

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



**TESIS**

**COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSAS MACIZAS  
UNIDIRECCIONALES INCORPORANDO PLANCHAS  
METALICAS DE SECCIONES ONDULADAS PARA  
EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES, CHILCA, JUNIN**

**PRESENTADO POR:**

Bach. SEGURA MILLAN, Alexis Antony.

**Línea de Investigación Institucional:**

Nuevas Tecnologías y Procesos.

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

**HUANCAYO – PERÚ**

**2020**

## **ASESORES:**

Dr. Ing. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta  
Asesor metodológico

Ing. Alcides Luis Fabián Brañez.  
Asesor temático

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a Dios por motivarme e iluminarme todos los días y a mi familia por su apoyo eterno y cálido.

A mi pareja y a mi hijita hermosa que son el motor para poder ver siempre adelante y mejorar en mi formación profesional.

Bach. SEGURA MILLAN, Alexis Antony.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios y a mi familia por motivarme a seguir siempre adelante y a ser mejor ciudadano y profesional honesto.

Bach. SEGURA MILLAN, Alexis Antony.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Casio Aurelio Torres López

**Presidente**

---

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano

**Jurado Revisor**

---

Ing. Rando Porras Olarte

**Jurado Revisor**

---

Ing. Nataly Lucía Cordova Zorrilla

**Jurado Revisor**

---

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales

**Secretario Docente**

# CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO</b> .....	<b>v</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>vi</b>
<b>CONTENIDO DE TABLAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>CONTENIDO DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRAC</b> .....	<b>xiii</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>xiv</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>16</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACION</b> .....	<b>16</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.2. Formulación y Sistematización del Problema .....	19
1.2.1. Problema General .....	19
1.2.2. Problemas Específicos.....	19
1.3. Justificación .....	19
1.3.1. Social o práctica .....	19
1.3.3. Metodológica .....	20
1.4. Delimitación del problema .....	20
1.4.1. Espacial .....	20
1.4.2. Temporal .....	20
1.4.3. Economica.....	20
1.5. Limitaciones .....	20
1.6. Objetivos.....	21
1.6.1. Objetivo general .....	21
1.6.2. Objetivos específicos .....	21
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>22</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>22</b>
2.1. Antecedentes .....	22
Antecedentes Internacionales.....	22
Antecedentes Nacionales .....	24
2.2. Marco Conceptual .....	26
2.2.1. Planchas Metálicas de Sección Ondulada.....	26
2.2.2. Comportamiento Estructural.....	30
2.3. Definición de Términos.....	36
2.4. Hipótesis.....	37
2.4.1. Hipótesis General .....	37
2.4.2. Hipótesis Específicos .....	37
2.5. Variables.....	38

2.5.1.	Definición Conceptual de la Variable .....	38
2.5.2.	Definición Operacional de la Variable .....	38
2.5.3.	Operacionalización de la Variable.....	40
<b>CAPITULO III</b>	.....	<b>41</b>
<b>METODOLOGIA</b>	.....	<b>41</b>
3.1.	Método de investigación.....	41
3.1.	Tipo de Investigación .....	41
3.2.	Nivel de Investigación .....	41
3.3.	Diseño de la Investigación .....	41
3.4.	Población y Muestra.....	42
3.4.1.	Población.....	42
3.4.2.	Muestra.....	42
3.4.3.	Muestreo.....	42
3.5.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	42
3.5.1.	Técnica.....	42
3.5.2.	Instrumento.....	42
3.6.	Procesamiento de la Información.....	43
3.7.	Técnicas y Análisis de Datos .....	43
<b>CAPITULO IV</b>	.....	<b>44</b>
<b>RESULTADOS</b>	.....	<b>44</b>
4.1.	Estudios Previos.....	44
4.1.1.	Estudios de Campo .....	44
4.2.	Análisis .....	46
<b>CAPITULO V</b>	.....	<b>151</b>
<b>DISCUSION DE RESULTADOS</b>	.....	<b>151</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	.....	<b>155</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	.....	<b>157</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	.....	<b>158</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>161</b>

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Calidad comercial y fluencia de la plancha metálica según Norma ASTM A 653 .....	27
Tabla 2: Calidad estructural según grado de lámina. ....	27
Tabla 3: Datos generales de la plancha acanalada firme - experta. ....	28
Tabla 4: Datos Generales de la plancha acanalada de onda industrial. ....	29
Tabla 5: Porcentajes de volumen de una mezcla normal. ....	31
Tabla 6: Factor de resistencia. ....	32
Tabla 7: Desplazamientos relativos admisibles de entrepiso. ....	34
Tabla 8: Relación de la deformación estructural. ....	34
Tabla 9: Intervalos de confiabilidad. ....	42
Tabla 10: Datos propios de la edificación. ....	46
Tabla 11: Cargas presentes en la edificación. ....	47
Tabla 12: Condiciones para emplear el método de coeficientes. ....	49
Tabla 13: Momentos de la losa maciza. ....	49
Tabla 14: Recubrimiento mínimo del refuerzo ACI-7.7. ....	50
Tabla 15: Valores de cuantías máximas. ....	52
Tabla 16: Cargas presentes en la edificación con la plancha metálica ondulada. ....	59
Tabla 17: Condiciones para emplear el método de coeficientes. ....	60
Tabla 18: Momentos de la losa maciza con plancha metálica ondulada. ....	61
Tabla 19: Datos del diseño de losa maciza unidireccional con plancha metálica de sección ondulada. ....	69
Tabla 20: Cálculos de clavos conectores de la losa maciza con plancha metálica de sección ondulada. ....	69
Tabla 21: Caracterización de los agregados a emplear en las probetas estructuradas. ....	74
Tabla 22: Diseño de mezcla para la $F'c=210\text{kg/cm}^2$ (laboratorio). ....	77
Tabla 23: Dosificación por probetas estructuradas según el volumen total. ....	79
Tabla 24: Resistencia a la compresión del concreto en 7 días, NTP 339.034. ....	80
Tabla 25: Resistencia a la compresión del concreto en 14 días, NTP 339.034. ....	80
Tabla 26: Resistencia a la compresión del concreto en 28 días, NTP 339.034. ....	80
Tabla 27: Requisitos en las probetas estructuradas. ....	82
Tabla 28: Deflexión máxima admisible debida carga viva. ....	83
Tabla 29: Resultados de la deflexión por el peso propio de la losa maciza unidireccional convencional. ....	84
Tabla 30: Resultados de la deflexión por el peso propio de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta, $e=0.25\text{ mm}$ . ....	85
Tabla 31: Resultados de la deflexión por el peso propio de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, $e=0.30\text{ mm}$ . ....	85
Tabla 32: Selección de perfil de suelo según carga admisible ( $E_{0.30}$ ). ....	97
Tabla 33: Datos para el factor de escala ( $E_{0.30}$ ). ....	97
Tabla 34: Resultados de la aceleración espectral y su periodo. ....	98
Tabla 35: Resultados del desplazamiento de la losa maciza unidireccional convencional por efecto de la CSx. ....	105
Tabla 36: Resultados del desplazamiento de la losa maciza unidireccional convencional por efecto de la CSy. ....	107



Tabla 37: Equivalentes geométricos de la plancha metálica ondulada a una plancha trapezoidal.....	110
Tabla 38: Cargas presentes en la edificación.....	111
Tabla 39: Resultados del desplazamiento de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme – experta $e=0.25$ mm por efecto de la CSx.....	115
Tabla 40: Resultados del desplazamiento de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme – experta $e=0.25$ mm por efecto de la CSy.....	117
Tabla 41: Resultados del desplazamiento de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial $e=0.30$ mm por efecto de la CSx.....	119
Tabla 42: Resultados del desplazamiento de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial $e=0.30$ mm por efecto de la CSy.....	120
Tabla 43: Resultados del desplazamiento promedio de toda la edificación multifamiliar según el sismo X a efecto de X y Y, datos en (mm).....	123
Tabla 44: Resultados del desplazamiento promedio de toda la edificación multifamiliar según el sismo Y a efecto de X y Y, datos en (mm).....	125
Tabla 45: Parámetros de clasificación de fisuras según ACI IS 177.....	128
Tabla 46: Resultados del control de fisuras en la superficie del concreto de la losa maciza unidireccional convencional $F'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	129
Tabla 47: Resultados del control de fisuras en la superficie del concreto de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme – experta, $F'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , $e=0.25$ mm.....	131
Tabla 48: Resultados del control de fisuras en la superficie del concreto de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, $F'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , $e=0.30$ mm.....	133
Tabla 49: Variación entre longitud y espesor de las fisuras de cada probeta estructurada.....	135
Tabla 50: Datos del momento de inercia efectiva de la losa maciza unidireccional convencional.....	138
Tabla 51: Resultados de la flexión de la losa maciza unidireccional convencional al, agregarle carga.....	140
Tabla 52: Resultados de la deflexión de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme – experta, al agregarle carga.....	142
Tabla 53: Resultados de la flexión de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, al agregarle carga.....	144
Tabla 54: Resultados del retorno de la deflexión de la losa maciza unidireccional convencional, al retirarle la carga.....	147
Tabla 55: Resultados del retorno de la deflexión de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme – experta, al retirarle la carga.....	147
Tabla 56: Resultados del retorno de la deflexión de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, al retirarle la carga.....	148
Tabla 57: Resultados de la variación en el comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de sección ondulada.....	149

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: Losa Maciza con tubería dentro de su estructura.....	18
Figura 2: Losa Maciza con una deflexión muy pronunciada.....	18
Figura 3: Moldeado de la plancha metálica en frío.....	28
Figura 4: Forma acanalada de la plancha.....	28
Figura 5: Plancha acanalada firme - experta.....	29
Figura 6: Plancha acanalada de onda industrial.....	30

Figura 7: Gráfico de relación entre resistencia y tiempo del concreto.....	31
Figura 8: Diagrama esfuerzo - deformación del acero de refuerzo.....	32
Figura 9: Resistencia según posición de un elemento geométrico.....	33
Figura 10: Unión o anclaje de losa con viga.....	33
Figura 11: Diagrama de flujo de operatividad de ETABS®.....	36
Figura 12: Procedimiento de la investigación.....	43
Figura 13: Momentos máximos de la losa maciza de la edificación multifamiliar.....	49
Figura 14: Sección de losa maciza unidireccional.....	50
Figura 15: Peralte efectivo de la losa maciza.....	51
Figura 16: Momentos máximos de la losa maciza de la edificación multifamiliar.....	61
Figura 17: Calculo del peralte en losa con plancha metálica de sección ondulada.....	62
Figura 18: Deslizamiento del concreto en la plancha metálica de sección ondulada.....	67
Figura 19: Detalle de la posición de los clavos conectores en la plancha metálica de sección ondulada.....	71
Figura 20: Encofrado de la probeta estructurada de la losa maciza unidireccional convencional.....	72
Figura 21: Encofrado de la probeta estructurada de la losa maciza unidireccional con plancha metálica de sección ondulada.....	73
Figura 22: Granulometría del agregado fino (laboratorio).....	75
Figura 23: Granulometría del agregado grueso (laboratorio).....	76
Figura 24: Área de la sección del canal en la plancha metálica.....	78
Figura 25: Resistencia a la compresión del concreto empleado en las probetas estructuradas.....	81
Figura 26: Descenso correcto de las probetas estructurales.....	82
Figura 27: Método de medición a la deflexión de las probetas estructuradas.....	84
Figura 28: Resistencia a la deflexión de cada probeta por peso propio.....	86
Figura 29: Selección de código ACI del concreto.....	87
Figura 30: Selección de medidas entre ejes según plano arquitectónico.....	88
Figura 31: Estructuración de los ejes y story de la vivienda multifamiliar.....	88
Figura 32: Cambio de unidades.....	89
Figura 33: Materiales de la estructura.....	89
Figura 34: Definición de sección de viga principal.....	90
Figura 35: Modificación de varillas de refuerzo.....	91
Figura 36: Varillas de refuerzo con denominación conocida.....	91
Figura 37: Definición de la sección de losa maciza convencional.....	91
Figura 38: Losa maciza convencional.....	92
Figura 39: Modelo estructural de la vivienda multifamiliar.....	92
Figura 40: Disposición de losas macizas en planta.....	93
Figura 41: Restricciones de apoyos.....	93
Figura 42: Selección de patrones de carga.....	94
Figura 43: Patrones de carga.....	94
Figura 44: Asignación de cargas en la losa maciza.....	95
Figura 45: Definición de sección de viga principal.....	95
Figura 46: Asignación de diafragma rígido.....	96
Figura 47: Punto de excentricidad del diafragma.....	96

Figura 48: Asignación de auto malla por piso .....	97
Figura 49: Definición de sección de viga principal .....	99
Figura 50: Respuesta del espectro sísmico.....	100
Figura 51: Definición de masas.....	100
Figura 52: Preestablecer el P-Delta .....	101
Figura 53: Definición de casos modales. ....	101
Figura 54: Asignación de casos de carga. ....	102
Figura 55: Caso de carga de sismo en Y, según el espectro sísmico.....	102
Figura 56: Casos de carga para el modelo estructural.....	103
Figura 57: Chequeo del modelo estructural.....	103
Figura 58: Mensaje del software anunciando que no existen errores. ....	103
Figura 59: Grados de libertad del modelo estructural.....	104
Figura 60: Análisis del modelo estructural. ....	104
Figura 61: Asignación de puntos para el 1er, 2do, 3er y 4to piso losa maciza unidireccional convencional. ....	105
Figura 62: Conversión de la sección ondulada a trapezoidal. ....	109
Figura 63: Semejanza en planchas metálicas para el ETABS®.....	109
Figura 64: Definición de medidas y cualidades para la losa compuesta. ....	110
Figura 65: Disposición de losas macizas con la plancha metálica en planta. ....	111
Figura 66: Patrones de carga.....	111
Figura 67: Asignación de cargas en la losa maciza con plancha metálica.....	112
Figura 68: Punto de excentricidad del diafragma. ....	112
Figura 69: Respuesta del espectro sísmico.....	113
Figura 70: Caso de carga del sismo en X, según el espectro sísmico.....	114
Figura 71: Grados de libertad del modelo estructural.....	114
Figura 72: Asignación de puntos para el 1er, 2do, 3er y 4to piso, losa maciza unidireccional con plancha metálica de sección ondulada. ....	115
Figura 73: Desplazamientos producidos por el CSx en el eje X, de cada diseño de losa. ....	124
Figura 74: Desplazamientos producidos por el CSx en el eje Y, de cada diseño de losa. ....	125
Figura 75: Desplazamientos producidos por el CSy en el eje X, de cada diseño de losa. ....	126
Figura 76: Desplazamientos producidos por el CSy en el eje Y, de cada diseño de losa. ....	127
Figura 77: Evolución de la longitud de fisuras vs tiempo de medición. ....	136
Figura 78: Evolución del espesor de fisuras vs tiempo de medición. ....	137
Figura 79: Distribución de carga para estimar la deflexión calculada. ....	138
Figura 80: Aplicación de cargas en probetas estructuradas.....	140
Figura 81: Deflexión de cada losa maciza unidireccional por efecto de carga.....	146
Figura 82: Deflexión de cada losa maciza unidireccional por efecto de la descarga de peso. ....	148

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cómo varía el comportamiento estructural de las losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín?, el objetivo general fue: Evaluar la variación en el comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín, la hipótesis general fue: El comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales varía eficientemente al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín.

