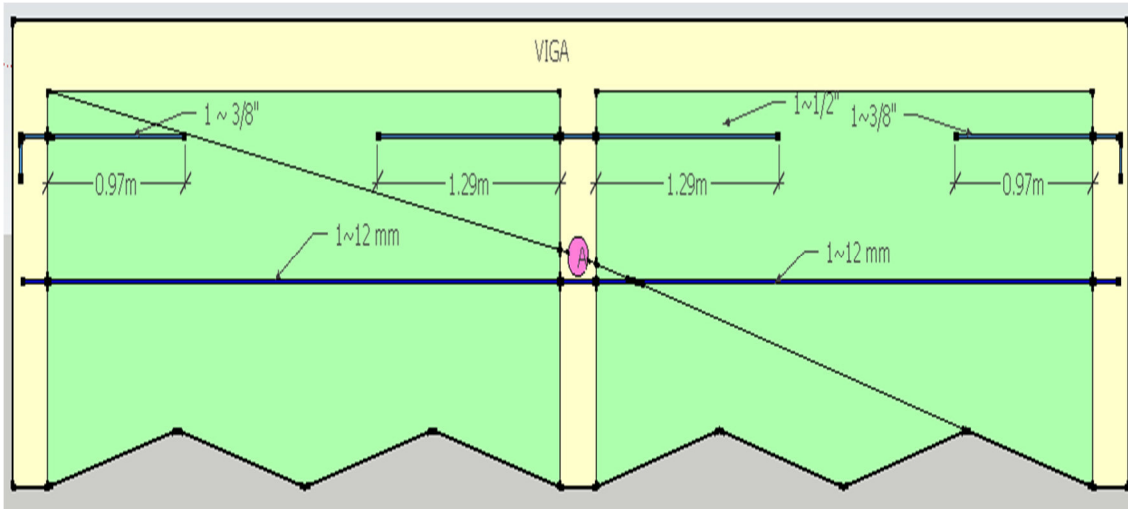
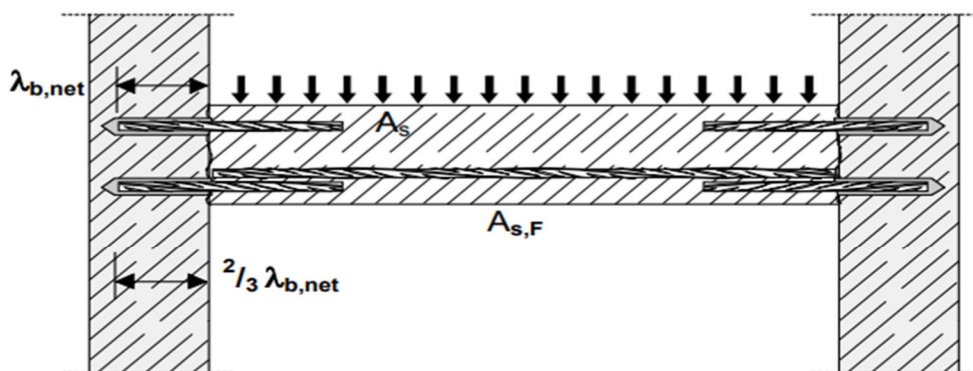


Figura 27: Diseño de losa ACI 318-19  
Fuente: Elaborado por el autor

## 11. Conexiones de armaduras post-instaladas (Profundidad de desarrollo) en los apoyos de la losa aligerada

- a. El ACI 318-19 en la sección D del capítulo 17 hace referencia a anclajes químicos para anclajes superficiales que están sometidas a fuerza de tensión y corte; para anclajes profundos se toma los datos del presente (Assessment of post-installed rebar connections TR 023 Edition November 2006) de European organization for technical assessment (EOTA). Este informe técnico abarca la conexión de la armadura postinstalada diseñado de acuerdo con el ente 1992-1-1. refieren a la norma Eurocódigo 2 Anexo C, Tabla C.1 y C2N y También de la información de ETA 13/0780.

Cuando la armadura de refuerzo empotrada es recta y considerando las propiedades específicas en el eurocódigo 2, a esta no se considera carga dinámica.



**Figure 1.3:** End anchoring of slabs or beams, designed as simply supported

*Imagen 24: Anclaje final de losas*  
Fuente: Eurocodigo 2

*Tabla 29: Propiedades de las barras corrugadas (eota)*

Propiedades de las barras corrugadas		
Descripción del Producto		Armaduras y varillas rebobinadas
Clase		B      C
Limite elástico característico $f_{yk}$ or $f_{0,2k}$ (MPa)		400 – 600
Valor mínimo de $k = (f_t / f_y) k$		$\geq 1,08$ $\geq 1,15$ $< 1,35$
Deformación característica a tracción máxima $\epsilon_{uk}$ (%)		$\geq 5,0$ $\geq 7,5$
Flexibilidad		Test de doblado/redoblado
Desviación máxima desde del peso nominal (barra individual o alambre) (%)	Tamaño nominal de la armadura (mm) $\leq 8 > 8$	$\pm 6,0$ $\pm 4,5$
Adhesión: Área de corrugado relativa mínima, $f_{R,min}$	Tamaño nominal de la armadura (mm) 6.5 to 12 > 12	0,040 0,056

*Fuente: Tomado de oeta*

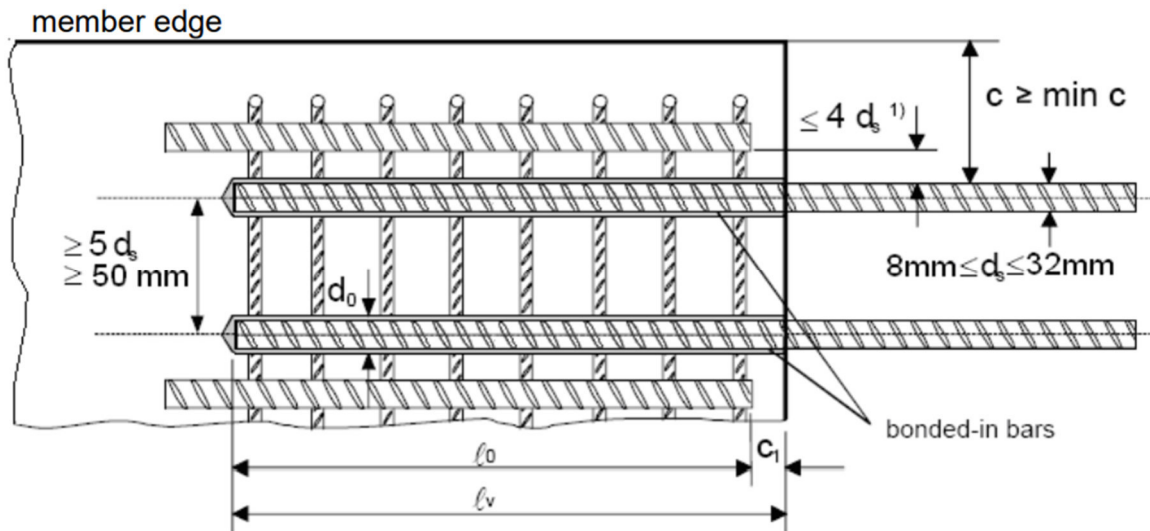


Imagen 25: Diseño general Regla de construcción para armaduras unidas  
Fuente: Tzus - eota

Tabla 30: Longitud mínima y máxima de anclaje para C20/25.

Longitud de instalación $l_{\text{máx.}}$ (anclajes)				
Barras corrugadas		Mín.		Máx.
		$l_{b,\text{min}}$ [mm]	Conexión solapada $l_{0,\text{min}}$ [mm]	$l_{\text{max}}$ [mm]
$\varnothing d_s$ [mm]	$f_{y,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]			
8	500	114	200	400
<b>10</b>	<b>500</b>	<b>142</b>	<b>200</b>	<b>500</b>
12	500	171	200	600
<b>14</b>	<b>500</b>	<b>199</b>	<b>210</b>	<b>700</b>
16	500	227	240	800
20	500	284	300	1000
25	500	355	375	1000

Fuente: eota



Tabla 31: Resistencia de hormigón según eurocódigo 2.

Resistencia requerida		
Resistencia del hormigón (1)	Valores de diseño de la resistencia final de la unión fbd (N/mm <sup>2</sup> ) (2)	Resistencia requerida a la unión para armaduras pos instaladas freq.bm (N/mm <sup>2</sup> )
C20/15	1.6	7.1
C16/20	2	8.6
<b>C20/25</b>	<b>2.3</b>	<b>10</b>
C25/30	2.7	11.6
C30/37	3	13.1
C35/45	3.4	14.5
C40/50	3.7	15.9
C45/55	4	17.2
C50/60	4.3	18.4

Fuente: eurocodigo 2

Evaluación de resultados para la evaluación de la profundidad de desarrollo de anclaje postinstalados según los cuadros tomados de TR 023 de EOTA se concluye en:

- ✓ **La longitud de desarrollo determinado para el diámetro 12 mm según tabla 30 se aprox. = 17.5 cm**
- ✓ **La longitud de desarrollo determinado para el diámetro 3/8" según tabla 30 se aprox. = 14.5 cm**

## 12. Interacción software rebar connections

- a. Con la interacción del software de la marca sika especialista en anclajes en el Perú (rebar connections) se verifico los resultados para su mejor aproximación