En la investigación se utilizó el método científico, el tipo de investigación fue aplicada, de nivel explicativo y diseño experimental, la población se consideró al diseño de la edificación multifamiliar de 4 pisos en la Av. General Córdova N°523 ubicado en el distrito de chilca con muestras de 3 diseños de losas macizas unidireccionales plasmadas en probetas estructuradas de condiciones reales.

La investigación concluyó denotando que el incorporar planchas metálicas de sección ondulada como encofrado perdido en una losa maciza varía eficientemente el comportamiento estructural en un 27% mejorando la resistencia, reduciendo el desplazamiento y las deformaciones.

**Palabras claves:** Comportamiento estructural, plancha acanalada ondulada, probeta estructurada, vivienda multifamiliar, losa maciza unidireccional.

## ABSTRAC

The present investigation had as a general problem: How does the structural behavior of unidirectional solid slabs vary by incorporating corrugated metal plates for multi-family buildings, Chilca, Junín? The general objective was: To evaluate the variation in the structural behavior of unidirectional solid slabs incorporating Corrugated section metal plates for multi-family buildings, Chilca, Junín, the general hypothesis was: The structural behavior of unidirectional solid slabs varies efficiently when incorporating corrugated section metallic plates for multi-family buildings, Chilca, Junín.

The research used the scientific method, the type of applied research, explanatory level and experimental design, the population was considered to design the multifamily 4 story building on Av. General Córdova No. 523 located in the district of Chilca with samples of 3 designs of unidirectional solid slabs reflected in structured specimens of real conditions.

The research concluded by denoting that incorporating wavy section metal plates as lost formwork in a solid slab benefits the structural behavior by 27%, improving strength, reducing displacement and deformations.

**Key words:** Structural behavior, corrugated sheet, structured specimen, multi-family dwelling, unidirectional solid slab.

## INTRODUCCION

En el estudio de losas macizas unidireccionales se pueden emplear diversas metodologías de cálculo como el más empleado es el diseño a flexión por el método LRFD y siendo apoyado por el ensayo de flexión insitu a probetas estructuradas de dimensiones reales

Y es así que la tesis titulada: “Comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín”, busca la solución del problema ¿Cómo varía el comportamiento estructural de las losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín?, en su desarrollo se revisa teorías de resistencia de diseño, resistencia y comportamiento del concreto, diseños por flexión y elástico así como como parámetros de construcción del RNE, los cuales están relacionados con las variables: planchas metálicas de secciones onduladas y el comportamiento estructural.

En su desarrollo se fija como objetivo evaluar la variación en el comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas, con lo cual se obtiene los siguientes resultados; que la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25$  se representa con un comportamiento eficiente de 125% mejor y la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30$  se representa con un comportamiento eficiente de 127% superando al comportamiento normal de la losa maciza unidireccional convencional.

La investigación es importante porque proporcionara datos e información de que el incorporar planchas metálicas de sección ondulada como encofrado perdido en la base de las losas macizas otorga mayor efectividad en el comportamiento estructural y así brindamos mayor oportunidad proyectista a los profesionales involucrados en construcción.

La presente investigación está conformado por los siguientes capítulos:

El **capítulo I**, aquí se da el planteamiento del problema, formulación y sistematización del problema, justificación, delimitaciones, limitaciones y objetivos.

El **capítulo II**, se genera el marco teórico, antecedentes (nacionales e internacionales), marco conceptual, definición de términos, hipótesis y las variables.

El **capítulo III**, se presenta la metodología empleada, el tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y muestra, técnicas o instrumentos de recolección de datos, procesamiento y análisis de datos.

El **capítulo IV**, se logra exponer los resultados obtenidos en los ensayos y pruebas realizados, y así lograr comparar estos con la hipótesis.

El **capítulo V**, se genera la discusión de resultados.

Finalmente se presentan las referencias bibliográficas, anexos, certificados y panel fotográfico.

Bach. SEGURA MILLAN, Alexis Antony.

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

Hoy en día en las construcciones de edificaciones se presentan diferentes posibilidades de desarrollar una edificación estable y sustentable, el rubro de la construcción está obteniendo procedimientos y nuevas tecnologías que revolucionan la manera de construir a pasos dantescos; las losas en una edificación es un órgano, una parte esencial de una estructura firme que depende de su buen funcionamiento en el transmitir sus cargas equilibradamente y eficientemente. En el ámbito internacional se logra mejorar el elemento estructural dejando de lado las suspicacias relativas en cómo construir apoyándose de las pruebas realizadas a nuevos métodos de construcción y apostar por la simplificación unida a la seguridad tanto para la edificación y las personas. Pero la losa maciza es el tipo menos modificado para mejorar su comportamiento estructural y efectividad en obra. Para el American Concrete Institute (2002) la losa maciza usualmente tendrá presencia de fallas y deformaciones al ser un elemento horizontal, donde su mayor composición es el concreto que de por sí es pésimo a fuerzas de flexión y tracción (p.2).

Según SENCICO (2004) refiere que las losas de mayor espesor generan esfuerzos de tracción y compresión mayores sustancialmente así como se incrementa los esfuerzos cortantes, por ende se establece como criterio que para una losa mientras más esbelta sea tendrá mejor



comportamiento estructural, a esto se suma el problema de contracción de fragua por cambio de temperatura que genera fisuras en el elemento que mientras más esbelto la fisura es más pronunciada (p.48).

Para Sodie – Ingenieros (2010) refiere que se genera complicaciones en el comportamiento estructural de losas, debido a que se introduce en su estructura tubos de 4” de diámetro para desagüe, generando debilidad en la estructura, otro problema es la elaboración de esta ya que se necesita encofrado o formaletas en grandes cantidades que cubran toda la estructura, seguido de tener que retirar este encofrado (p.1).

Usualmente empleamos losas aligeradas pero al ser de un espesor considerable es clásico embeber las conexiones de desagüe sin ningún orden logrando atravesar las viguetas y peor aún elementos como vigas que generan debilidad estructural por ello la solución sería trabajar con losas macizas y lograr mejorar el comportamiento estructural de esta estructura.

El problema estructural de las losas macizas se presenta por un mal cálculo, espesor excesivo y deficiente proceso constructivo. Al ser un elemento estructural totalmente plano y estar sujeto a soportar cargas, este elemento llega a fallar en su comportamiento estructural al tratar de diseñarlo lo más esbelto posible para no ceder a la flexión reduciendo su acero de refuerzo y sin tratar de reemplazar la reducción de este material dúctil.

Por otro lado la plancha metálica de sección ondulada (calamina galvanizada) es un material muy conocido con propiedades dúctiles y resistentes a la flexión, cien por ciento manipulable y de fácil almacenamiento en obra,

Es por ello que nos enfocaremos en como varia el comportamiento estructural de la losas macizas añadiendo la plancha acanalada de onda

buscando mejorar cada aspecto estructural de esta importante estructura para una vivienda.



Fuente: Elaboración Propia.

*Figura 1:*

Losa Maciza con tubería dentro de su estructura.



Fuente: Sociedad Mexicana de Ingeniería.

*Figura 2:*

Losa Maciza con una deflexión muy pronunciada.

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

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo varía el comportamiento estructural de las losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- a) ¿Cuánto se altera la resistencia a la flexión propia de las losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín?
  
- b) ¿Cuánto varía el desplazamiento de losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín?
  
- c) ¿Qué se modifica en las deformaciones de losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Social o práctica**

Con los resultados obtenidos en esta investigación, se quiere ampliar la visión proyectista y de diseño para los profesionales vinculados a la construcción y se pueda optar por diseñar edificaciones con losas macizas incorporando planchas metálicas de sección ondulada con el fin de mejorar el comportamiento estructural de este elemento.

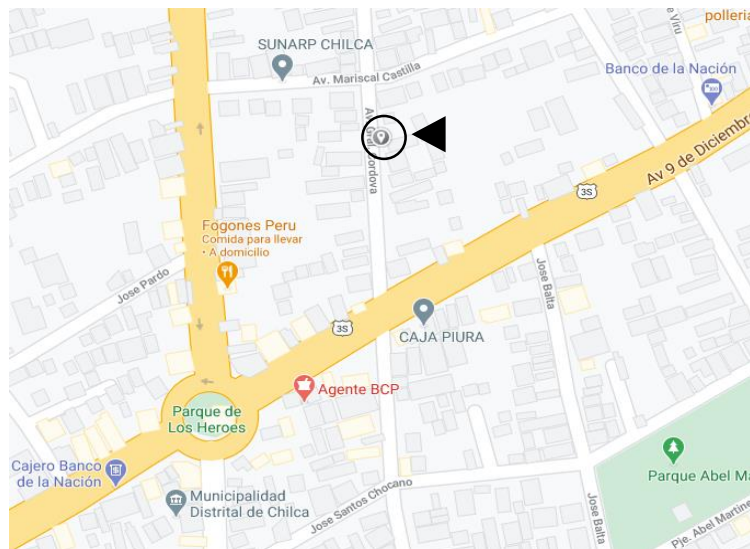
### 1.3.2. Metodológica

La información compilada y procesada, será un precedente teórico para futuras tesis que se quieran desarrollar en edificaciones y optar por estudiar a las losas como tema en particular. La investigación permitirá que los ingenieros o arquitectos puedan conocer que bondades tiene el trabajar con una losa maciza que tenga planchas metálicas de sección ondulada como encofrado perdido.

### 1.4. Delimitación del problema

#### 1.4.1. Espacial

La investigación se sitúa en el área de estudio de la región Junín, provincia de Huancayo que se encuentra a una altitud de 3259 m.s.n.m.



#### 1.4.2. Temporal

La investigación se desarrollara en el mes de junio hasta el mes de octubre del año 2020.

#### 1.4.3. Económica

La investigación fue financiada en general por propios recursos del investigador.

### 1.5. Limitaciones

En las limitaciones de la investigación, fue las pocas investigaciones anteriores dirigidas a un análisis como el incorporar algún material externo a una losa, así como la falta de laboratorio y equipos mecánicos para poder ejecutar el ensayo a flexión de la probeta estructurada por efecto de emergencia en situación social.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Evaluar la variación en el comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Estimar la alteración de la resistencia a la flexión propia de las losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín.
- b) Contrastar la variación en el desplazamiento de losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín.
- c) Determinar la modificación en las deformaciones de losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### **Antecedentes Internacionales**

Asencio (2006), en la tesis de grado **titulado**: “*Diseño de losas Colaborantes Unidireccionales de Hormigón usando Planchas de Zincalum y sus Analogías con el uso de Placas de Acero Galvanizado instapanel PV6-R*”, fijo como **objetivos**: El emplear los criterios de diseño y cálculo de losas colaborantes unidireccionales de hormigón usando planchas de zincalum (calaminas) como refuerzo de tensión y evaluar el desempeño estructural del acero galvanizado PV6-R de instapanel. Aplicando una **metodología** aplicada no experimental. Finalmente, fija como **conclusiones**: Que es posible construir una losa empleando una lámina de zincalum de 0.35mm de espesor cumpliendo la resistencia. Los **resultados** obtenidos determinan que en el ensayo de carga la losas de zincalum se deforma aproximadamente 0.27 mm, mientras que el instapanel se deforma 0.48mm.

Ramírez (2018), presenta la tesis de grado **titulado**: “*Análisis Comparativo del Comportamiento Estructural de una Losa en una Dirección y un Losa con Placa colaborante*”, fijo como **objetivo**: ejecutar una comparación en el comportamiento estructural de una losa con una dirección y otra aplicando placa colaborante en el software ETABS, a fin de demostrar el mejor comportamiento. Aplicándose la **metodología**

relacionada en técnica de la observación directa que a su vez serán estimadas, procesadas y analizadas en el software ETABS. Obteniendo como **resultado** que la losa en una dirección y la losa con placa colaborante llegaron a cumplir un buen desempeño del cortante basal y con los valores de la deriva del piso menor llegó a ser menor al 2% permaneciendo en el rango establecido. Finalmente se **concluye:** que el cortante máximo de la losa unidireccional llegó a ser de 1.8, mientras que en la losa colaborante es de 0.41 obteniendo el mayor corte máximo la losa en una dirección en un 77.22%.

Guamán (2018), presenta la tesis de grado **titulado:** *“Influencia de los Sistemas de piso en el Comportamiento Estructural en Edificaciones de 4, 8 y 12 pisos Aporticadas de Hormigón Armado, ubicados en el Sector Norte de la Ciudad de Quito”*, fijo como **objetivo:** realizar la comparación en el comportamiento estructural de las losas para edificaciones de 4, 8 y 12 pisos con el sistema aporticado. Empleando la **metodología** científica tipo aplicada, donde se elaboraran modelos estructurales en un programa computacional. Teniendo como **resultado** que la losa con malla electro soldada, resulta ser que es un 12% más pesado que la losas colaborante y un 24% menor que una losa maciza simple. Finalmente se **concluye:** que los pisos de losa maciza, losa colaborante y losa con paneles de poliestireno hormi2 satisfacen los parámetros de diseño sísmoresistente.

Antamina & Cuaical (2018), en la tesis de grado **titulado:** *“Análisis Comparativo del Comportamiento Estructural de una Edificación de 6 y 16 pisos implementando Losas con Paneles de Tecnología M2 frente a Losas con Placa cooperante”*, estableció como **objetivo:** demostrar el comportamiento estructural de una edificación de 6 pisos y otra de 16 pisos al emplear tecnología M2 y placas colaborantes en losas macizas. Empleando la **metodología** descriptiva de enfoque cuantitativo. Teniendo como **resultado** que la losa de tecnología M2 tiene un peso menor en un 17.62% a la losa colaborante, así como el costo por m<sup>2</sup> también se reduce con la losa de tecnología M2 en un 19.23%. Y por último se **concluye:**

que el disminuir el peso de la edificación en función a la losa es un beneficio que reduce las derivas en los pisos.

Castañeda & Bravo (2017), en la investigación **titulado**: “*Una Mirada al Comportamiento Estructural de Columnas, vigas entrepisos y Edificaciones durante el Sismo de Ecuador 2016*”, estableció como **objetivo**: realizar un análisis de diferentes fallas que se produjeron en diferentes edificaciones de la ciudad de Portoviejo, Manta y Bahía durante el terremoto del 16 de abril del 2016. Empleando la **metodología** explicativa. Teniendo como **resultado** que las fallas presentes en estas edificaciones se produce generalmente al haber errores de diseño, cálculo y construcción que debilitaron la edificación. Y por último se **concluye**: que el diseño correcto y el material de construcción es de suma importancia para determinar la eficiencia de una edificación ante eventos sísmicos o telúricos.

### **Antecedentes Nacionales**

Rodríguez (2015), en la tesis de grado **titulado**: “*Comparación del Comportamiento Estructural y Económico de Losas Colaborantes Unidireccionales con Losas aligeradas*”, estableció como **objetivo**: el demostrar el comportamiento estructural de una losa aligerada y una losa colaborante con placas AD-600 y desarrollar un modelamiento y diseño. Se usó la **metodología** aplicada de nivel descriptivo – experimental. Teniendo como **resultado** que la losa colaborante reduce el peso ante una losa aligerada en un 17.03%, así como se reduce el costo en un S/. 23.60 en comparación con losas aligeradas, el momento resistente respectivamente es de 2145.89 kg.m > 735.18 kg.m. La deflexión total de la losa colaborante ante una losa aligerada es de 1.16 cm < 2.70 cm. Y finalmente se **concluye**: que la losa colaborante tiene mejor comportamiento estructural ante una losa aligerada



Montañez (2015), presenta la tesis de grado **titulado:** “*Comportamiento Estructural y Diseño de Losas Macizas de Concreto Armado en Infraestructuras de Ingeniería Civil*”, fijo como **objetivo:** el evaluar a forma precisa, simple y accesible el comportamiento estructural y diseño de las losas macizas. Aplicándose la **metodología** descriptiva, aplicada y de enfoque. Obteniendo como **resultado** que el método directo vs pórtico equivalente presenta una similitud de 10%, pero al comparar los métodos de tablas de Joinque Comitee ASCE-ACI-1940 con el método de coeficientes la diferencia oscila de 1% hasta el 16%, con el software SAP 2000 la diferencia crece a un 50%. Finalmente se **concluye:** que cada método de diseño y evaluación tiene sus diferencias así como algunos permiten evaluar las losas macizas a mayores rasgos otras tienen limitaciones.

Angulo y Rodríguez (2017), presenta la tesis de grado **titulado:** “*Influencia del Empotramiento de Tuberías sobre el Comportamiento Estructural de Losas Aligeradas*”, fijo como **objetivo:** el demostrar cómo afecta e influye en la resistencia a la flexión la presencia de tuberías de desagüe embebidas en el concreto de la losa aligerada. En la cual la **metodología** descriptiva, aplicada. Obteniendo como **resultado** que al insertar una tubería de desagüe reduce la resistencia de la siguiente manera: una losa con tubería paralela a la vigueta reduce su resistencia en un 12.43%, con una tubería perpendicular se reduce un 28.64% y con una tubería enrollada con alambre N°16 se genera en un -2.62%. Y por último se **concluye:** que embeber tuberías de desagüe reduce potencialmente la resistencia y rigidez en los diferentes tipos de losas al insertar tuberías de desagüe.

Chahua (2019), en la tesis de grado **titulado:** “*Fibra Metálica Para la Mejora del Comportamiento Sísmico en Losas Macizas de Concreto Armado en los Centros Comerciales, Callao 2019*”, fijo como **objetivo:** el determinar los efectos que produce en el comportamiento sísmico el emplear fibras metálicas en las losas macizas. Empleo la **metodología** de

nivel explicativo así como el diseño no experimental. Obteniendo como **resultado** que el insertar las fibras metálicas en la losa maciza mejora el comportamiento sísmico en el cual el eje X-X presenta un desplazamiento de 19.265 mm y en el eje Y-Y uno de 9.48 mm en el tercer piso, aduciendo que se mejora en un 50.38% y 51.84% ante una losa convencional. Finalmente se **concluye:** que una losa maciza con fibras metálicas evaluada como estructura en su totalidad cumple un mejor comportamiento sísmico en una edificación.

Mendoza (2019), presenta la tesis de grado **título:** “Comparación del Comportamiento Estructural y Económico de Losas Armadas en una Dirección y Losas en dos direcciones”, fijo como **objetivo:** el demostrar que losa maciza tiene un mejor comportamiento estructural y económico si la losa unidireccional o una bidireccional y poder realizar un manual de losas armadas. Empleo la **metodología** descriptiva de tipo no experimental. Obteniendo como **resultado** que en las losas bidireccionales de 2m x 4m la deformación es de 87% menor a una unidireccional de las mismas medidas, mientras que en una de 4m x 8m la deformación es de 93% menor. Finalmente se **concluye:** que una losa maciza bidireccional tiene mejor comportamiento estructural y tiende a reducir el costo hasta un 20% ante una losa unidireccional.

## 2.2. Marco Conceptual

### 2.2.1. Planchas Metálicas de Sección Ondulada

Zincalum (2014) refiere que es un material metálico producto del hierro con un porcentaje de carbono, recubierto en ambas caras por una aleación de zinc y aluminio (Al-Zn) que provee en la lámina una excelente resistencia a la corrosión, este material por efecto de moldeo en frío posee una superficie acanalada (p.1).

Actualmente se emplea el Zinc como elemento que controla la corrosión en el acero, para Armas & Blanco (2016) el Zinc es un elemento

de baja nobleza que tiene buena resistencia a la corrosión atmosférica que se emplea para la protección del acero (p.5).

Revie & Herbert (2008) refiere que el aire seco ataca al Zinc por el oxígeno del ambiente, generándose encima del Zinc una capa delgada y densa de óxido, después se forma una capa exterior porosa que se rompe de vez en cuando dejando la capa inferior intacta protegiendo al metal de la interacción con el oxígeno (p.9).

Tabla 1:  
*Calidad comercial y fluencia de la plancha metálica según Norma ASTM A 653*

Calidad Comercial CS	Fluencia YP Mínima	Resistencia Máxima - Mínima	Elongación Mínima
	Mpa	Mpa	%
	205/380	480	≥ 20

Fuente: Acesco (2019).

Tabla 2:  
*Calidad estructural según grado de lámina.*

Calidad Estructural SS	% Max. Elemento	Fluencia YP Mínima	Resistencia Maxima-Minima	Elongación Mínima
	Grado	Mpa	Mpa	%
	33	230	310	20
	37	255	360	18
	40	275	380	16
	50	380	480	12

Fuente: Acesco (2019).

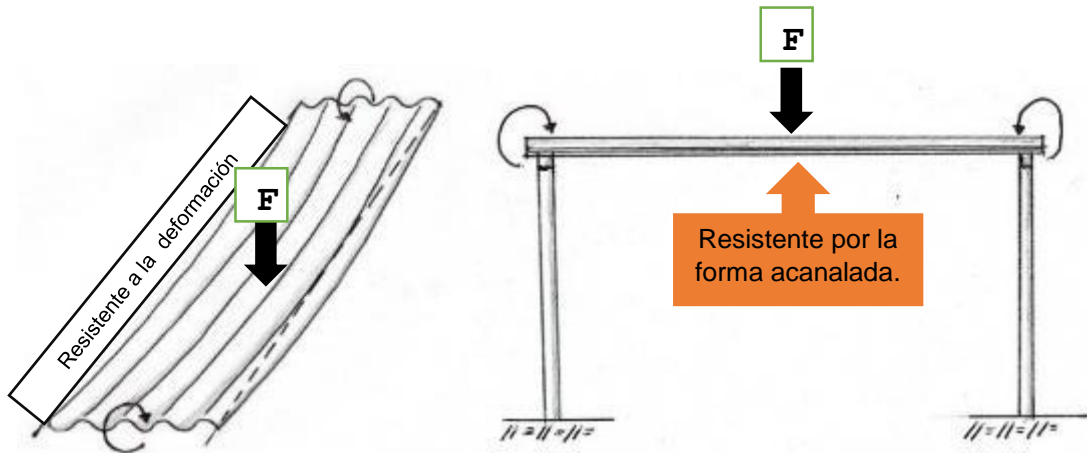
La forma acanalada de las planchas de acero además de brindar la función de protección logra otorgar una resistencia a la flexión longitudinal en su longitud sumado al espesor.



Fuente: Siderperu (2019).

Figura 3:

Moldeado de la plancha metálica en frío.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4:

Forma acanalada de la plancha.

## 2.2.1.1. Tipos de planchas metálicas

### 2.2.1.1.1. Plancha Acanalada Firme - Experta

Según Zincalum (2014) esta lámina se maneja con un espesor de 0.20 mm – 0.25 mm, se desarrolla con un reducido espesor pero con mejores características resistentes frente a los factores atmosféricos con un peso estimado de 2.85 kg/m<sup>2</sup> variable al espesor (p.5).

Al ser de un peso ligero o liviano su manejabilidad es alta así como se le puede moldear a la forma que se solicite trabajar, esta es una característica común en todas las planchas metálicas de sección ondulada o mejor conocidas como calaminas.

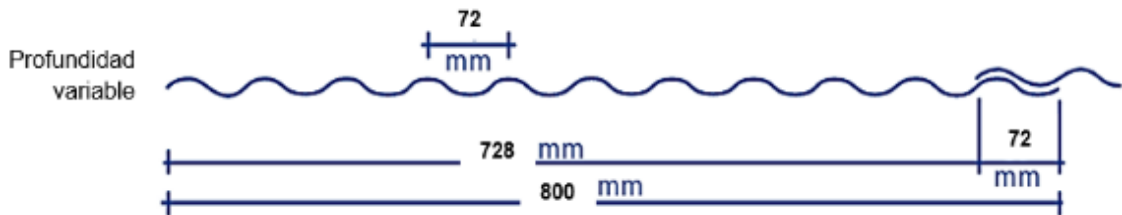
Tabla 3:

Datos generales de la plancha acanalada firme - experta.

Ancho Nominal (mm)	Traslapo Lateral (mm)	Ancho Útil (mm)	Ancho de Onda (mm)	Profundidad de Onda (mm)
800	728	728	72	20

Espesor Nominal (mm)	Largo Nominal (mm)	Ancho Nominal (mm)	Recubrimiento	Identificación	Norma
0.20	1800 3600	800 800	Z90 Z90	Firme Firme	ASTM A 653/A 653
0.22	1800 3600	800 800	Z90 Z90	Profesional Profesional	ASTM A 653/A 653
0.25	1800 3600	800 800	Z90 Z90	Experta Experta	ASTM A 653/A 653

Fuente: Siderperu (2019).



Fuente: Zinalum (2014).

Figura 5:

Plancha acanalada firme - experta.

#### 2.2.1.1.2. Plancha Acanalada de Onda Industrial

Para Zinalum (2014) esta plancha metálica tiene mayor efecto en la rigidez al tener un espesor mayor así como se permiten que se puedan emplear en cubiertas sometidas a sobrecargas así como en estructuras donde se requiera usarlas con apoyos a mayores distancias (p.6).

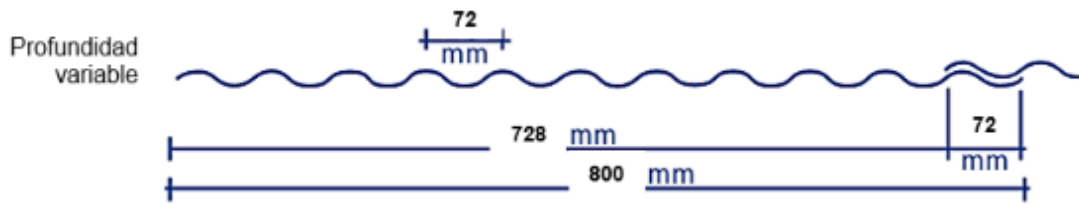
Tabla 4:

Datos Generales de la plancha acanalada de onda industrial.

Ancho Nominal (mm)	Traslapeo Lateral (mm)	Ancho Útil (mm)	Ancho de Onda (mm)	Profundidad de Onda (mm)
800	728	728	72	20

Espesor Nominal (mm)	Largo Nominal (mm)	Ancho Nominal (mm)	Recubrimiento	Identificación	Norma
0.30	1800 3600	800 800	Z90 Z90	Industrial Industrial	ASTM A 653/A 653

Fuente: Siderperu (2019).



Fuente: Zincalum (2014).

*Figura 6:*

Plancha acanalada de onda industrial.

## 2.2.2. Comportamiento Estructural

Para el RNE (2016) el comportamiento estructural se define como el actuar de una estructura que es variante según el elemento estructural, material y la geometría (p.307).

Para el MVCS (2018) refiere que en la filosofía y principios de diseño, aquello que buscamos al diseñar una edificación es: evitar pérdidas humanas, la continuidad de servicios básicos y minimizar daños a la propiedad (p.4).