Carga  
Cargas de diseño

Combinación de carga

$N_{d,As1}$   
 $N_{d,As2}$

7.28 kN/m  
4.64 kN/m

Combinación extraordinaria

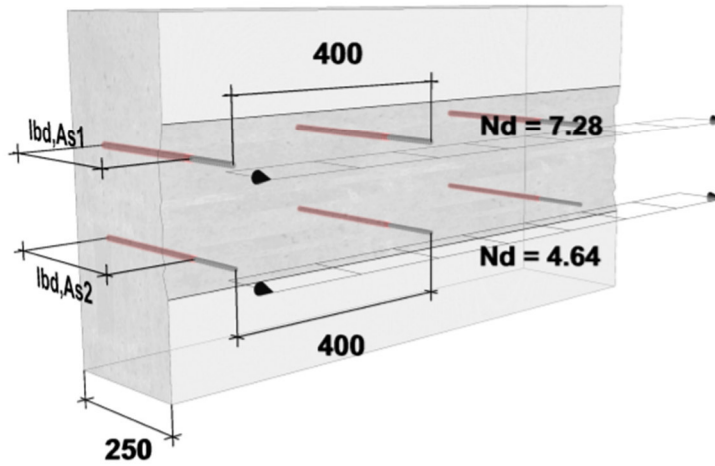


Imagen 26: Cargas sometidas al diseño de interacción; KN/m (Nd) para As1 y As2.  
Fuente: Elaborado por el autor

Nombre	Diámetro	Distancia	l0 / lbd	Profundidad de taladro	Utilización	Resultados
As1	10.0 mm	400 mm	131 mm	131 mm	64.68 %	Diámetro aceptable
As1	12.0 mm	400 mm	157 mm	157 mm	44.92 %	Diámetro aceptable
As1	14.0 mm	400 mm	183 mm	183 mm	33.00 %	Diámetro aceptable
As1	16.0 mm	400 mm	209 mm	209 mm	25.27 %	Diámetro aceptable
As1	8.0 mm	400 mm	105 mm	105 mm	-	Diámetro no aplicable
As1	20.0 mm	400 mm	261 mm	261 mm	-	Diámetro no aplicable
As1	25.0 mm	400 mm	327 mm	327 mm	-	Diámetro no aplicable
As1	28.0 mm	400 mm	366 mm	366 mm	-	Diámetro no aplicable
As1	32.0 mm	400 mm	418 mm	418 mm	-	Diámetro no aplicable
As2	8.0 mm	400 mm	105 mm	105 mm	89.92 %	Diámetro aceptable
As2	10.0 mm	400 mm	131 mm	131 mm	57.55 %	Diámetro aceptable
As2	12.0 mm	400 mm	157 mm	157 mm	39.97 %	Diámetro aceptable
As2	14.0 mm	400 mm	183 mm	183 mm	29.36 %	Diámetro aceptable
As2	16.0 mm	400 mm	209 mm	209 mm	22.48 %	Diámetro aceptable

Imagen 27: Diámetro de anclaje, longitud de desarrollo y profundidad de taladro.  
Fuente: Elaborado por el autor

## Armaduras de unión instaladas a posteriori Sika AnchorFix-2

$\alpha_1 = 1.00$	EN 1992-1-1 8.4.4
$\alpha_2 = 0.70$	EN 1992-1-1 8.4.4
$\alpha_3 = 1.00$	EN 1992-1-1 8.4.4
$\alpha_4 = 1.00$	EN 1992-1-1 8.4.4
$\alpha_5 = 1.00$	EN 1992-1-1 8.4.4
$l_{bd} = 104.35 \text{ mm}$	Longitud de cálculo de anclaje EN 1992-1-1 8.4.4
$l_v = 105 \text{ mm}$	Profundidad de taladro

**El anclaje seleccionado es aplicable**

Detalle de anclajes para vigueta de losa aligerada

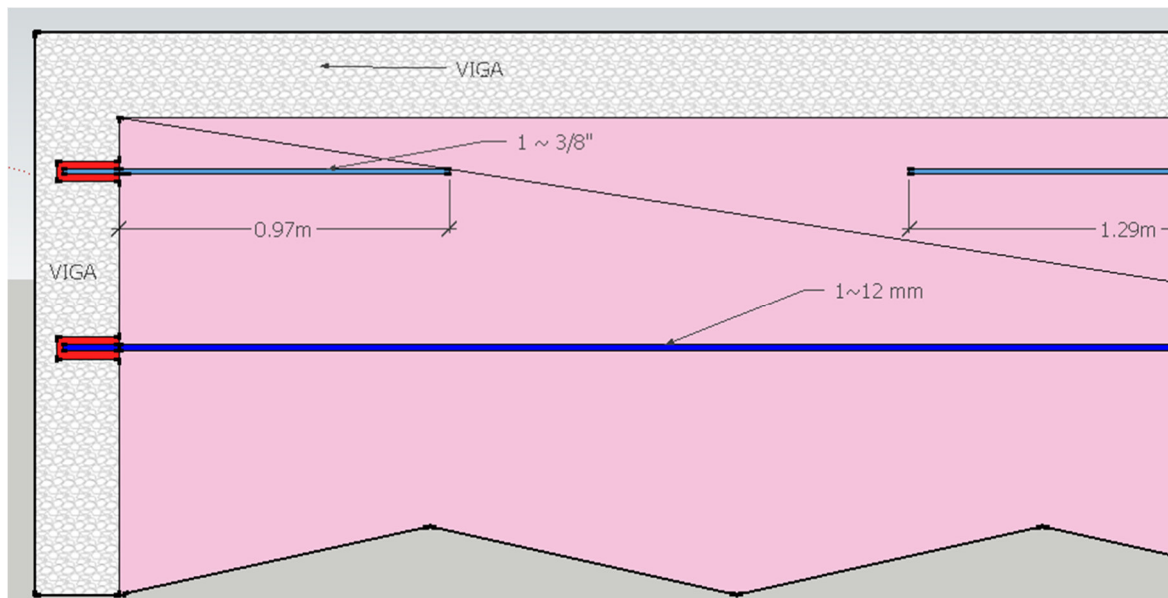


Figura 28: Detalle para anclaje químico  
 Fuente: Elaborado por el autor

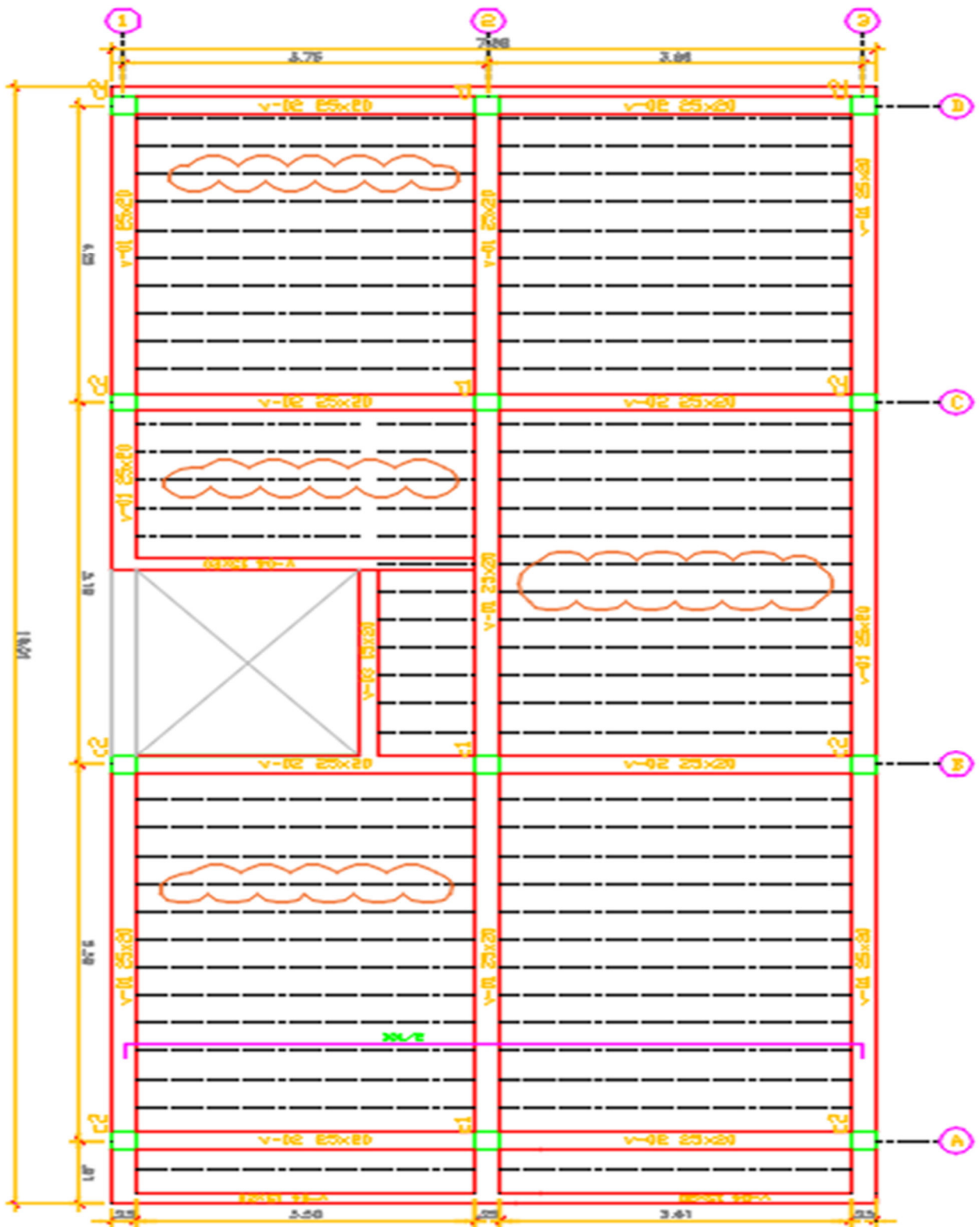


Imagen 28: Identificación de corrosión de acero en losa aligerada.  
Fuente: Elaborado por el autor

## CAPITULO V

### DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la investigación acerca de la losa aligerada autoconstruida, el mismo que es afectada por la corrosión del acero, al respecto permiten establecer las siguientes discusiones según el análisis estadístico realizado:

1. (Guanoliquín & Elton, 2018) sostiene cuando existe presencia de óxido en la superficie del refuerzo la capacidad de adherencia disminuye. Al realizar la contrastación de relación de las variables losa aligerada y corrosión del acero se halló una significancia menor a 0.05, por lo que ambas variables existen una relación directa entre ellas de 30.0 es decir influye significativamente la corrosión del acero, genera desprendimiento de concreto en losas aligeradas.
2. (Hernandez & Guerra, 2015) en referencia, a la humedad relativa se mantiene por largos periodos capaz de dar inicio a la corrosión por presencia de poros en el hormigón. Al contrarrestar las evaluaciones de la condición ambiental refleja de manera significativamente el proceso de la corrosión por el medio ambiente que responde a una correlación encontrada entre la dimensión y la variable fue de 30.00, lo que indica que la humedad activa a la reacción de los materiales del concreto armado.
3. (Chuquija, 2017) concluyo que a consecuencia de los cloruros y del medio ambiente presencio la deslaminación y presencia de grietas en estructuras de concreto en la provincia del callao. Del cual la reciprocidad encontrada entre ambas variables fue de 30.00. este resultado, se ha establecido que la grieta influye significativamente en los procesos de la corrosión del acero de losas aligeradas.
4. (Bermúdez, 2007) sostiene la mejora de la calidad para mantener la estructura es controlando la relación agua/cemento, el compactado y uso de aditivos con la finalidad de no oxigenar el interior del hormigón. De esta se encontró entre la dimensión y la variable fue de 14.483, lo que se puede determinar que la corrosión determina el debilitamiento del acero de refuerzo en losas aligeradas.
5. Con los resultados obtenidos para los anclajes químicos para barras corrugadas se determinó que se debe hacer anclaje en los apoyos, debido a que la construcción es existente y las reparaciones son puntuales.

## CONCLUSIONES

1. Se ha validado que el concreto elaborado en autoconstrucción pierde propiedades físicas mostrando una pérdida de alcalinidad por debajo de 8 pH; el respaldo estadístico de interés con un claro indicador del 90% asocia los daños con el medio ambiente y los procesos constructivos y dispone a tomar acciones correctivas y plantear un diseño de vigueta para reemplazarlos.
2. Se ha evaluado que las condiciones ambientales de la zona aceleran el proceso de corrosión del acero de refuerzo a consecuencia de la carbonatación del concreto y esto se debe a la mala práctica de construcción e inapropiada supervisión técnica.
3. Se verificó las grietas longitudinales en la losa aligerada ocasionada por la absorción de humedad en los ladrillos son parte del inicio de las pérdidas de las propiedades físicas y mecánicas del concreto endurecido.
4. La presencia de la corrosión en el acero de refuerzo de la losa aligerada se debe a que el concreto a perdido el pH, entonces se debe plantear la alternativa de diseño de losa aligerada para que reemplace la vigueta existente satisfaciendo las características estructurales.

## RECOMENDACIONES

1. A la autoridad en el ordenamiento de las autoconstrucciones y a propietarios de viviendas a tomar en cuenta la eficiencia del concreto y del acero al momento de construir, para que más adelante no tener sobrecostos de rehacer trabajos mal ejecutados.
2. Difundir como las condiciones ambientales del lugar aceleran el daño a las estructuras horizontales; se debería impermeabilizar para lograr que las aguas de lluvia no pasmen en el concreto.
3. Evaluar las apariciones de grietas especialmente en la losa aligerada con la finalidad de determinar si son a causa del proceso de oxidación del acero de refuerzo de la vigueta de la losa
4. Solicitar la opinión del profesional en ingeniería civil cuando exista la presencia de óxido en el acero de refuerzo con la finalidad que evalué el diagnostico los aspectos consecuentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 360 en concreto. (27 de 05 de 2014). Corrosión del acero de refuerzo. Colombia.
- ACI. (24 de 05 de 2018). *Institute, Capítulo Peruano del American Concrete*. Recuperado el 1-12-2018 de 11 de 2018, de Corrosión es estructuras de concreto. Causas, Reparación y Protección: <http://www.aci-peru.org/js254/index.php/component/content/article/20-eventos/141-corrosion-en-estructuras-de-concreto-causas-reparacion-y-proteccion>
- ACI 224.2R, A. (1997). *FISURACIÓN DE MIEMBROS DE HORMIGÓN EN TRACCIÓN DIRECTA*. ACI.
- Bermúdez, O. M. (2007). *Corrosión de las armaduras del hormigón armado en ambiente marino: Zona de carrera de mareas y zona sumergida*. (Tesis doctor), Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Book Civil. (s.f.). *[Imagen]*. Obtenido de <https://bookcivil.com/estructuras/concreto-armado/viga-t-analisis-y-diseno/>
- Cerna, V. M. (2010). Vida útil en estructuras de concreto armado desde el punto de vista de comportamiento del material. (*Tesis de Grado*). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Chávez, v. J., & Álvarez, R. O. (2005). Metodología para el Diagnóstico y Restauración de Edificaciones. *revista de la construcción*, 4, 47-54. Recuperado el 17 de 03 de 2020, de <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127619745006.pdf>
- Choque, D. R. (2005). *Efectos del fenómeno de corrosión en las estructuras de concreto armado*. (Tesis de Grado), Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Chuquija, Z. (2017). Evaluación de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao 2017. (*Tesis de Grado*). Universidad César Vallejo, Lima.
- Del Rio, B. A. (2008). *Patología, reparación y refuerzo de estructuras de hormigón armado de edificación*. Madrid: E.T.S. de Arquitectura - UPM. Recuperado el 17 de 03 de 2020, de [http://oa.upm.es/1159/1/LIBRO\\_RIO\\_BUENO\\_01.pdf](http://oa.upm.es/1159/1/LIBRO_RIO_BUENO_01.pdf)
- Díez, B. R. (2012). Morteros de reparación con inhibidores de corrosión. *Dialnet*, 48-50. Recuperado el 30 de 09 de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4150294>
- e-construir. (2019). Recuperado el 22 de 07 de 2019, de <http://e-construir.com/materiales/>
- Florencia, U. (Febrero de 2012). *Definición de Supervision*. Recuperado el 13 de 06 de 2019, de Definición ABC: <https://www.definicionabc.com/general/supervision.php>
- galvez monteagudo asociados. (24 de 05 de 2018). *Saneamiento físico legal viviendas informales que se construyen al año es casi el doble de las formales*. Recuperado el 22 de 07 de 2019, de <https://www.galvezmonteagudo.pe/viviendas-informales-que-se-construyen-al-ano-es-casi-el-doble-de-las-formales/>



- Gestion. (09 de 09 de 2014). *Autoconstrucción representa un 3.6% del PBI del Perú*. Recuperado el 15 de 11 de 2018, de Gestion: <https://gestion.pe/economia/autoconstruccion-representa-3-6-pbi-peru-24943>
- Gestión. (09 de 09 de 2014). *El 75% de limeños que autoconstruye tiene claro qué marcas comprarán*. Recuperado el 15 de 11 de 2018, de Gestion: <https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/75-limenos-autoconstruye-claro-marcas-compraran-70973>
- Giraldez Sáez, E., Calderón Garía, J., & Peña Roch, F. (2010). Ciudad, vivienda y hábitat en los barrios informales de latinoamérica. *Dialnet*, 111.
- Guanoliqúin, A., & Elton, A. (2018). *Estudio experimental de la influencia de la oxidación en la capacidad de adherencia de las varillas corrugadas utilizadas como acero de refuerzo en el hormigón, mediante el ensayo Pull Out*. Escuela Politécnica Nacional, Quito, Quito.
- Harmen, T. E. (2005). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Lima: Fondo Editorial PUCP. Obtenido de [https://books.google.es/books?id=Gr3Ga9\\_\\_NB4C&dq=deterioro+del+concreto+armado&lr=&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.es/books?id=Gr3Ga9__NB4C&dq=deterioro+del+concreto+armado&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
- Hernandez, O. A., & Guerra, B. D. (2015). Influencia del micro-ambiente en el interior de una edificación sobre la corrosión del acero de refuerzo. *Cenic*, 45-55.
- Hernández, S., Fernández, C. C., & Baptista, L. M. (2010). *Metodología de la Investigación* (Vol. Quinta Edición). México: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- INEI. (2018 de 01 de 2018). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Recuperado el Miercoles de Noviembre de 2018, de <https://www.inei.gov.pe/prensa/noticias/lima-alberga-9-millones-320-mil-habitantes-al-2018-10521/>
- Inkaferro. (s.f.). *[Imagen]*. Obtenido de [http://www.inkaferro.com.pe/wp-content/uploads/Ficha-T%C3%A9cnica\\_Barras-corrugadas-ArcelorMittal60-Inkaferro-2019-comprimido.pdf](http://www.inkaferro.com.pe/wp-content/uploads/Ficha-T%C3%A9cnica_Barras-corrugadas-ArcelorMittal60-Inkaferro-2019-comprimido.pdf)
- Instituto Valenciano de la Edificación. (2005). Obtenido de <http://www.arquitectosdecadiz.com/wp-content/uploads/2017/12/Guia-inspeccion-estructuras-de-hormigon.pdf>
- León, A., & León, J. (Diciembre de 2018). Control, regulación, feedback, redundancia y recompensa en la comunicación. *Helios*, 474.
- mindmeister. (2019). *Mind*. Recuperado el 22 de 07 de 2019, de <https://www.mindmeister.com/es/956730345/mano-de-obra>
- Ministerio de Vivienda, C. y. (24 de 01 de 2016). *El Peruano*. Obtenido de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/DS-003-2016-VIVIENDA.pdf>
- Ministerio de vivienda, construccion y saneamiento. (2009). *Norma E-060 - Concreto armado*. Lima: Ministerio de vivienda, construccion y saneamiento.
- Oviedo, J. A. (17 de Mayo de 2018). *Efeprimace*. Recuperado el 21 de Julio de 2019, de <http://www.efepriace.co/reforzamiento-sismico-estructural/>