Por ello nos enfocamos en todo diseño a cumplir con aquello que establece el MVCS, y en esta investigación priorizaremos el elemento estructural en estudio y evaluar su comportamiento estructural.

### 2.2.2.1. Características del Comportamiento Estructural

#### 2.2.2.1.1. Resistencia a la flexión propia

Para el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. A.C. (1983) la resistencia a la flexión propia depende de cuánto un elemento horizontal soporta a deformarse, teniendo como primer actuante en esfuerzo a el peso propio del elemento estructural, esta determina su resistencia al ser la primera prueba de someter su diseño en conjunto, de esto depende mucho el tipo de material, la geometría y sus uniones con otros elementos estructurales (p.55).

Un elemento influyente en la resistencia es el concreto. Para Ortega (1983) el concreto es un material muy resistente a esfuerzos de compresión pero en su contraparte es poco resistente a esfuerzos

de flexión o tracción, por ello a este material le añadimos otro que aporte en esos aspectos de flexión (p.11).

El módulo de elasticidad del concreto se calcula con la siguiente formula:

$$E_c = 15000 * \sqrt{f'_c} \quad (Ec 1)$$

Donde:

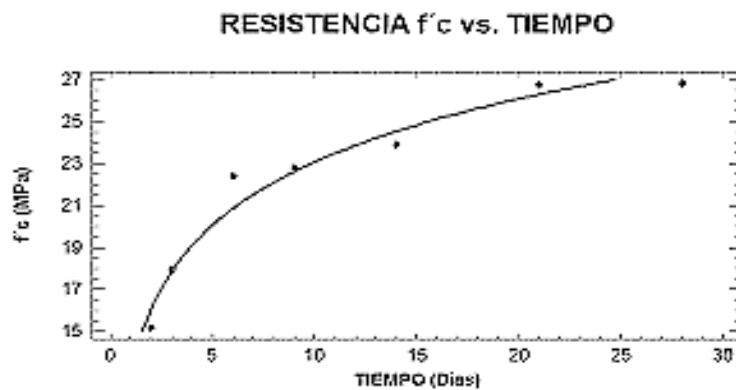
$E_c$ = Modulo de elasticidad del concreto (kg/cm<sup>2</sup>).

$f'_c$ = Resistencia del concreto (kg/cm<sup>2</sup>).

Tabla 5:  
*Porcentajes de volumen de una mezcla normal.*

AIRE	AGUA	CEMENTO	AGREGADO( Fino y Grueso)
5%	15%	10%	70%

Fuente: Ortega (1983).



Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. A.C. (1983).

*Figura 7:*

Gráfico de relación entre resistencia y tiempo del concreto.

El segundo elemento que influye en la resistencia es el refuerzo. Ortega (1983) refiere que el acero es un material con mejor resistencia que el concreto, el acero tiene una resistencia de 10 veces mayor que el concreto y en relación a la tracción es 100 veces mayor, su  $F_y$  no debe exceder de 550Mpa. (p.66).

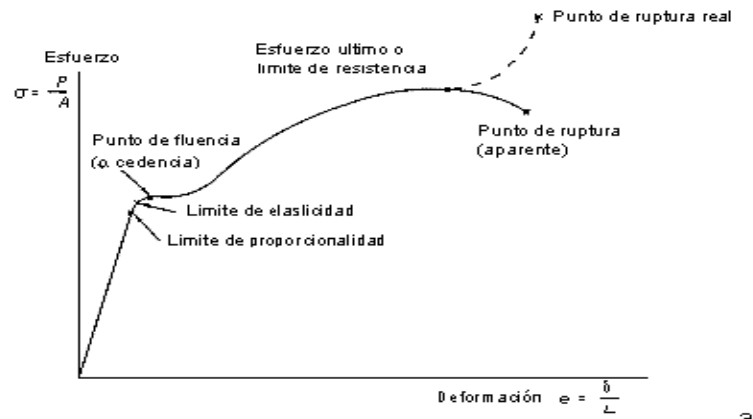
Según la UNI (1980) el diagrama de esfuerzo-deformación se obtuvo de cargas secuenciales a tracción; que exhiben una porción inicial elástica lineal, una plataforma de cedencia, seguido de una

zona de endurecimiento y finalmente una región en la que el esfuerzo decae hasta producirse la fractura. (p.7).

$$E_s = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Ec } 2)$$

Donde:

$E_s$  = Modulo de elasticidad del acero de refuerzo (kg/cm<sup>2</sup>).



Fuente: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. A.C. (1983).  
 Figura 8:  
 Diagrama esfuerzo - deformación del acero de refuerzo.

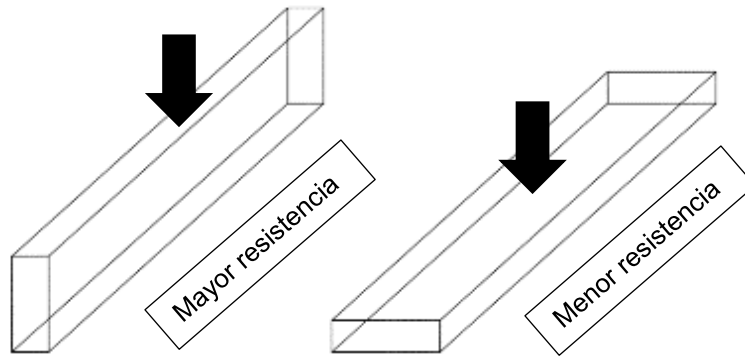
Tabla 6:  
*Factor de resistencia.*

Flexión sin carga axial	0.90
Carga axial y carga con flexión	0.90
Cortante y torsión	0.85

Fuente: RNE (2016).

Si aplicamos una fuerza a un elemento estructural rectangular por la cara más pequeña este elemento tendrá mejor comportamiento y resistencia mientras que si aplicamos a cara más grande, este elemento cederá más fácil.



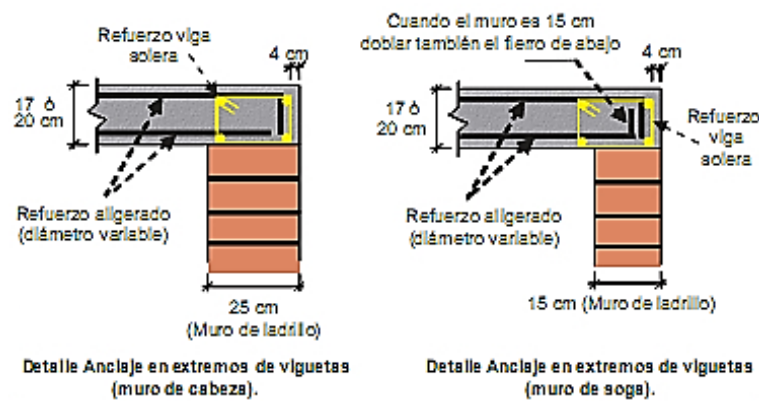


Fuente: Elaboración Propia.

Figura 9:

Resistencia según posición de un elemento geométrico.

La UNI (1980) afirma que las uniones de los elementos estructurales representan un punto muy importante en la eficacia de un comportamiento estructural (p.83).



Fuente: Aceros Arequipa (2019).

Figura 10:

Unión o anclaje de losa con viga.

### 2.2.2.1.2. Desplazamientos

Un desplazamiento se genera por un actuar sísmico o alguna fuerza de gran magnitud que logre desprender del reposo pasivo a la edificación, como puede ser el propio viento. El análisis se enfoca prácticamente en cargas dinámicas. Según el RNE (2016) para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0.75 R los resultados obtenidos en el análisis lineal y elásticos con las sollicitaciones sísmicas reducidas (p.307).

Está permitido para el máximo desplazamiento de entrepiso los siguientes límites:

Tabla 7:  
*Desplazamientos relativos admisibles de entrepiso.*

<b>LIMITES PARA LA DISTORSION DEL ENTREPISO</b>	
<b>Material Predominante</b>	<b>(<math>\Delta/h</math>)</b>
Concreto Armado	<b>0.007</b>
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios (muros de ductilidad limitada)	0.005





Fuente: RNE (2016).

### 2.2.2.1.3. Deformaciones

El Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. A.C. (1983) refiere toda estructura que es sometida a cargas llega a deformarse, en toda edificación construida la meta es que estas deformaciones sean imperceptibles y que la estructura trabaje elásticamente ya que al cesar las cargas este elemento debe tratar de regresar a su posición inicial (p.142)

Las deformaciones obedecen a las siguientes relaciones:

Tabla 8:  
*Relación de la deformación estructural.*

<b>A &gt;</b>	<b>Carga</b>		<b>&gt;</b>	<b>Deformación</b>
<b>A &gt;</b>	<b>Dimensión Longitudinal</b>		<b>&gt;</b>	<b>Deformación</b>
<b>A &gt;</b>	<b>Sección Resistente</b>		<b>&lt;</b>	<b>Deformación</b>
<b>A Mejor</b>	<b>Material (mayor modulo E)</b>		<b>&lt;</b>	<b>Deformación</b>

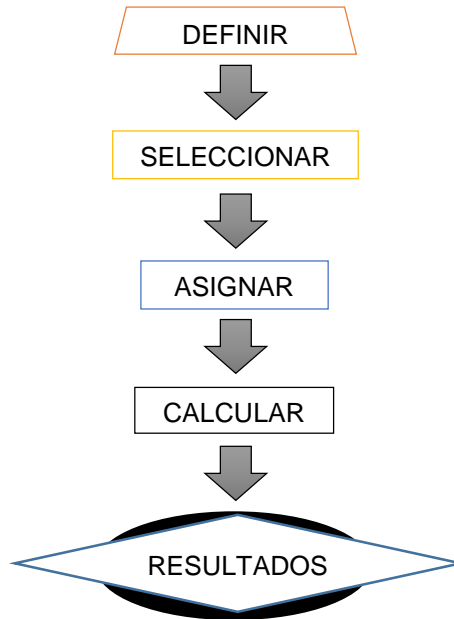
Fuente: Ortega (1983).

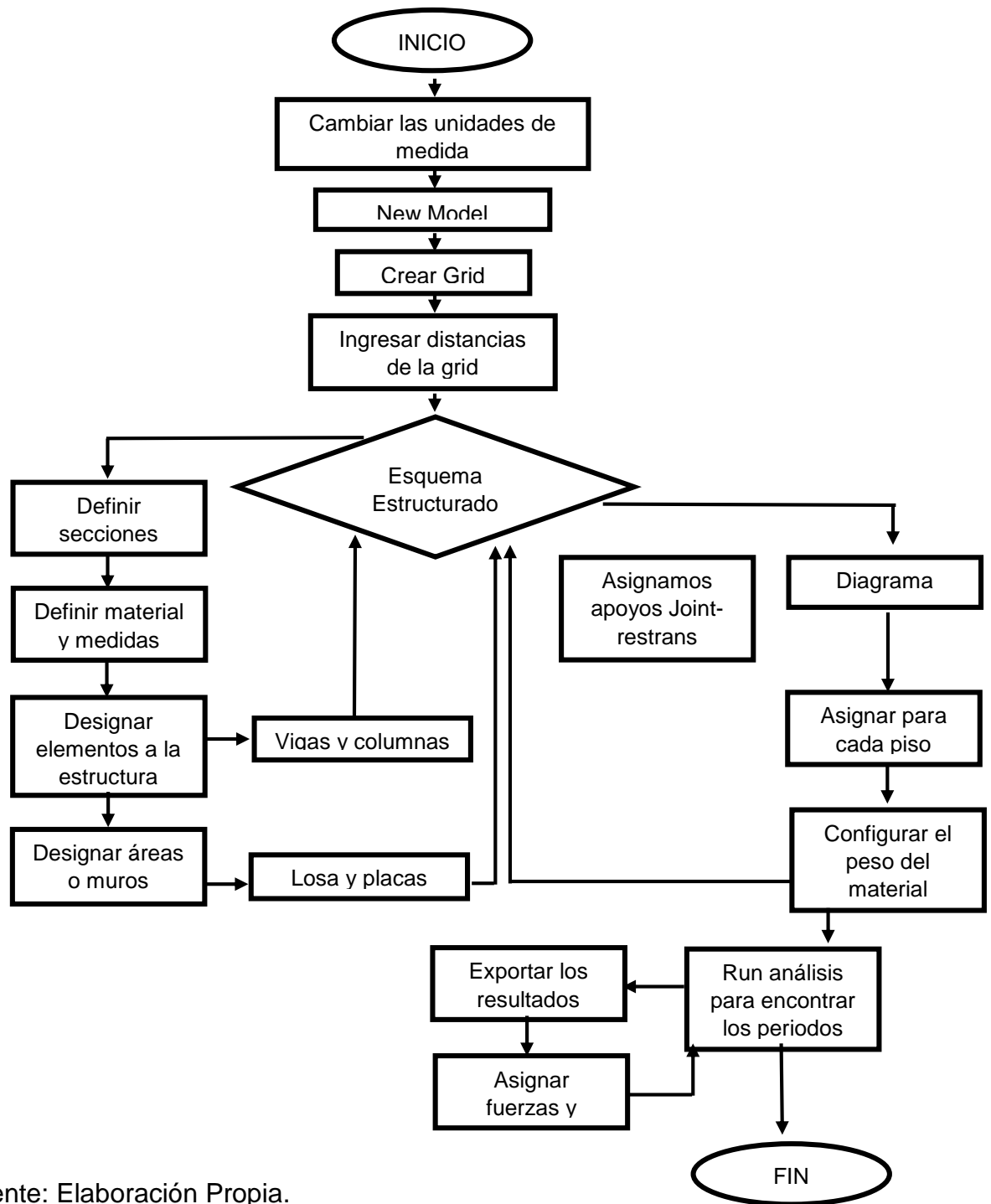
### 2.2.3. Modelo de Análisis Etabs2013

Según Computers & Structures (2013) el programa ETABS es un software integrado con fin de diseño y análisis estructural de edificaciones

y elementos estructurales individuales con el cual se puede crear un modelo de los sistemas de piso y sistemas verticales y laterales, su nombre viene de las siglas en ingles de Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems (ETABS) – Analysis Tridimensional Extendido de Edificaciones (p.1).

En ETABS se sigue y cumple este procedimiento básico de diseño:





Fuente: Elaboración Propia.

Figura 11:

Diagrama de flujo de operatividad de ETABS®.

### 2.3. Definición de Términos

#### Análisis Estructural

El Análisis Estructural, es una ciencia que estudia la resistencia, rigidez, estabilidad, durabilidad y seguridad en las obras, obteniéndose los

valores necesarios para un diseño económico y seguro, Villareal (2009) p.4.

### **Corrosión**

El termino corrosión se emplea para describir el proceso de deterioro de materiales metálicos, estos pueden ser metales puros; la corrosión se determina como una reacción química, Revie & Uhlig (2008) p.1.

### **Galvanizado**

Galvanizar es recubrir con Zinc fundido la superficie del acero para protegerlo de la corrosión, ACESCO (2019) p.2.

### **Losa Maciza**

Es un elemento estructural de concreto armado que tiene una sección rectangular y es de poco espesor, cubre paños rectangulares y que generalmente descansan en vigas, Ortega (1983) p.41.

### **Resistencia**

La resistencia es aquella capacidad de un objeto u elemento capaz de soportar cargas o fuerzas externas sin quebrar o colapsar al objeto, Ortega (1983) p.88.

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

El comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales varía eficientemente al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín.

### **2.4.2. Hipótesis Específicos**

- a) La alteración de la resistencia a la flexión propia de las losas macizas unidireccionales es favorable al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín.

- b) La variación en el desplazamiento de losas macizas unidireccionales es estable al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín.
  
- c) La modificación en las deformaciones de losas macizas unidireccionales es positiva al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Definición Conceptual de la Variable**

#### **Variable Independiente (X): Planchas Metálicas de Secciones Onduladas**

Zincalum (2014) refiere que es un material metálico producto del hierro con un porcentaje de carbono, recubierto en ambas caras por una aleación de zinc y aluminio (Al-Zn) que provee en la lámina una excelente resistencia a la corrosión, este material por efecto de moldeo en frío posee una superficie acanalada (p.1).

#### **Variable Dependiente (Y): Comportamiento Estructural**

Para el RNE (2016) el comportamiento estructural se define como el actuar de una estructura que es variante según el elemento estructural, material y la geometría (p.307).

### **2.5.2. Definición Operacional de la Variable**

#### **Variable Independiente 1 (X): Planchas Metálicas de Sección Ondulada**

Las planchas metálicas de secciones onduladas se operacionaliza mediante sus dimensiones: plancha acanalada firme - experta y plancha acanalada de onda industrial a su vez cada una de las dimensiones se descomponen en sus indicadores.

## **Variable Dependiente 2 (Y): Comportamiento Estructural**

El comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales se operacionaliza mediante sus dimensiones: resistencia a la flexión propia, desplazamiento y deformaciones; a su vez cada una de las dimensiones se descomponen en sus indicadores.

### 2.5.3. Operacionalización de la Variable

TESIS: “COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSAS MACIZAS UNIDIRECCIONALES INCORPORANDO PLANCHAS METALICAS DE SECCIONES ONDULADAS PARA EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES, CHILCA, JUNIN”

Autor: Bach. Alexis Antony Segura Millan.

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES				
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
Planchas Metálicas de Secciones Onduladas	D1: Plancha Acanalada Firme - Experta.	I1: Espesor I2: Sección	Se empleara el instrumento: fichas de recopilación de datos.	De Razón
	D2: Plancha Acanalada de Onda Industrial.	I1: Espesor I2: Sección	Se empleara el instrumento: fichas de recopilación de datos.	De Razón
Comportamiento Estructural	D1: Resistencia a la flexión propia.	I1: Armadura Principal I2: Resistencia del concreto I3: Resistencia del Diseño por peso propio	Se empleara el instrumento: fichas de recopilación de datos.	De Razón
	D2: Desplazamientos.	I1: Desplazamiento CSx I2: Desplazamiento CSy	Se empleara el instrumento: fichas de recopilación de datos.	De Razón
	D3. Deformaciones.	I1: Deformación por contracción del fraguado I2: Deformación por carga I3: Deformación por descarga	Se empleara el instrumento: fichas de recopilación de datos.	De Razón



## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Método de investigación**

El método científico fue el científico ya que se aplicó procedimientos racionales que serán sistemáticos buscando la generalidad y falibilidad deslignándose la investigación de lo subjetivo alcanzando las cualidades de una investigación científica.

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Se empleó la investigación aplicada ya que dependió de aportes teóricos de la investigación básica como teorías y formulas pero busco la solución del problema con la finalidad de generar bienestar social.

#### **3.2. Nivel de Investigación**

El nivel de investigación fue el explicativo ya que se evaluó el cambio o efecto que se produjo en la variable dependiente (el comportamiento estructural) al incorporar o interactuar con la variable independiente (las planchas metálicas de sección ondulada) la relación causa – efecto.

#### **3.3. Diseño de la Investigación**

Para el diseño de la investigación se empleó el diseño experimental ya que se manipulo las planchas metálicas de sección ondulada y se

realizó los experimentos con este material para poder verificar si logra modificar el comportamiento estructural de las losas.

### **3.4. Población y Muestra**

#### **3.4.1. Población**

En esta investigación la población estará determinada por el diseño de la vivienda multifamiliar de 4 pisos en la Av. General Córdova N°523 ubicado en el distrito de Chilca. Teniendo como unidad de estudio las losas macizas de la edificación.

#### **3.4.2. Muestra**

En la presente investigación la muestra son 3 diseños de losas macizas unidireccionales plasmadas en probetas estructuradas de condiciones reales, así como las 9 probetas del concreto a emplear en las losas para otorgar fiabilidad estructural al ensayo.

#### **3.4.3. Muestreo**

En esta investigación se aplicó el muestreo no probabilístico.

### **3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

#### **3.5.1. Técnica**

En la investigación presente se empleó la ***observación estructurada***.

#### **3.5.2. Instrumento**

Se empleó las fichas de observación.

La ficha fue validada y confiable a la supervisión de juicio de expertos calificada según el intervalo:

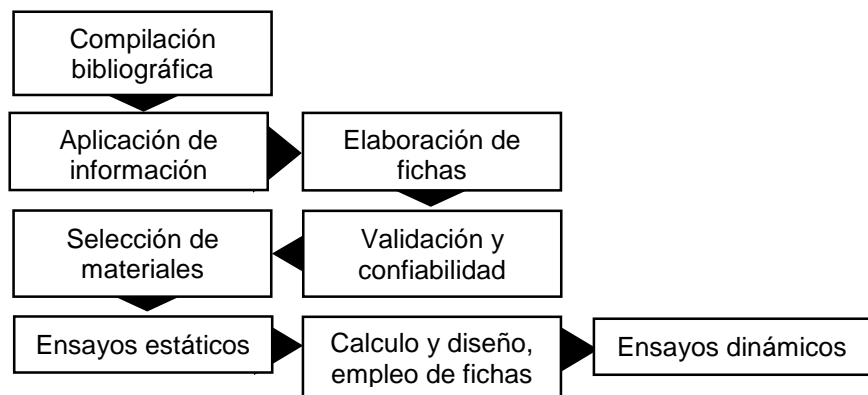
Tabla 9:  
*Intervalos de confiabilidad.*

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a	Muy Baja

Fuente: Gonzales, Oseda, Ramírez y Gave (2011).

### 3.6. Procesamiento de la Información

Para ejecutar el procesamiento de la información se empleara el siguiente procedimiento para obtener y procesar los datos de la investigación.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 12:  
Procedimiento de la investigación.

### 3.7. Técnicas y Análisis de Datos

Como método de análisis se empleara gráficos para el cálculo de una regresión lineal simple. El procesado de la información se realizó con el software Excel y se convalido.

- Modelos estructurales : ETABS®.
- Modelos gráficos : Autocad.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Estudios Ejecutados**

##### **4.1.1. Estudios de Campo**

###### **4.1.1.1. Exploración de la contracción del fraguado por variación de temperatura**

Este procedimiento se ejecuta con fin de evaluar el comportamiento de la losa a efectos de los cambios de temperatura del ambiente, ya que al ser un elemento estructural que contiene un material metálico es propenso a sufrir serias dilataciones y contracciones, así como lograr interactuar con el concreto.

Se apoya según la ACI IS 177 y el RNE E-060, que se enfoca en la superficie de la losa de hormigón armado.

Se empleó fichas de exploración de la losas macizas (Ver anexo C).

###### **4.1.1.2. Exploración de la Temperatura del concreto**

Este procedimiento se elabora con el fin de apoyar el estudio de contracción del concreto plástico por variación de temperatura al perder agua y solidificarse, se penetra al concreto fresco con un termómetro de estudio por 2 minutos como mínimo, con una aproximación de 0.5°C, el concreto no debe ser mayor de 32°C y menor a 10°C.

Se apoya según la NTP 339.184.2015 y el ASTM C 1064:1999.

#### **4.1.1.3. Elaboración de probetas cilíndricas**

Con el fin de ejecutar el ensayo de resistencia a la compresión del concreto se debe elaborar cilindros de concreto con el mismo concreto en estudio con el fin de determinar su resistencia, para ello se emplean moldes y son llenadas en 3 capas y compactadas en 25 golpes, enrasando y limpiando el molde.

Se apoya según la NTP 339.183.2013 y el ASTM C 192, que establece parámetros de ejecución.

#### **4.1.1.4. Prueba de deflexión de losas macizas**

Para evaluar la resistencia de diseño se siguió un procedimiento de incremento de cargas en la losa y de descargas, así como verificar la variación en la deformación estructural.

Se apoya según la NTP 339.078.2012, que establecen la resistencia de un elemento horizontal simplemente apoyada con cargas en su tramo.

### **4.1.2. Estudios de laboratorio**

#### **4.1.2.1. Concreto $f'c$ 210**

##### **Resistencia a la compresión del concreto**

Se determinara la resistencia del concreto con el fin de comprobar que se esté empleando la resistencia necesaria establecida en el diseño estructural para el ensayo de flexión de las losas macizas.

Se ejecutó según el RNE E-060, NTP 339.034.2013 y la ASTM C 192, que establece que el ensayo de resistencia es el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas como mínimo elaboradas de un mismo concreto y ensayado en 28 días, (Ver anexos C).

## 4.2. Análisis

### 4.2.1. Estimación de la alteración de la resistencia a la flexión propia de las losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares.

Previamente se cumplirán las actividades siguientes: Selección de materiales, diseño de losas macizas, construcción de probetas estructuradas, diseño de mezclas, obtención de muestras de concreto, ensayo de resistencia a la compresión del concreto y ensayos de resistencia a la flexión propia de las probetas estructuradas.

#### 4.2.1.1. SELECCIÓN DE MATERIALES

- ✓ Plancha Metálica de Sección Ondulada.
- ✓ Madera (encofrado).
- ✓ Agregados.
- ✓ Cemento.
- ✓ Agua.
- ✓ Acero Corrugado de 1/4".
- ✓ Acero Corrugado de 3/8".
- ✓ Acero corrugado de 1/2".

#### 4.2.1.2. DISEÑO DE LOSAS MACIZAS UNIDIRECCIONALES

- **Losa maciza unidireccional convencional**

La losa maciza unidireccional se diseña después de haber diseñado los elementos estructurales como: vigas principales, vigas secundarias y columnas, así como haber realizado un análisis de dirección y sentidos de columnas (Ver anexo E).

Datos de la edificación:

Tabla 10:

*Datos propios de la edificación.*

Zonificación según P.D.U	R6	Viv. Multifamiliar
Número de pisos		4 pisos
Sobrecarga o Carga viva S/C		250 kg/m <sup>2</sup>

Resistencia del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia de fluencia del acero	4200 kg/cm <sup>2</sup>

## 1. Predimensionar el elemento estructural

Calculo de la altura de la losa (ambos extremos continuos),  
Según RNE (2016) ecuación establecida para losas macizas en una sola dirección (p.371).

$$h = L/28 \quad (\text{Ec } 4)$$

Donde:

P = Peralte mínimo.

L = longitud del paño (apoyado en vigas principales).

Descripción	Longitud	Und
Longitud del paño de la Edificación.	3.50	m

Aplicando la ecuación número 4.

El espesor de la losa será de 10 cm, que es el espesor mínimo para efectuar una losa unidireccional con la cual se podrá comprobar su comportamiento y al evaluar con el espesor mínimo, así se podrá abrir posibilidades a que tenga un mejor comportamiento con espesores superiores para diseños de otras edificaciones futuras.

## 2. Metrado de cargas

Para el metrado de cargas en losas se evalúa en función a un ancho tributario de 1m así como el diseño y repartición del acero es a 1m de sección.

Tabla 11:  
*Cargas presentes en la edificación.*

<b>Metrado de cargas</b>				
Carga muerta o permanente (WD)				
Elemento en intervención	$\Delta T$		Peso del concreto	
Peso de losa maciza	1.00 m	X	0.10 m	X 2400 kg/m <sup>3</sup> = 240 kg/m
Peso de acabados	1.00 m	X	100 kg/m <sup>2</sup>	= 100 kg/m

Peso de tabiquería	1.00 m	X	270 kg/m <sup>2</sup>	=	270 kg/m
					<b>610 kg/m</b>

<b>Carga viva (WL)</b>					
WL	$\Delta T$	X	S/C		
WL	1.00 m	X	250 kg/m <sup>2</sup>	=	<b>250 kg/m</b>

Donde:

$\Delta T$  = Ancho tributario.

S/C = Sobrecarga según edificación.

### 3. Resistencia requerida

Calculo de carga última amplificada, según el RNE (2016) toda edificación debe resistir una resistencia requerida que deberá ser por lo menos igual a cargas vivas y muertas (p.370):

$$U = 1.4 (WD) + 1.7 (WL) \quad (\text{Ec } 5)$$

Donde:

U = Carga amplificada (kg/m).

WD = Carga muerta o permanente (kg/m).

WL = Carga viva (kg/m).