- Pradilla Cobos, E. (1987). *Instituto de estudios urbanos*. Recuperado el 24 de 12 de 2018, de [http://www.institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/Especializacion\\_Mercados/Documentos\\_Cursos/Autoconstruccion\\_Exploatacion\\_Politicas-Pradilla\\_Emilio-1987.pdf](http://www.institutodeestudiosurbanos.info/dmdocuments/cendocieu/Especializacion_Mercados/Documentos_Cursos/Autoconstruccion_Exploatacion_Politicas-Pradilla_Emilio-1987.pdf)
- Raigosa, t. E. (2010). *Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales*. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA, Costa Rica. Recuperado el 30 de 09 de 2019, de [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6167/tecnicas\\_reforzamiento\\_estructuras\\_construidas\\_concreto\\_deficiencias%20estructurales.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6167/tecnicas_reforzamiento_estructuras_construidas_concreto_deficiencias%20estructurales.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Real Academia Española. (s.f.). *Rae*. Recuperado el 22 de 07 de 2019, de <http://www.rae.es/>
- Revistas académicas de la univerisidad deChile. (25 de 05 de 1908). *Eficiencia del concreto*. Obtenido de <https://revistas.uchile.cl/index.php/AICH/article/download/32706/34473/>
- RPP Noticias. (26 de 09 de 2017). *RPP Noticias*. Recuperado el 14 de 11 de 2018, de <https://rpp.pe/economia/economia/capeco-el-70-de-viviendas-en-lima-son-construidas-sin-normas-tecnicas-noticia-1078934>
- SENCICO. (18 de 03 de 2009). Obtenido de <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>
- TurismoI.pe. (s.f.). *Turismo en Villa Maria del Triunfo*. Recuperado el 04 de 12 de 2018, de Turismo en Villa Maria del Triunfo: <https://turismoI.pe/ciudades/distrito/villa-maria-del-triunfo.htm>
- UDEP. (2016). *Estructuración y predimensionamiento*. Recuperado el 18 de 03 de 2020, de [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1\\_156\\_179\\_107\\_1474.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_156_179_107_1474.pdf)
- Valdivia, T. F. (28 de 05 de 2012). *Slideshare*. Recuperado el 22 de 07 de 2019, de [https://es.slideshare.net/ANGELSZQ/reforzamiento-de-estructuras-de-concreto?next\\_slideshow=1](https://es.slideshare.net/ANGELSZQ/reforzamiento-de-estructuras-de-concreto?next_slideshow=1)
- Zarza, O. M., Vargas, t. R., Acevedo, M. M., Torres, m. E., & Herazo, p. B. (2018). *Ensayo de compresión de probetas de cilindro*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/328199266\\_ENSAYO\\_DE\\_COMPRESION\\_DE\\_PROBETAS\\_DE\\_CILINDRO](https://www.researchgate.net/publication/328199266_ENSAYO_DE_COMPRESION_DE_PROBETAS_DE_CILINDRO)

“Si comienza uno con certezas, terminará con dudas; más si se acepta empezar con dudas, llegará a terminar con certezas.”

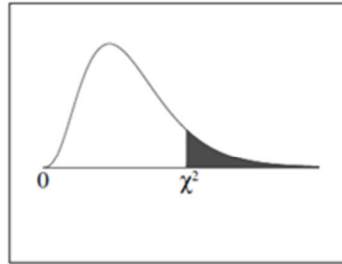
**Sir Francis Bacon**

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

<b>“REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSA ALIGERADA AFECTADA POR CORROSIÓN DEL ACERO EN VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA, LIMA - 2019”</b>							
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metodología</b>	<b>Antecedentes</b>
¿De qué manera contribuye el reforzamiento estructural de losa aligerada afectada por corrosión del acero en vivienda autoconstruida, Lima - 2019?	Calcular el reforzamiento estructural de losa aligerada afectada por corrosión del acero en viviendas autoconstruidas, Lima – 2019.	H: El reforzamiento estructural de losa aligerada contribuye a mejorar las viguetas afectadas por corrosión del acero en vivienda autoconstruida, Lima – 2019.	REFORZAMIENTO DE LOSA ALIGERADA (V1)	X1: Eficiencia del concreto  X2: Eficiencia del refuerzo horizontal	X1.1: Resistencia a la compresión. X1.2: Existencia de cargas. X1.3: Sección de viga.  X2.1: Resistencia a tracción. X2.2: Mayor Luz en la losa. X2.3: Sección del Acero	<b>1.- Tipo y nivel de la investigación.</b> a) Nivel descriptivo correlacional. b) Tipo aplicada c) Método deductivo d) Escala ordinal  <b>2.- Diseño investigación</b> No experimental transversal.  <b>3.- Población.</b> La población estará integrada por viviendas del pueblo joven Cesar Vallejo del distrito de villa María del triunfo – 2019.  <b>4.- Muestreo</b> Probabilístico  <b>5.- Muestra</b> Vivienda ubicada en Av. Cesar Vallejo N° 678.	<p style="text-align: center;"><b>Nacionales</b></p> (Choque, 2005), En su tesis titulada “Efectos del fenómeno de corrosión en las estructuras de concreto armado” para optar título de ingeniero, civil Universidad Nacional de Ingeniería 2005,  (Chuquija, 2017) En su tesis titulada “Evaluación de la corrosión del acero de refuerzo en estructuras de concreto armado en viviendas de la urbanización Chucuito Callao 2017  (Cerna, 2010) En su investigación titulada “vida útil en estructuras de concreto armado desde el punto de vista de comportamiento del material”, investigación 2010 universidad privada Antenor Orrego – Trujillo
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicos</b>	CORROSIÓN DEL ACERO. (V2)	D1: Condición ambiental  D2: Grietas  D3: Corrosión	Y1.1.1: Ubicación geográfica Y1.1.2: Temperatura. Y1.1.3: Presión  Y1.2.1: Grietas longitudinal Y1.2.2: Grieta transversal Y1.2.3: Grieta mixta  Y2.1.1: Recubrimiento Y2.1.2: Permeabilidad Y2.1.3: Exposición atmosférica	<p style="text-align: center;"><b>Internacionales</b></p> (Guanoliquin & Elton, 2018) En su tesis titulada “Estudio experimental de la influencia de la oxidación en la capacidad de adherencia de las varillas corrugadas utilizadas como acero de refuerzo en el hormigón, mediante el ensayo Pull Out” para optar título de ingeniero civil mención en estructuras, escuela politécnica - Quito.  (Hernandez & Guerra, 2015) Realizo la investigación “Influencia del micro-ambiente en el interior de una edificación sobre la corrosión del acero de refuerzo” revista CENIC ciencias químicas, Centro Nacional de Investigaciones Científicas La Habana, Cuba  (Bermúdez, 2007) En su investigación de tesis doctoral “Corrosión de las armaduras del hormigón armado en ambiente marino: Zona de carrera de mareas y zona sumergida” para optar grado de doctor en la universidad politécnica de Madrid, España	

## Chi-Square Distribution Table



The shaded area is equal to  $\alpha$  for  $\chi^2 = \chi^2_{\alpha}$ .

$df$	$\chi^2_{.995}$	$\chi^2_{.990}$	$\chi^2_{.975}$	$\chi^2_{.950}$	$\chi^2_{.900}$	$\chi^2_{.100}$	$\chi^2_{.050}$	$\chi^2_{.025}$	$\chi^2_{.010}$	$\chi^2_{.005}$
1	0.000	0.000	0.001	0.004	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.070	12.833	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955



Fuente: propia

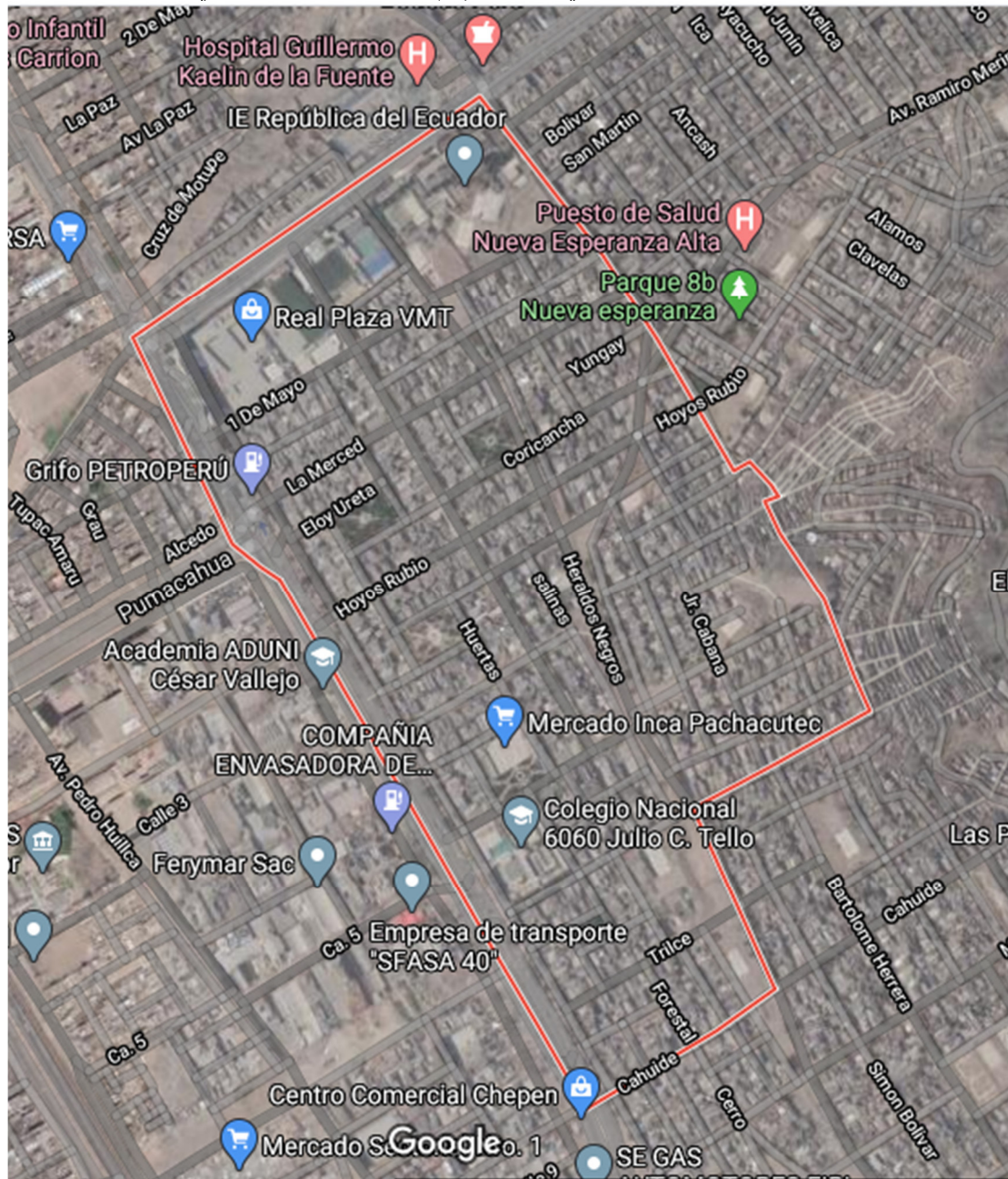
Anexo 3: Vivienda caso de investigación; Dirección Cesar Vallejo 678