Aplicando la ecuación número 5.

	1.4(WD)	+	1.7(WL)	=	U o Wu
Carga ultima amplificada	854 kg/m	+	425 kg/m	=	<b>1279 Kg/m</b>

### 4. Calculo de momentos máximos

La carga última amplificada para la losa maciza es de 1279 kg/m equivalente a 1.279 ton/m. La luz de la losa es de una longitud de 3.50 m, longitud máxima para efectos de la plancha metálica.

Para el cálculo de momentos máximos y negativos en losas de concreto así como cálculo de vigas se puede emplear el método de coeficientes, que es un método simplicatorio proporcionado y estudiado



por el ACI-83, sección 8.4 y 8.6 así como lo establece el RNE-E.060, artículo 8.3.

Para aplicar el método de coeficientes la estructura debe cumplir lo siguiente:

Tabla 12:

*Condiciones para emplear el método de coeficientes.*

1	Deben existir 2 o más tramos.	OK!
2	La luz deberá ser iguales aproximadamente $\frac{\text{Luz mayor}}{\text{Luz menor}} \leq 1.20$	OK!
3	La carga viva no exceda en 3 veces la carga muerta.	OK!
4	La carga deberá ser uniformemente distribuida.	OK!
5	Los elementos deberán tener sección prismática.	OK!

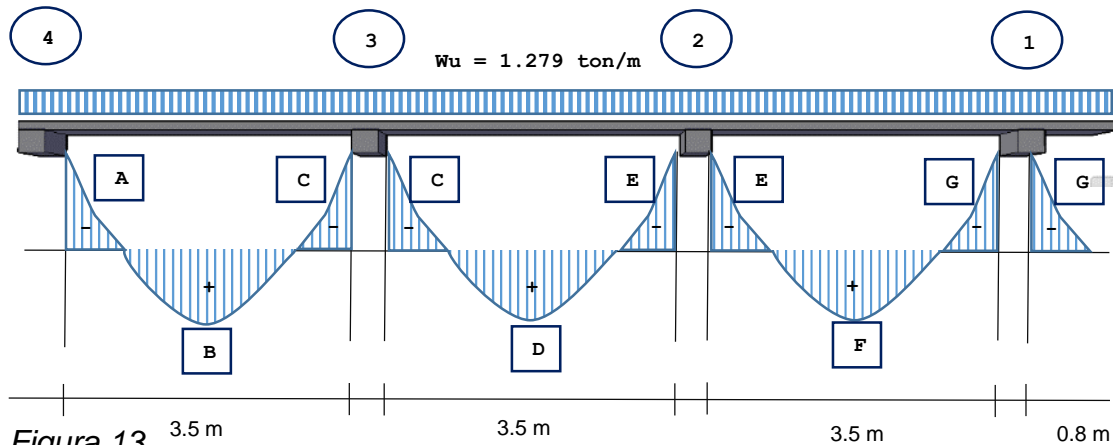


Figura 13. Momentos máximos de la losa maciza de la edificación multifamiliar.

Tabla 13:

*Momentos de la losa maciza.*

ITEM	APOYO/TR AMO	Coeficientes ACI.314 cálculo de momentos	Momentos máximos	Und
A	Apoyo 4	$1/24 (W_u \times L_n^2)$	<b>0.653</b>	Ton.m
B	Tramo 4-3	$1/11 (W_u \times L_n^2)$	<b>1.424</b>	Ton.m
C	Apoyo 3	$1/10 (W_u \times L_n^2)$	<b>1.567</b>	Ton.m
D	Tramo 2-3	$1/16 (W_u \times L_n^2)$	<b>0.979</b>	Ton.m
E	Apoyo 2	$1/10 (W_u \times L_n^2)$	<b>1.567</b>	Ton.m
F	Tramo 1-2	$1/16 (W_u \times L_n^2)$	<b>0.979</b>	Ton.m
G	Apoyo 1	$1/10 (W_u \times L_n^2)$	<b>1.567</b>	Ton.m

## 5. Diseño por flexión y cálculo de refuerzo

Se calcula el refuerzo de acero necesario para que soporte el momento máximo calculado en la tabla 13, según apoyo o tramo.

### Calculo del peralte efectivo

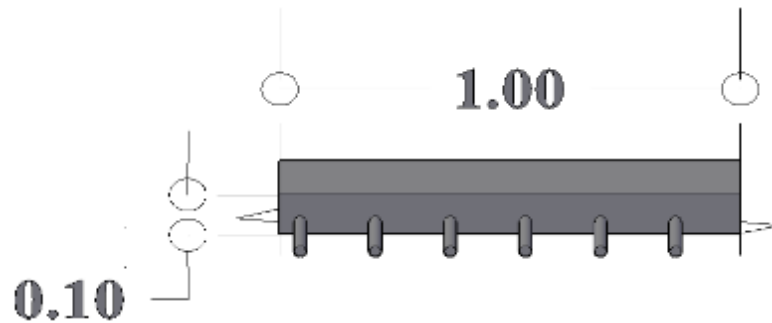


Figura 14:  
Sección de losa maciza unidireccional.

Para calcular el refuerzo de acero, primero se debe calcular el peralte efectivo.

Para ello se emplea fórmula aplicada por el ACI-83.

$$d = h - rec - 1/2(asb) \quad (Ec 6)$$

Donde:

d = Peralte efectivo (cm).

h = Altura de la losa maciza (cm).

rec = Recubrimiento (cm).

asb = Diámetro de acero de refuerzo (cm).

Tabla 14:  
Recubrimiento mínimo del refuerzo ACI-7.7.

Concreto vaciado en obra	Recubrimiento mínimo (cm)
1. Concreto vaciado directamente sobre el terreno sin encofrado	7.5
2. Concreto en contacto con el terreno o expuesto a la intemperie	
Varillas #6 a #18	5.0
Varillas #5, alambres W31 o D31 y menores	4.0
3. Concreto vaciado al interior de edificaciones	
Losas, muros y aligerados	
Varillas #14 y #18	4.0
Varillas #11 y menores	2.0
Vigas y columnas: refuerzo longitudinal, estribos y espirales	4.0
Bóvedas y elementos laminares	
Varillas #6 y mayores	2.0
Varillas #5 y menores	1.5

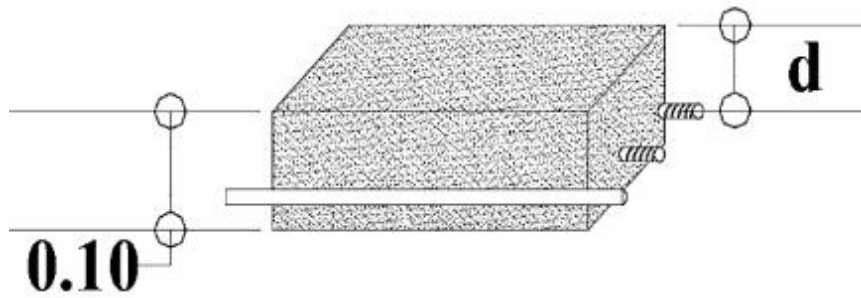


Figura 15:  
Peralte efectivo de la losa maciza.

Aplicando la ecuación 6.

<b>h</b>	-	<b>rec</b>	-	<b>0.5 (asb)</b>	=	<b>Peralte efectivo (d)</b>
10 cm	-	2 cm	-	0.5(1.27 cm)	=	<b>7.37 cm</b>

**Calculo del refuerzo necesario para el ítem A – apoyo 4:**

<b>Apoyo 4</b>		
$M_u = 0.653 \text{ Ton.m}$	, $b = 100 \text{ cm}$	, $d = 7.37 \text{ cm}$
$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	, $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	

- Cuantía mecánica:

$$W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7xM_u}{\phi x F'c x b x d^2}} \quad (\text{Ec } 7)$$

Donde:

W = Cuantía mecánica.

$M_u$  = Momento máximo último (Ton.m).

$\phi$  = Factor de resistencia de diseño (RNE-E.060).

$F'c$  = Resistencia del concreto (kg/cm<sup>2</sup>).

b = Ancho de sección de diseño (cm).

d = Peralte efectivo (cm)

Aplicando la ecuación 7.

Remplazando datos:

$$W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times Mu}{\phi \times F'c \times b \times d^2}} \quad = \quad W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 0.653 \text{ Ton} \cdot \text{m} \times 10^5 \text{ kg} \cdot \text{cm}^2}{0.90 \times 210 \text{ kg/cm}^2 \times 100 \text{ cm} \times (7.37 \text{ cm}^2)^2}}$$

$$W = 0.066$$

- Cuantía de diseño:

$$P = W \times \frac{F'c}{Fy} \quad (\text{Ec } 8)$$

Donde:

$P$  = Cuantía de diseño.

$W$  = Cuantía mecánica.

$F'c$  = Resistencia del concreto (kg/cm<sup>2</sup>).

$Fy$  = Resistencia a la fluencia del refuerzo (kg/cm<sup>2</sup>).

Aplicando la ecuación 8.

Remplazando datos:

$$P = W \times \frac{F'c}{Fy} \quad = \quad P = 0.066 \times \frac{210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$P = 0.0033$$

Verificamos el tipo de falla, para ello empleamos la siguiente tabla:

Tabla 15:  
Valores de cuantías máximas.

Valores de cuantías para $Fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$					
	$F'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	210	280	350	420
Cuantía balanceada	$Pb$	0.0214	0.0285	0.0335	0.0377
Cuantía máxima (RNE)	$0.75 Pb$	0.016	0.0214	0.0252	0.0283

Seleccionamos la cuantía máxima según la resistencia del concreto a emplear en el elemento estructural, así como en función al acero de refuerzo ya que si el acero es pretensado no empleamos esta tabla.

$P$	<	$P_{Max}$
<b>0.0033</b>	<	<b>0.016</b>

**Falla dúctil OK!!!**

La cuantía de diseño tiene que ser menor a la cuantía máxima, así se generara una falla dúctil, es decir el acero puede ser estirado considerablemente antes de romperse.

- Calculo del área de acero de refuerzo:

$$A_s = P \times b \times d \quad (\text{Ec } 9)$$

Donde:

$A_s$  = Área de acero de refuerzo (cm<sup>2</sup>).

$P$  = Cuantía de diseño.

$b$  = Ancho de sección de diseño (cm).

$d$  = Peralte efectivo (cm).

Aplicando la ecuación 9.

Remplazando datos:

$$A_s = P \times b \times d = A_s = 0.0033 \times 100 \text{ cm} \times 7.37 \text{ cm}$$

$$A_s = 2.43 \text{ cm}^2$$

Comprobamos el acero mínimo para la losa maciza con la ecuación siguiente:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 \times b \times h \quad (\text{Ec } 10)$$

Donde:

$A_{s \text{ min}}$  = Área de acero mínimo para la sección de losa maciza.

$b$  = Ancho de sección de diseño (cm).

$h$  = Altura de la losa maciza (cm).

Aplicamos la ecuación 10.

Remplazando datos:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 \times b \times h = A_{s \text{ min}} = 0.0018 \times 100 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$$

---

$$A_s \text{ min} = 1.80 \text{ cm}^2$$

---

---

$$A_s > A_s \text{ min}$$

---

---

$$2.43 \text{ cm}^2 > 1.80 \text{ cm}^2$$

---

Una vez comprobado que nuestro acero de refuerzo es mayor al acero mínimo escogemos el diámetro de acero que satisfaga el área del refuerzo calculado. Si nuestra área de acero de refuerzo es menor al área de acero mínimo se emplea la siguiente ecuación:

$$A_{sd} = \frac{4}{3} \times A_s \quad (\text{Ec 11})$$

Donde:

$A_{sd}$  = Área de acero de diseño (cm<sup>2</sup>).

$A_s$  = Área de acero de refuerzo (cm<sup>2</sup>).

Escogemos la varilla de acero de refuerzo según el parámetro de espaciamiento y área de acero.

Para calcular el espaciamiento permitido para losas nos regimos a lo establecido por el RNE-E.060.

El espaciamiento de las varillas de refuerzo es esencial para poder controlar en parte la contracción por variación de temperatura, esta es muy aparte del control del acero por temperatura.

$$S = 3 \times h \quad (\text{Ec 12})$$

Donde:

S = Espaciamiento entre barras de refuerzo (cm).

h = Altura de la losa maciza (cm).

Así como se puede determinar con:

---

$$S \text{ max} = 45 \text{ cm}$$

---

Aquí se emplea el espaciamiento menor:

Aplicando la ecuación 12.

Remplazando datos:	
$S = 3 \times h$	= $S = 3 \times 10 \text{ cm}$
<hr/>	
$S$	= $30 \text{ cm}$
<hr/>	
$S < S_{max}$	
<hr/>	
$30 \text{ cm} < 45 \text{ cm}$	
<hr/>	

Basado en los resultados de espaciamiento seleccionamos el menor de  $S = 30 \text{ cm}$ , así que el espaciamiento de las varillas de refuerzo no deben exceder a  $30 \text{ cm}$ .

Selección de varillas de refuerzo según espaciamiento:

$$S \emptyset = \frac{Asb \times b}{As} \quad (\text{Ec } 13)$$

Donde:

$S \emptyset$  = Espaciamiento del refuerzo según el área calculada (cm).

$Asb$  = Área de la barra corrugada de refuerzo (cm<sup>2</sup>).

$b$  = Ancho de sección de diseño (cm).

$As$  = Área de acero de refuerzo (cm<sup>2</sup>).

Aplicamos la ecuación 13.

Remplazando datos:	
$S \emptyset = \frac{Asb \times b}{As}$	= $S \emptyset = \frac{0.71 \text{ cm}^2 \times 100 \text{ cm}}{2.43 \text{ cm}^2}$
<hr/>	
$S = 29.21 \text{ cm}$	
<hr/>	

El espaciamiento para una barra corrugada de diámetro  $\emptyset 3/8"$  la separación es de  $29.21 \text{ cm}$  que es redondeado a  $29 \text{ cm}$ , dentro del parámetro de espaciamiento máximo de  $30 \text{ cm}$ .

Por ello se selecciona la barra corrugada para el ítem A – apoyo 4:

**USAREMOS** ➡  $\varnothing 3/8'' @ 0.29 \text{ m}$

**Calculo del refuerzo necesario para el ítem B – tramo 4-3:**

**Tramo 4-3**

$$Mu = 1.424 \text{ Ton.m} , b = 100 \text{ cm} , d = 7.37 \text{ cm}$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 , Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

- El resto del cálculo se muestra en el anexo D.

Obteniendo el resultado se selecciona la barra corrugada para el ítem B – tramo 4-3

**USAREMOS** ➡  $\varnothing 1/2'' @ 0.23 \text{ m}$

**Calculo del refuerzo necesario para el ítem C, E y G – apoyo 3, 2 y 1:**

**Apoyo 3, 2 y 1**

$$Mu = 1.567 \text{ Ton.m} , b = 100 \text{ cm} , d = 7.37 \text{ cm}$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 , Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

- El resto del cálculo se muestra en el anexo D.

Obteniendo el resultado se selecciona la barra corrugada para el ítem C – apoyo 3.

**USAREMOS** ➡  $\varnothing 1/2'' @ 0.21 \text{ m}$

**Calculo del refuerzo necesario para el ítem D y F – tramo 3-2 y tramo 2-1:**

**Tramo 3-2 y Tramo 2-1**

$$Mu = 0.979 \text{ Ton.m} , b = 100 \text{ cm} , d = 7.37 \text{ cm}$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 , Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$



- El resto del cálculo se muestra en el anexo D.

Obteniendo el resultado se selecciona la barra corrugada para el ítem D – tramo 3-2 y tramo 2-1.

**USAREMOS ➡ Ø 3/8" @ 0.19 m**

**Calculo de refuerzo por temperatura:**

Se emplea en dirección perpendicular al acero de refuerzo principal de la flexión en las losas, con el fin de tomar los esfuerzos de contracción del concreto por variación de temperatura. El reglamento ACI específica que el acero con  $F_y \leq 4200\text{kg/cm}^2$  se puede aplicar la ecuación 10.

El espaciamiento máximo para acero de temperatura, según el RNE (2016) establece que para losas macizas debe aplicarse que no debe exceder 5 veces el espesor de la losa así como no exceder 40 cm (p.373).

$$S t = 5 x h \tag{Ec 14}$$

Donde:

S t = Espaciamiento entre acero de temperatura (cm).

h = Altura de la losa maciza (cm).

Así como se puede determinar con:

$$\underline{\underline{S t_{max} = 40 \text{ cm}}}$$

Aquí se emplea el espaciamiento menor:

Aplicando la ecuación 14.

$$\begin{array}{l} \underline{\underline{\text{Reemplazando datos:}}} \\ \underline{\underline{S t = 5 x h = S t = 5 x 10 \text{ cm}}} \\ \underline{\underline{S = 50 \text{ cm}}} \end{array}$$

$$S_t > S_{tmax}$$

$$50 \text{ cm} > 40 \text{ cm}$$

Empleamos como parámetro el espaciamiento menor.

Aplicamos la ecuación 10, para determinar el área de acero por temperatura.

Remplazando datos:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 \times b \times h = A_{s \text{ min}} = 0.0018 \times 100 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ min}} = 1.80 \text{ cm}^2$$

Para determinar el espaciamiento del acero de temperatura aplicamos la ecuación número 13, para el acero de temperatura se recomienda barras de 3/8".

Remplazando datos:

$$S_{\emptyset} = \frac{A_s b \times b}{A_s} = S_{\emptyset} = \frac{0.71 \text{ cm}^2 \times 100 \text{ cm}}{1.80 \text{ cm}^2}$$

$$S = 39.44 \text{ cm}$$

El espaciamiento para la barra corrugada de diámetro  $\emptyset 3/8''$  es de 39.44 cm que es redondeado a 40 cm, que es espaciamiento máximo para acero de temperatura.

**USAREMOS  $\Rightarrow$   $\emptyset 3/8'' @ 0.40 \text{ m}$**

**Detalle de armadura principal de la losa maciza unidireccional convencional:**

Planos de edificación. (Ver anexo E)

- **Diseño de la losa maciza usando planchas acanalada de onda industrial - ( $e_s = 0.30 \text{ mm}$ )**

Para el diseño de la losa maciza con planchas metálicas de secciones onduladas se efectuará el mismo diseño de la losa maciza unidireccional convencional, emplearemos el mismo diseño con el fin de ejecutar la investigación y realizar la comparación netamente estructural a condiciones iguales o similares de una losa maciza convencional y una losa maciza incorporando un nuevo material laminado.

h	10 cm
e <sub>s</sub>	0.030 cm

Donde:

h = Altura de la losa maciza (cm).

e<sub>s</sub> = Espesor de la plancha metálica ondulada (cm).

### 1. Metrado de cargas

Para ello aplicamos los datos de la tabla 12, y le añadimos el peso de la plancha metálica más pesada con mayor espesor ya que a mayor espesor aumentado en láminas la rigidez es mejor así como la sección de la lámina de e<sub>s</sub>=0.25 mm y e<sub>s</sub>=0.30 mm son similares variando únicamente en espesor.

Tabla 16:

*Cargas presentes en la edificación con la plancha metálica ondulada.*

<b>Metrado de cargas</b>			
Carga muerta o permanente (WD)			
Elemento en intervención	Δ T		Peso del concreto
Peso de losa maciza	1.00 m	X 0.10 m	X 2400 kg/m <sup>3</sup> = 240 kg/m
Peso de acabados	1.00 m	X 100 kg/m <sup>2</sup>	= 100 kg/m
Peso de la plancha ondulada	1.00 m	X 3.10 kg/m <sup>2</sup>	= 3.10 kg/m
Peso de tabiquería	1.00 m	X 270 kg/m <sup>2</sup>	= 270 kg/m
			<b>613.10 kg/m</b>

Carga viva (WL)

WL	Δ T	X	S/C
WL	1.00 m	X 250 kg/m <sup>2</sup>	= <b>250 kg/m</b>

## 2. Resistencia requerida

Para la resistencia requerida empleamos la ecuación 5.

Aplicando la ecuación número 5.

	1.4(WD)	+	1.7(WL)	=	U o Wu
Carga ultima amplificada	858.34 kg/m	+	425 kg/m	=	<b>1283.34 Kg/m</b>

## 3. Calculo de momentos máximos

La carga última amplificada para la losa maciza con planchas metálicas onduladas es de 1283.34 kg/m equivalente a 1.283 ton/m. La luz de la losa es de una longitud de 3.50 m, longitud máxima para efectos de la plancha metálica.

Para el cálculo de momentos máximos y negativos en losas de concreto así como cálculo de vigas se puede emplear el método de coeficientes, que es un método simplicatorio proporcionado y estudiado por el ACI-83, sección 8.4 y 8.6 así como lo establece el RNE-E.060, artículo 8.3.

Para aplicar el método de coeficientes la estructura debe cumplir lo siguiente:

Tabla 17:

*Condiciones para emplear el método de coeficientes.*

1	Deben existir 2 o más tramos.	OK!
2	La luz deberá ser iguales aproximadamente $\frac{\text{Luz mayor}}{\text{Luz menor}} \leq 1.20$	OK!
3	La carga viva no exceda en 3 veces la carga muerta.	OK!
4	La carga deberá ser uniformemente distribuida.	OK!
5	Los elementos deberán tener sección prismática.	OK!

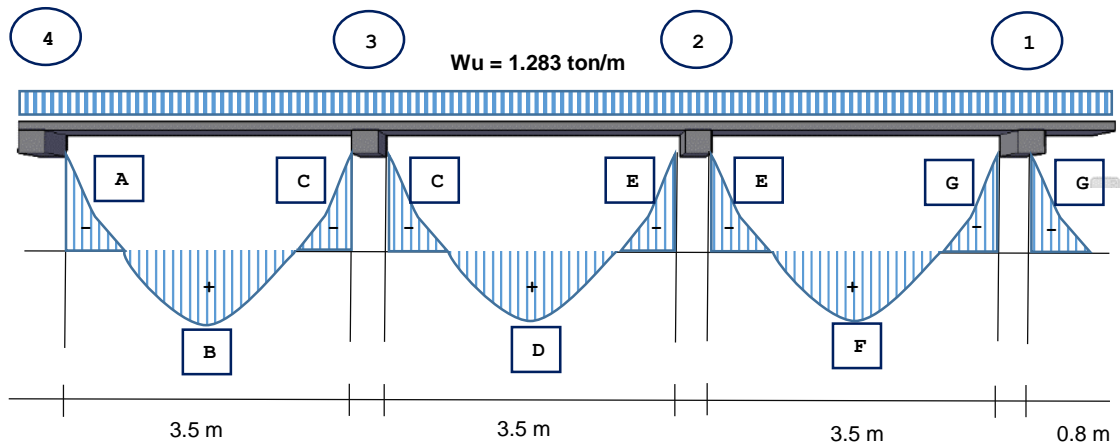


Figura 16:  
Momentos máximos de la losa maciza de la edificación multifamiliar.

Tabla 18:

*Momentos de la losa maciza con plancha metálica ondulada.*

ITEM	APOYO/TR AMO	Coefficientes ACI.314 cálculo de momentos	Momentos máximos	Und
A	Apoyo 4	$1/24 (W_u \times L_n^2)$	<b>0.655</b>	Ton.m
B	Tramo 4-3	$1/11 (W_u \times L_n^2)$	<b>1.428</b>	Ton.m
C	Apoyo 3	$1/10 (W_u \times L_n^2)$	<b>1.571</b>	Ton.m
D	Tramo 2-3	$1/16 (W_u \times L_n^2)$	<b>0.982</b>	Ton.m
E	Apoyo 2	$1/10 (W_u \times L_n^2)$	<b>1.571</b>	Ton.m
F	Tramo 1-2	$1/16 (W_u \times L_n^2)$	<b>0.982</b>	Ton.m
G	Apoyo 1	$1/10 (W_u \times L_n^2)$	<b>1.571</b>	Ton.m

#### 4. Diseño por flexión y cálculo de refuerzo

Se calcula el refuerzo de acero necesario para que soporte el momento máximo calculado en la tabla 18, según apoyo o tramo.

##### Calculo del peralte efectivo

Para calcular el refuerzo de acero, primero se debe calcular el peralte efectivo, para secciones especiales no rectangulares el peralte efectivo se calcula en la distancia entre la fibra extrema en compresión y el centroide del área de tensión, en este caso al ser un nuevo elemento planteado a incorporarse en la losa maciza este cambia su sección de una rectangular a una ondulada.

Por ende calcularemos este peralte efectivo con un criterio lógico apoyado de software de dibujo AutoCAD.

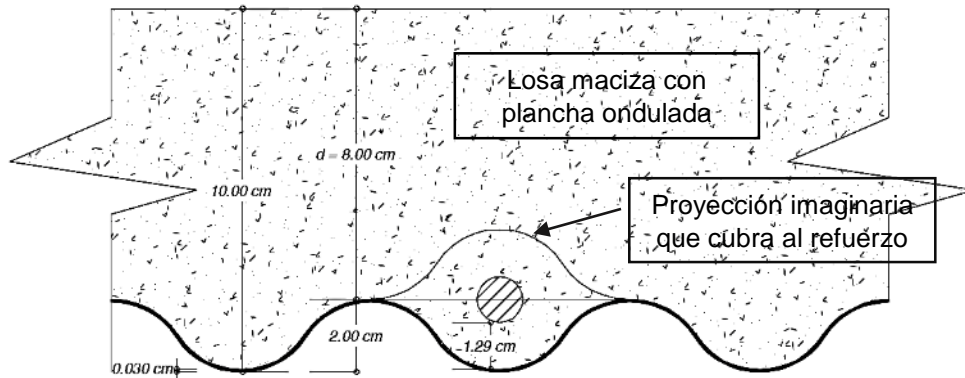


Figura 17:

Calculo del peralte en losa con plancha metálica de sección ondulada.

Se diseña con un enfoque de aprovechar la profundidad del canal de la plancha metálica donde se genera una resistencia geométrica, y que al tener como base un elemento que protege el recubrimiento, este se puede reducir proporcional a la dosificación de concreto a emplear.

$e_h$	8.00 cm
$d$	8.00 cm

Donde:

$e_h$  = Espesor del hormigón sobre crestas de la plancha metálica ondulada (cm).

$d$  = distancia entre la fibra extrema en compresión y el centroide del área de tensión (peralte efectivo) (cm).

#### Calculo del refuerzo necesario para el ítem A – apoyo 4:

##### Apoyo 4

$$M_u = 0.655 \text{ Ton.m} \quad , \quad b = 100 \text{ cm} \quad , \quad d = 8.00 \text{ cm}$$

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad , \quad F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Aplicamos el mismo diseño de cálculo que una losa maciza unidireccional convencional ya que queremos efectuar una

comparación en las mismas condiciones que esta. Además este criterio de incorporar la plancha metálica acanalada de sección ondulada se quiere mejorar el comportamiento de una losa maciza convencional.

- Cuantía mecánica:

Aplicando la ecuación 7.

Reemplazando datos:

$$W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times Mu}{\phi \times F'c \times b \times d^2}} = W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 0.655 \text{ Ton.m} \times 10^5 \text{ kg/cm}^2}{0.90 \times 210 \text{ kg/cm}^2 \times 100 \text{ cm} \times (8.00 \text{ cm})^2}}$$

$$W = 0.059$$

- Cuantía de diseño:

Aplicando la ecuación 8.

Reemplazando datos:

$$P = W \times \frac{F'c}{Fy} = P = 0.059 \times \frac{210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$P = 0.0030$$

Verificamos el tipo de falla, para ello empleamos la tabla numero 15:

$P$	<	$P_{Max}$
<b>0.0030</b>	<	<b>0.016</b>

**Falla dúctil OK!!!**

- Calculo del área de acero de refuerzo:

Aplicando la ecuación 9.

Reemplazando datos:

$$As = P \times b \times d = As = 0.0030 \times 100 \text{ cm} \times 8.00 \text{ cm}$$

---

---

$$A_s = 2.40 \text{ cm}^2$$

---

---

Comprobamos el acero mínimo para la losa maciza con la plancha metálica de secciones onduladas con la ecuación siguiente:

Aplicamos la ecuación 10.