Fuente: <https://www.google.com/maps/@-12.1846407>



Anexo 4: Límites de influencia del Pueblo Joven (PJ) cesar vallejo



Fuente: <https://www.google.com/maps/@-12.1846407>

## NORMATIVA (Homologaciones)

### MARCAO CE



### EVALUACIONES TÉCNICAS EUROPEAS

El **mercado CE** es la vía a través de la cual el fabricante declara que los productos cumplen con los requisitos básicos de las obras.

La normativa que afecta a los productos de la construcción se recoge en el **"Reglamento de Productos de la Construcción 305/2011"** (Construction Products Regulation, CPR), donde se establecen los requisitos básicos que deben cumplir los mismos relativo a:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad y accesibilidad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.
- Utilización sostenible de los recursos naturales.

### EOTA



El CPR establece el Documento de Evaluación Europea EAD 330499-00-0601 "Anclajes químicos para uso en hormigón", y el Eurocódigo 2 donde se indican los ensayos necesarios y los criterios de evaluación aplicables para obtener, de forma voluntaria, una **Evaluación Técnica Europea (ETA)**.

La Evaluación Técnica Europea es realizada por un Organismo de Evaluación Técnica perteneciente a la EOTA (European Organization for Technical Approvals). En base a la misma **el fabricante deberá emitir bajo su responsabilidad la Declaración de Prestaciones y aplicar el mercado CE sobre los productos de construcción.**

La EAD 330499-00-0601 y el Eurocódigo 2 han reemplazado recientemente a la ETAG 001 parte 5 y el documento técnico TR02R.

Los anclajes de inyección están diseñados para ser usados para uniones en las que se requiere resistencia mecánica y estabilidad, seguridad en caso de incendio y seguridad de uso en el sentido de los Requisitos Básicos de las obras de construcción indicados en el anexo I del CPR, en el que el fallo de las fijaciones ejecutadas podrían causar riesgo para vidas humana y/o dar lugar pérdidas económica considerables.

Se pueden utilizar para fijaciones estructurales (los cuales contribuirán a la estabilidad de las obras) o para fijación de elementos no estructurales.

Ambos documentos establecen asimismo los métodos de cálculo de los anclajes en base a 12 opciones de homologación atendiendo a tipo de hormigón, resistencia del mismo y distancias a bordes y entre sí. Este método de cálculo de anclajes será reemplazado próximamente por la norma EN 1992-4 "Cálculo de fijaciones para uso en hormigón", perteneciente al Eurocódigo 2.

Las opciones de evaluación más comunes en el mercado son:

**Opción 1** para uso de anclajes en hormigón fisurado y no fisurado



**Opción 7** para uso de anclajes en hormigón no fisurado





Anexo 6: Concreto en el mercado local

MEZCLA DE CEMENTO, ARENA Y PIEDRA

# CONCRELISTO

# 210 TIPO I

www.quikreteperu.com

**QUIKRETE**  
PERU

## Ficha técnica

### VENTAJAS:

- Mezcla seca homogénea con dosificaciones exactas en peso.
- Listo para usar, solo se agrega agua en la cantidad indicada en el envase.
- Facilita el transporte, recepción, manipulación y almacenaje de materiales en obra de manera práctica y segura (presentación en bolsas de 40 kg).
- Los insumos son sometidos a estrictos controles de calidad, cumplen con las normas ASTM, NTP y RNE.
- Incrementa la productividad, optimizando recursos: mano de obra, materiales y tiempo; además una reducción considerable de mermas.



### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RESISTENCIA	210 kg/cm <sup>2</sup>
DESCRIPCIÓN	Mezcla seca con Cemento Tipo I + Arena gruesa + Piedra Huso 89
PROPORCIÓN	Arena gruesa = 52% y Piedra chancada = 48%
RELACIÓN (AGUA/CEMENTO)	0.69
CANTIDAD DE AGUA	4.50 a 4.75 Lts. por bolsa de 40 Kg.
RENDIMIENTO	1 bolsa rinde 0.018 m <sup>3</sup> de concreto / 56 bolsas rinden 1 m <sup>3</sup> de concreto
SLUMP (ASENTAMIENTO)	2 a 3 Pulgadas
CUMPLE CON	NTP 334.123 , NTP 400.037

### PRESENTACIÓN:

Bolsas 40 kg. (02 pliegos de papel).

### APLICACIÓN:

Para cimientos, columnas, techos, vigas, losas y proyectos de construcción que requieran un f'c de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

### MODO DE PREPARACIÓN:

- Usar una batea o carretilla para evitar la pérdida de agua, agregar solo la cantidad de agua indicada en el envase, luego mezclar homogéneamente y aplicar.
- Para empresas constructoras usar minimixer (trompito) mezclar de 1 a 3 minutos.

### CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO:

En un lugar seco, bajo techo teniendo las bolsas apiladas en no más de 10 unidades por columna sobre una base de madera, luego cubrir las bolsas con un material impermeable y evitar el contacto con las paredes.

### SEGURIDAD:

Evitar el contacto con la piel. En caso de contacto con los ojos enjuagar inmediatamente con abundante agua y acudir al médico.

### RECOMENDACIONES:

Se debe respetar la cantidad de agua indicada en el envase para mantener la relación agua/cemento y obtener un buen desarrollo de resistencias.

Anexo 7: Concreto F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con cemento tipo V

MEZCLA DE CEMENTO, ARENA Y PIEDRA

# CONCRELISTO

## 210 TIPO V

[www.quikreteperu.com](http://www.quikreteperu.com)

**QUIKRETE**  
PERU

### Ficha técnica

#### VENTAJAS:

- Mezcla seca homogénea con dosificaciones exactas en peso.
- Listo para usar, solo se agrega agua en la cantidad indicada en el envase.
- Facilita el transporte, recepción, manipulación y almacenaje de materiales en obra de manera práctica y segura (presentación en bolsas de 20 y 40 kg).
- Los insumos son sometidos a estrictos controles de calidad, cumplen con las normas ASTM, NTP y RNE.
- Incrementa la productividad, optimizando recursos: mano de obra, materiales y tiempo; además una reducción considerable de mermas.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	20 kilos	40 kilos
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	210 kg./cm <sup>2</sup>	
DESCRIPCIÓN	Mezcla seca con Cemento Tipo V+ Arena gruesa+ Piedra Huso 89	
PROPORCIÓN	Arena Gruesa = 52% y Piedra Chancada = 48%	
RELACIÓN (AGUA/CEMENTO)	0.69	
SLUMP (ASENTAMIENTO)	2 a 3 Pulgadas	
CUMPLE CON	NTP 334.123 , NTP 400.037	
CANTIDAD DE AGUA POR BOLSA (LITROS)	2.25 a 2.375	4.50 a 4.75
RENDIMIENTO POR BOLSA	0.009 m <sup>3</sup>	0.018 m <sup>3</sup>
PARA 1 m <sup>3</sup> SE REQUIERE	111 bolsas	56 bolsas

#### PRESENTACIÓN:

Bolsas 20 kg. (02 pliegos de papel + 01 film plástico).  
Bolsas 40 kg. (02 pliegos de papel + 01 film plástico).

#### APLICACIÓN:

Para cimientos, columnas, techos, vigas, losas, proyectos de construcción que requieran un f'c 210 Kg./cm<sup>2</sup> y alta resistencia a los sulfatos.

#### MODO DE PREPARACIÓN:

- Usar una batea o carretilla para evitar la pérdida de agua, agregar solo la cantidad de agua indicada en el envase, luego mezclar homogéneamente y aplicar.
- Para empresas constructoras usar minimixer (trompito) mezclar de 1 a 3 minutos.

#### CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO:

En un lugar seco, bajo techo teniendo las bolsas apiladas en no más de 10 unidades por columna sobre una base de madera, luego cubrir las bolsas con un material impermeable y evitar el contacto con las paredes.

#### SEGURIDAD:

Evitar el contacto con la piel. En caso de contacto con los ojos enjuagar inmediatamente con abundante agua y acudir al médico.

#### RECOMENDACIONES:



Se debe respetar la cantidad de agua indicada en el envase para mantener la relación agua/cemento y obtener un buen desarrollo de resistencias.

## Anexo 8: Diseño de Mezcla de concreto de UNICON

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	210	175	175	175	
HUSO/TAMAÑO DE PIEDRA (Pulgadas)	67 / 3/4"		7 u 8 / 1/2"		
SLUMP/ASENTAMIENTO (Pulgadas)	3 a 4			8 a 10	
AGUA (litros por bolsa)	4.0 a 4.5	4.0 a 4.5	4.5 a 5.0	5.3 a 5.8	
CANTIDAD DE BOLSAS POR m <sup>3</sup>	52	52	51	49	
RENDIMIENTO REFERENCIAL					
PISOS Y VEREDAS					
ÁREA A CUBRIR (m <sup>2</sup> )	1				
ESPESOR DEL PISO (cm)	5.0	7.5	10.0	15.0	20.0
CANTIDAD DE BOLSAS	3.0	4.5	6.0	8.5	11.0
COLUMNAS Y COLUMNETAS					
DIMENSIONES	0.25 m x 0.25 m x 2.5 m	0.30 m x 0.30 m x 2.5 m	0.15 m x 0.25 m x 2 m		
CANTIDAD DE BOLSAS	8.5	12.5	4.5		
RECOMENDACIONES Y PRECAUCIONES					
CONSISTENCIA	Es importante utilizar la cantidad de agua indicada para garantizar una mezcla correcta. El exceso de agua en la mezcla disminuye las propiedades mecánicas y la calidad del producto. No modificar la mezcla original: no añadir arena, aditivos ni cemento.				
USOS	No aplicar con temperaturas exteriores extremas (<5° ó >35° Centígrados) o condiciones de fuertes vientos, heladas o lluvias.				
ALMACENAJE Y MANIPULACIÓN	Almacenar en un lugar seco y techado. No dejar en contacto con la humedad del suelo ni dejar bolsas abiertas. Evitar tiempos de almacenamiento prolongados.				
SEGURIDAD	Evitar el contacto con la piel. En caso de contacto con los ojos, enjuagar inmediatamente con abundante agua y acudir al médico.				





(511) 215-4600  
 ventas@unicon.com.pe  
 www.unicon.com.pe

  UNICON - Profesionales en Concreto

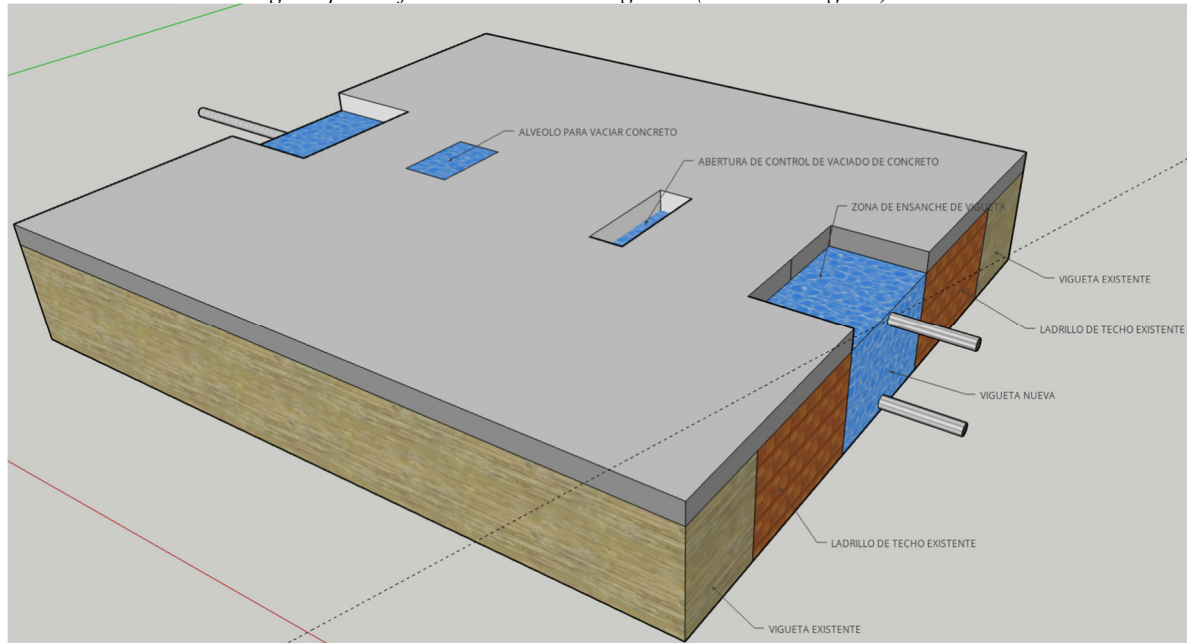


(511) 217-2700  
 ventas\_concremax@concremax.com.pe  
 www.concremax.com.pe

Concremax S.A.  

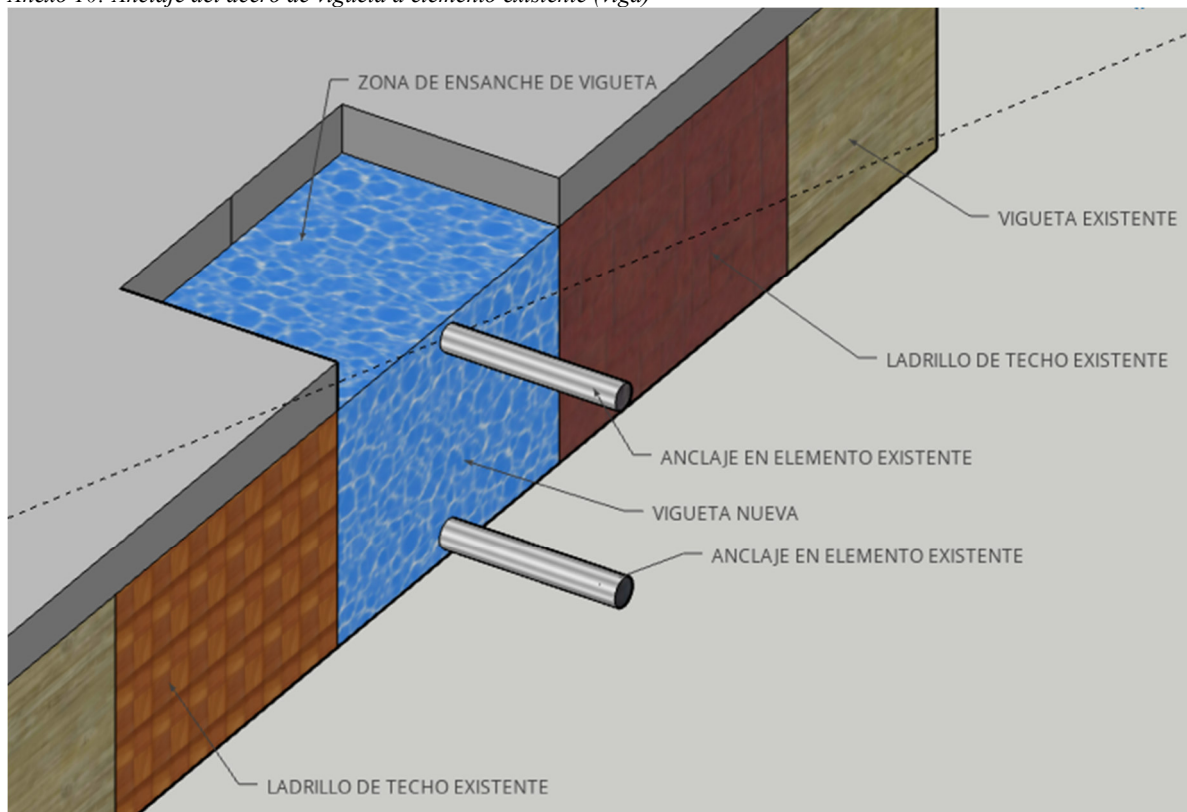


Anexo 9: Idealización de vigueta para reforzamiento de losa aligerada (sección de vigueta)



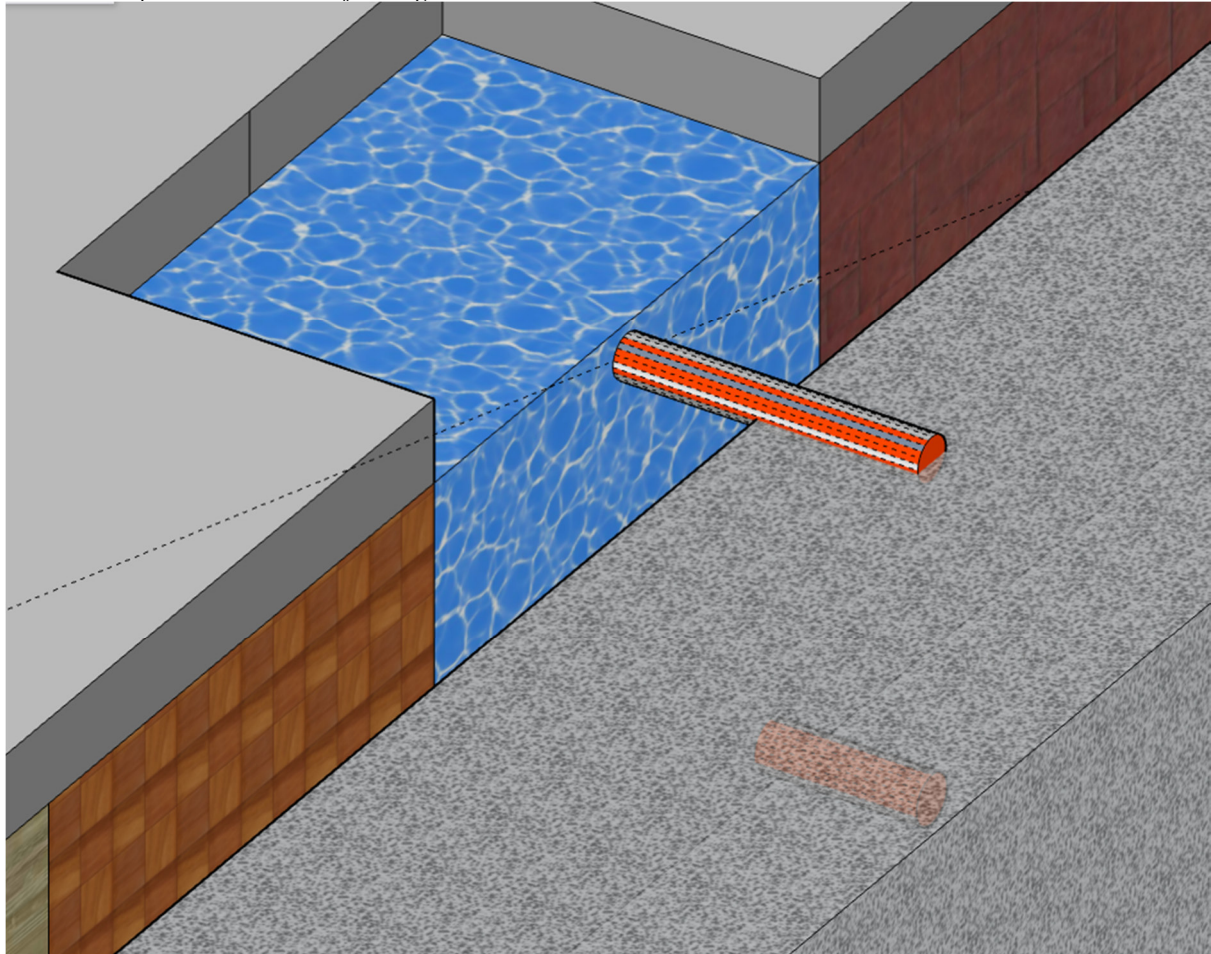
Fuente: elaboración propia

Anexo 10: Anclaje del acero de vigueta a elemento existente (viga)



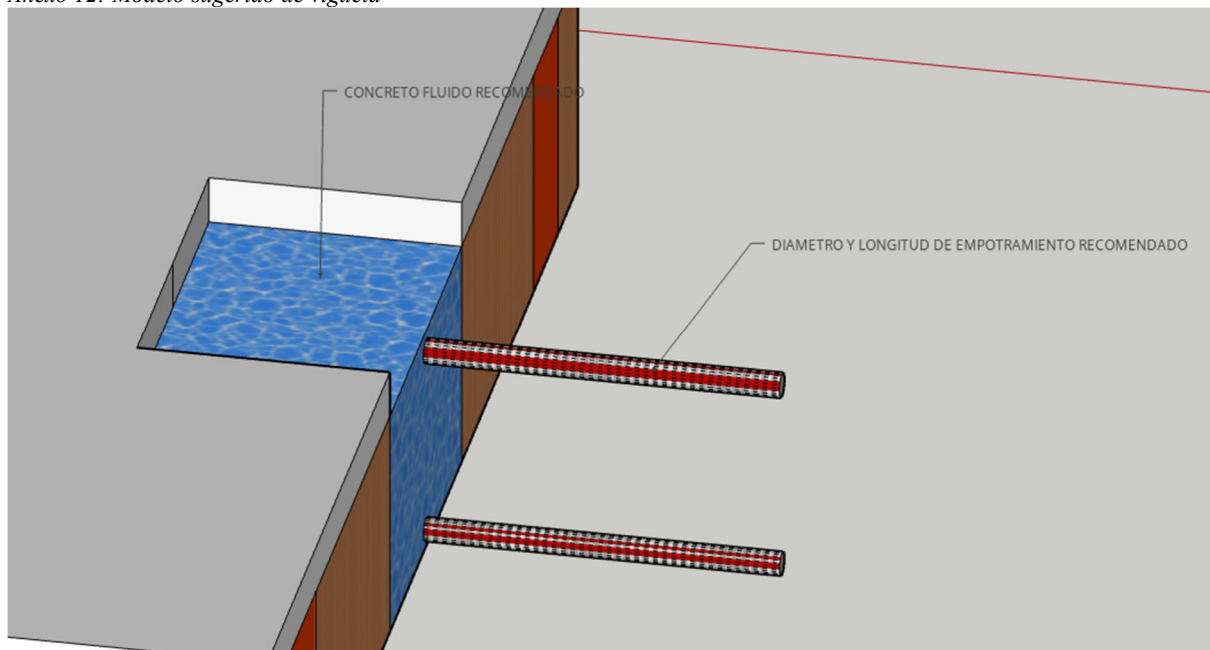
Fuente: elaboración propia

Anexo 11: Empotramiento de anclaje en viga existente



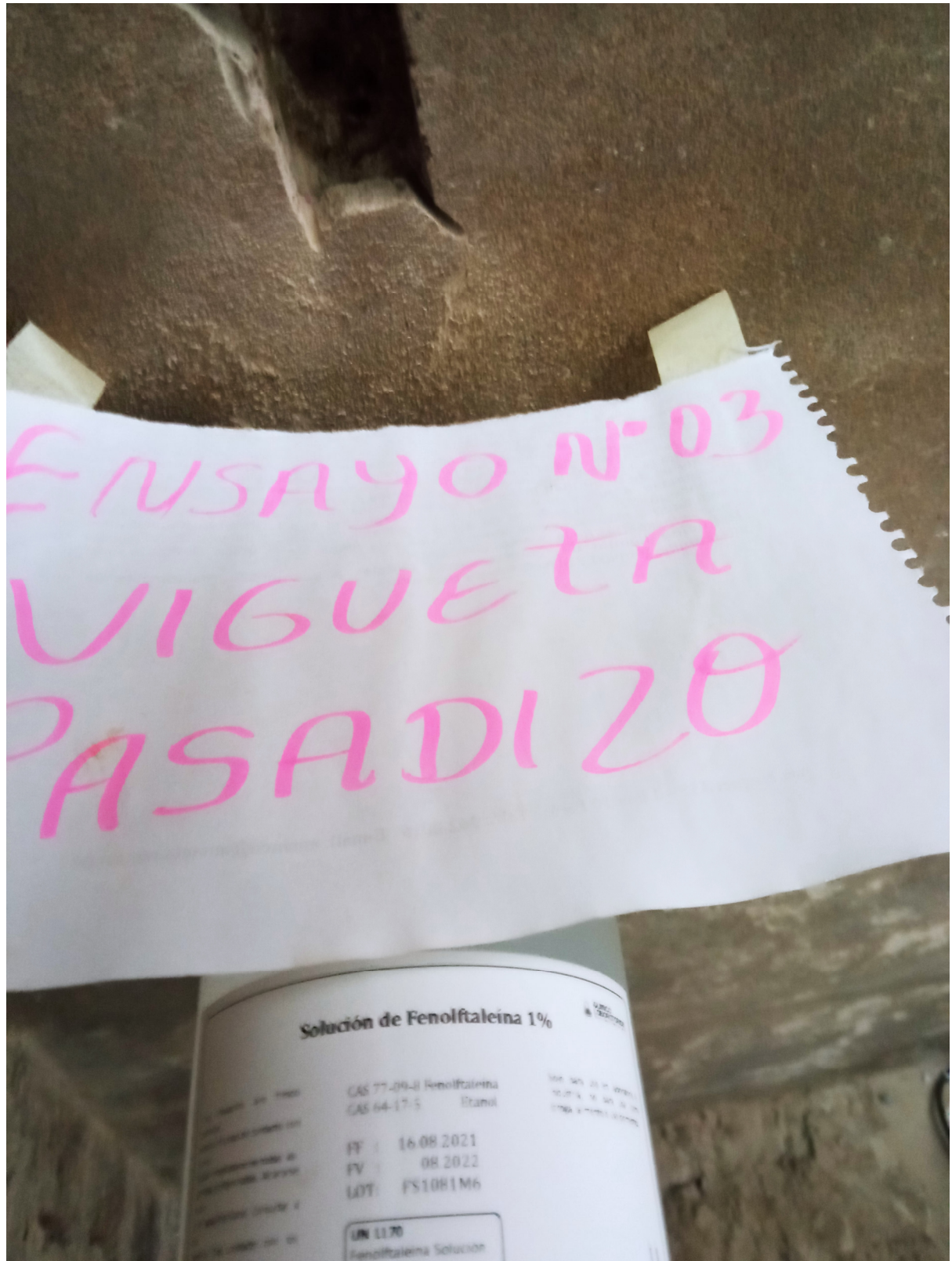
Fuente: elaboración propia

Anexo 12: Modelo sugerido de vigueta

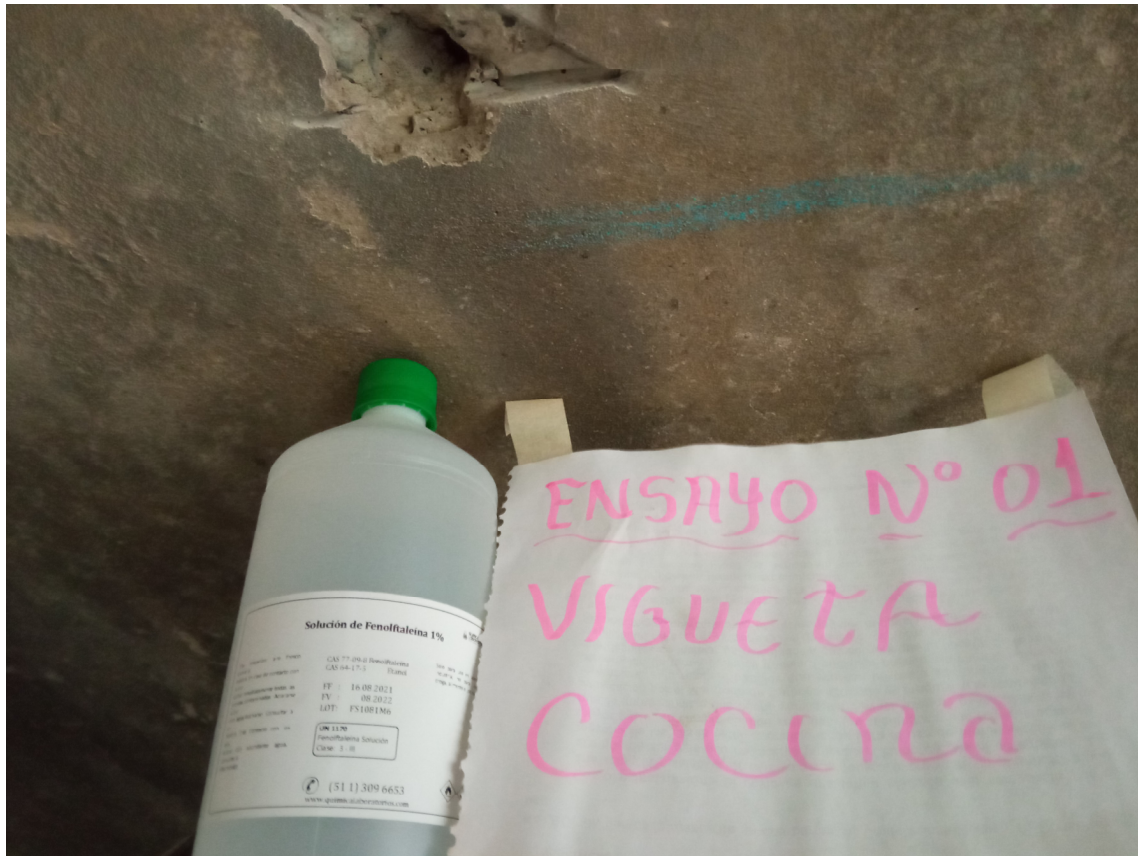


Fuente: elaboración propia





Fuente: Propia



Fuente: Propia



Fuente: propia



## INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : EDBER PAULINO CARRILLO  
**Obra** : "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSA ALIGEREADA AFECTADA POR CORROSIÓN DEL ACERO EN VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDA, LIMA - 2019"  
**Ubicación** : VILLA MARÍA DEL TRIUNFO  
**Asunto** : Ensayo para determinar la profundidad de carbonatación en el concreto.  
**Expediente N°** : 21-1747  
**Recibo N°** : 75330  
**Fecha de emisión** : 16/08/2021

**1.0. DE LA MUESTRA** : Consistente en 2 muestras de testigos diamantinos extraídos por el solicitante. Se realizó la rotura de manera longitudinal.

**2.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia: UNE 112011.

**3.0. EQUIPO UTILIZADO** : Vernier VERN-1, con certificado de calibración TC-17227-2020.

**4.0. MATERIAL UTILIZADO** : Fenolftaleína (Indicador de PH).

**5.0. RESULTADOS** : Fecha de ensayo: 16/08/2021

N°	Identificación	Tipo de medida*	Profundidad de carbonatación $d_k$ (mm)			Observaciones (Ver anexo 1)
			Mínima	Máxima	Promedio	
1	PASADIZO DE VIVIENDA	B	67.0	76.0	71.5	Penetración en toda la muestra
2	COCINA	B	52.0	54.0	53.0	Penetración en toda la muestra

\* Observar Anexo 1 para la interpretación de las medidas.

### 6.0. OBSERVACIONES :

La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención, fecha de ensayo e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.  
Técnico : Sr. E.G.V.



Ing. Rafael Cachay Huamán  
Jefe (e) del laboratorio

### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





## ANEXO 1

Expediente N° : 21-1747

### Esquema de visualización

Figura 1 : Indicadores del tipo de medidas tomadas, se pueden dar los casos A, B, C y D, dependiendo de la ubicación pueden ocurrir uno de ellos o la combinación.

- Zona incolora : El proceso de carbonatación ha afectado al concreto, pH menor a 8.5
- Zona Rosa : El proceso de carbonatación esta iniciando, pH entre 8.5 y 9.5
- Zona rojo-púrpura : Proceso de carbonatación todavía no afecta al concreto, pH mayor a 9.5

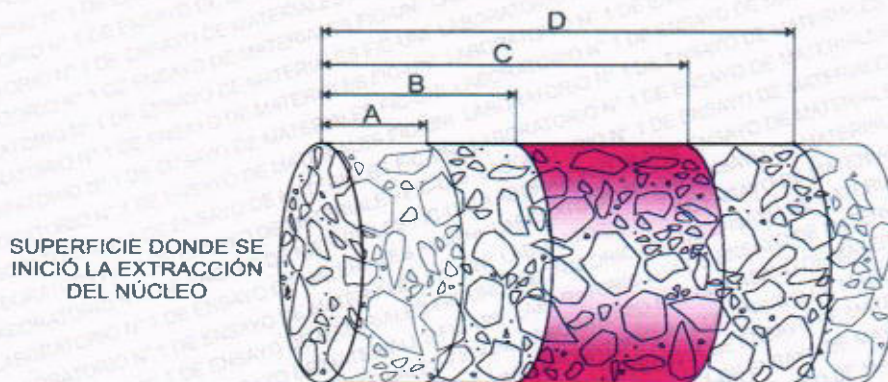
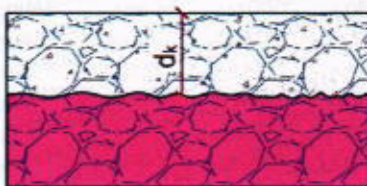
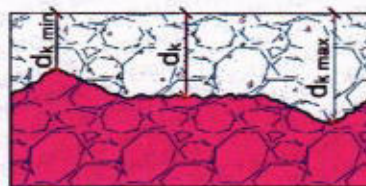


Figura 2 : Indicadores del tipo de penetración de carbonatación observado en la muestra tomada ( $d_k$ )

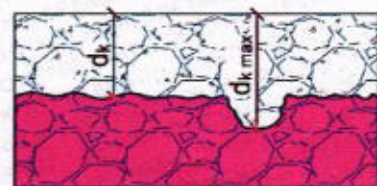
- Penetración regular : No hay diferencias significativas en el plano de profundidad, solo se reportará la profundidad promedio ( $d_k$ )
- Penetración irregular : Existen diferencias marcadas entre dos puntos del plano de profundidad, se reportará la profundidad mínima, máxima y promedio ( $d_{k \text{ min}}$ ,  $d_{k \text{ max}}$ ,  $d_k$ )
- Penetración singular : Existe una zona específica donde se observa una discontinuidad en el plano de profundidad, se reportará la profundidad máxima y promedio ( $d_{k \text{ max}}$ ,  $d_k$ )



Penetración regular



Penetración irregular



Penetración singular

Hecho por : Mag. Ing. M. A. Tejada S.  
Técnico : Sr. E.G.V.

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el Informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



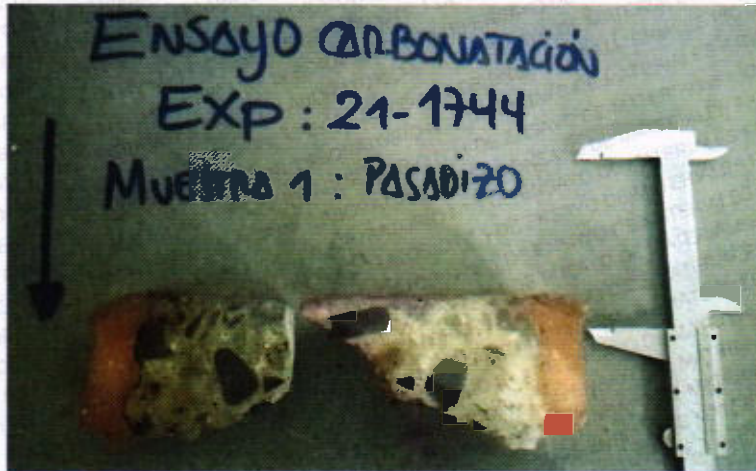


## ANEXO 2

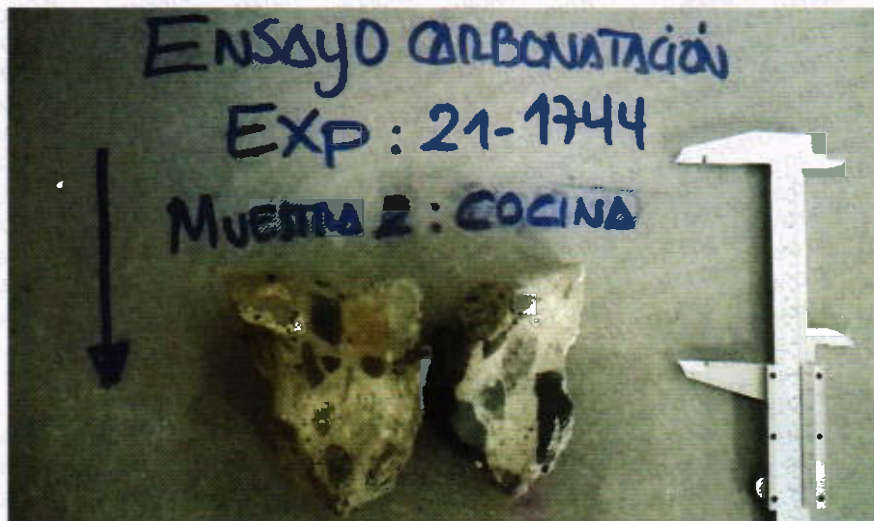
Expediente N° : 21-1747

### REGISTRO FOTOGRÁFICO

Fotografía 1 : PASADIZO DE VIVIENDA, la superficie donde se inició la extracción del núcleo esta en la parte superior de la foto.



Fotografía 2 : COCINA, la superficie donde se inició la extracción del núcleo esta en la parte superior de la foto.



#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