---

Reemplazando datos:

---

---

$$A_s \text{ min} = 0.0018 \times b \times h = A_s \text{ min} = 0.0018 \times 100 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$$

---

---

$$A_s \text{ min} = 1.80 \text{ cm}^2$$

---

---

---

$$A_s > A_s \text{ min}$$

---

---

$$2.40 \text{ cm}^2 > 1.80 \text{ cm}^2$$

---

Basado en los resultados de espaciamiento seleccionamos el menor de  $S = 30 \text{ cm}$ , así que el espaciamiento de las varillas de refuerzo no deben exceder a  $30 \text{ cm}$ .

Aplicamos la ecuación 13.

---

Reemplazando datos:

---

---

$$S \emptyset = \frac{A_s b \times b}{A_s} = S \emptyset = \frac{0.71 \text{ cm}^2 \times 100 \text{ cm}}{2.40 \text{ cm}^2}$$

---

---

$$S = 29.58 \text{ cm}$$

---

---

El espaciamiento para una barra corrugada de diámetro  $\emptyset 3/8''$  la separación es de  $29.58 \text{ cm}$  que es redondeado a  $30 \text{ cm}$ , que es el máximo parámetro de espaciamiento  $30 \text{ cm}$ .

Por ello se selecciona la barra corrugada para el ítem D – tramo 3-2.

---

**USAREMOS ➡  $\emptyset 3/8'' @ 0.30 \text{ m}$**

---

**Calculo del refuerzo necesario para el ítem B – tramo 4-3:**



---

**Tramo 4-3**

---

---

$$Mu = 1.428 \text{ Ton.m} \quad , b = 100 \text{ cm} \quad , d = 8.00 \text{ cm}$$

---

---

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad , Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

---

- El resto del cálculo se muestra en el anexo D.

Obteniendo el resultado se selecciona la barra corrugada para el ítem B – tramo 4-3.

---

**USAREMOS ➡  $\varnothing 1/2'' @ 0.27 \text{ m}$** 

---

**Calculo del refuerzo necesario para el ítem C, E y G – apoyo 3, 2 y 1:**

---

**Apoyo 3, 2 y 1**

---

---

$$Mu = 1.571 \text{ Ton.m} \quad , b = 100 \text{ cm} \quad , d = 8.00 \text{ cm}$$

---

---

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad , Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

---

- El resto del cálculo se muestra en el anexo D.

Obteniendo el resultado se selecciona la barra corrugada para el ítem C, E y G – apoyo 3, 2 y 1.

---

**USAREMOS ➡  $\varnothing 1/2'' @ 0.23 \text{ m}$** 

---

**Calculo del refuerzo necesario para el ítem D y F – tramo 3-2 y tramo 2-1:**

---

**Tramo 3-2 y tramo 2-1**

---

---

$$Mu = 0.982 \text{ Ton.m} \quad , b = 100 \text{ cm} \quad , d = 8.00 \text{ cm}$$

---

---

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad , Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

---

- El resto del cálculo se muestra en el anexo D.

Obteniendo el resultado se selecciona la barra corrugada para el ítem D y F – tramo 3-2 y tramo 2-1.

---

**USAREMOS ➡ Ø 3/8" @ 0.21 m**

---

### **Calculo de refuerzo por temperatura:**

Para este diseño de losa maciza con plancha metálica acanalada ondulada no aplicaremos acero de temperatura en la base apoyado en el acero positivo, ya que con la plancha metálica como encofrado perdido ya tenemos un control y manejo de fisuras en la base de la losa, por ende solo aplicaremos acero de temperatura para el control de la superficie.

Aplicamos el mismo procedimiento de cálculo como para la losa maciza convencional, así como la misma separación calculada para cada varilla de temperatura y el mismo diámetro de este.

El espaciamiento para la barra corrugada de diámetro Ø 3/8" es de 39.44 cm que es redondeado a 40 cm, que es espaciamiento máximo para acero de temperatura.

---

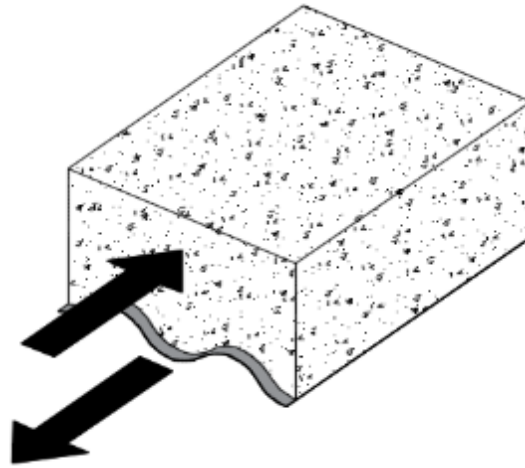
**USAREMOS ➡ Ø 3/8" @ 0.40 m**

---

### **5. Resistencia de los conectores:**

Para este diseño es muy importante la perfecta conexión que se debe generar entre el concreto y la plancha metálica acanalada ondulada, por ello aplicamos conectores que impidan que el concreto se deslice.

Según Ryanto Widjaja (1997) menciona que con la adecuada conexión la estructura compuesta podrá comportarse estructuralmente en eficacia total a la flexibilidad (p.84).



*Figura 18:*  
Deslizamiento del concreto en la plancha metálica de sección ondulada.

En el criterio lógico de esta estructura horizontal al estar sometido a cargas este empieza a deformarse desde el centro de la luz generando discontinuidad entre la zona a tracción del concreto y la de compresión de la plancha metálica desarrollando el deslizamiento entre ambos elementos. Por ende emplearemos clavos de calamina galvanizados con puntas en torsión, que travesara la plancha metálica y quedara embebido en el concreto generando la perfecta funcionabilidad de la losa maciza.

El análisis de la resistencia al deslizamiento de esta losa maciza se efectúa por medio de la resistencia al cortante y para ello se evalúa la resistencia al corte de los clavos o conector, la resistencia del concreto alrededor del clavo y la resistencia de la plancha metálica alrededor del conector.

### **Resistencia de los clavos al corte**

La ecuación que evalúa la resistencia del conector es la siguiente:

$$F_v = 0.5 \times A_c \times f_{yc} \quad (\text{Ec } 15)$$

Donde:

$F_v$  = Resistencia al corte del conector (kg).

$A_c$  = Área de la sección Transversal del conector (cm<sup>2</sup>).

$f_{yc}$  = Resistencia de fluencia del conector (kg/cm<sup>2</sup>).

$f_{yp}$  = Resistencia de fluencia de la plancha metálica (kg/cm<sup>2</sup>).

Aplicando la ecuación 15.

---

Remplazando datos

---

---

$$F_v = 0.5 \times A_c \times f_{yc} = F_v = 0.5 \times \left( \pi \times \left( \frac{0.373 \text{ cm}}{2} \right)^2 \right) \times 2400 \text{ kg/cm}^2$$

---

---

$$F_v = 131.13 \text{ kg.}$$

---

### Resistencia del concreto alrededor del clavo

La ecuación que evalúa la resistencia del concreto alrededor del conector es la siguiente:

$$F_v = 91 \times d_c^2 \times \sqrt{R_c} \quad (\text{Ec } 16)$$

Donde:

$F_v$  = Resistencia del concreto alrededor del conector (kg).

$d_c$  = Diámetro del conector (cm).

$R_c$  = Resistencia del concreto a los 28 días (kg/cm<sup>2</sup>).

Aplicando la ecuación 16.

---

Remplazando datos

---

---

$$F_v = 91 \times d_c^2 \times \sqrt{R_c} = F_v = 91 \times (0.373 \text{ cm})^2 \times \sqrt{248.83 \text{ kg/cm}^2}$$

---

---

$$F_v = 199.71 \text{ kg.}$$

---

### Resistencia de la plancha metálica alrededor del conector

La resistencia de la plancha metálica alrededor del conector se determina con la ecuación 15, con la variación que se emplea la  $f_{yp}$  de la plancha metálica y que el cálculo de área es:

$$A_{cp} = \pi \times d_c \times e_p \quad (\text{Ec } 17)$$

Donde:

$A_{cp}$  = Área de contacto entre el conector y la lámina (cm<sup>2</sup>).

$d_c$  = Diámetro del conector (cm).

$e_p$  = Espesor de la plancha metálica (cm).

Aplicando la ecuación 17.

---

Remplazando datos

---

---

$$A_{cp} = \pi \times d_c \times e_p = A_{cp} = \pi \times 0.373 \text{ cm} \times 0.030 \text{ cm}$$

---

---

$$A_{cp} = 0.035 \text{ cm}^2.$$

---

Aplicando la ecuación 15.

---

Remplazando datos

---

---

$$F_v = 0.5 \times A_{cp} \times f_{yp} = F_v = 0.5 \times 0.035 \text{ cm}^2 \times 3860 \text{ kg/cm}^2$$

---

---

$$F_v = 67.55 \text{ kg.}$$

---

Para Ryanto Widjaja (1997) establece que la resistencia al corte en la plancha metálica acanalada es el valor menor de  $F_v$  (p.84).

Por lo que el valor a la resistencia al corte es:

---

$$F_v = 67.55 \text{ kg}$$

---

- **Calculo de cantidad de conectores:**

Para el cálculo de la cantidad de conectores (clavos galvanizados) emplearemos datos ya obtenidos en los cálculos anteriores.

Tabla 19:

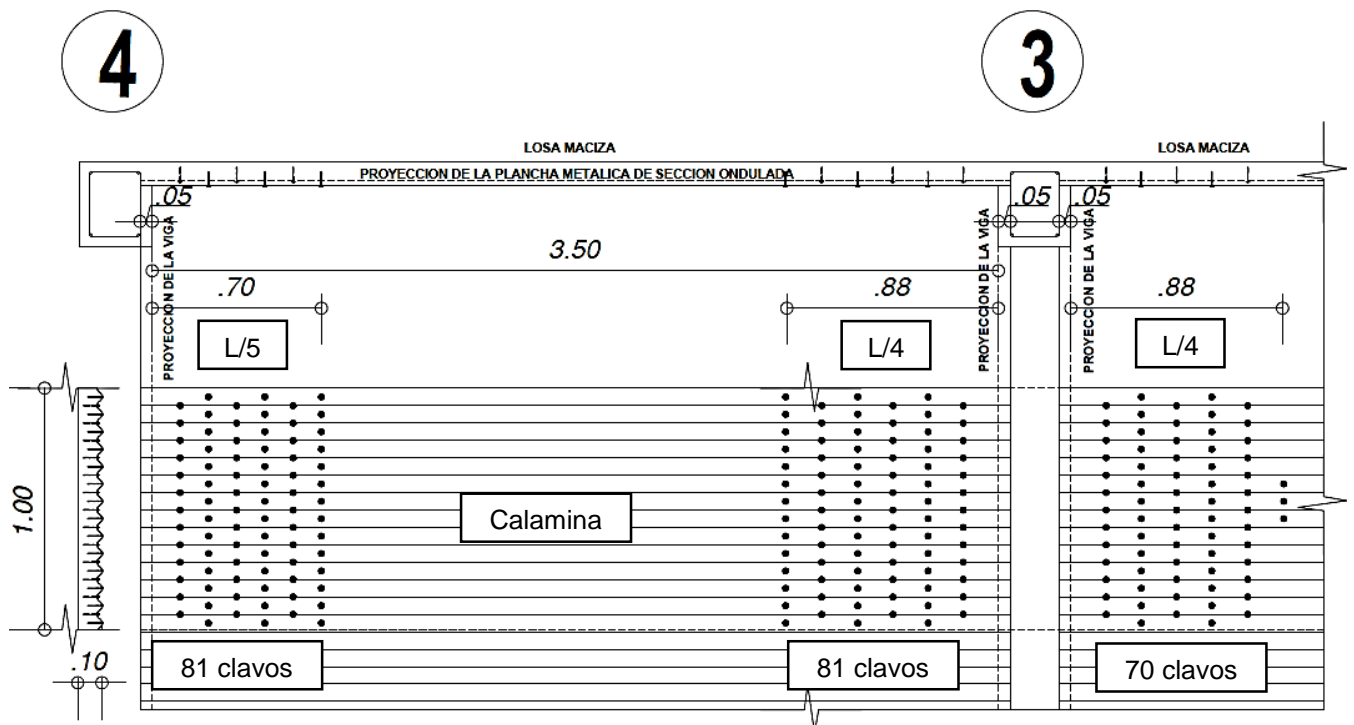
*Datos del diseño de losa maciza unidireccional con plancha metálica de sección ondulada.*

Resistencia del concreto	$F'_c =$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad del acero en tensión	$E_s =$	2000000 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad del concreto	$E_c =$	217370.65 kg/cm <sup>2</sup>
Peralte efectivo	$d =$	8.00 cm
Ancho de sección de diseño	$b =$	100.00 cm

Tabla 20:

*Cálculos de clavos conectores de la losa maciza con plancha metálica de sección ondulada.*

<b>DATOS</b>	<b>TRAMO 4-3</b>	<b>TRAMO 3-2 Y TRAMO 2-1</b>
<b>EXPRESION</b>		
Cuantía mecánica (W)	0.12	0.085
Cuantía de diseño (P)	0.006	0.0043
Área de acero de diseño	4.80 cm <sup>2</sup>	3.44 cm <sup>2</sup>
Tensión admisible del concreto. (Ec 18)	$F'c^{max} = 0.45 \times 210 \text{ kg/cm}^2$	$F'c^{max} = 0.45 \times 210 \text{ kg/cm}^2$
$F'c^{max} = 0.45 \times F'c$	94.5 kg/cm <sup>2</sup>	94.5 kg/cm <sup>2</sup>
Relación modular (Ec 19)	$n = \frac{2000000 \text{ kg/cm}^2}{15000 \times \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2}}$	$n = \frac{2000000 \text{ kg/cm}^2}{15000 \times \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2}}$
$n = \frac{E_s}{E_c}$	9.2	9.2
Factor de profundidad de la fibra neutra (Ec 20)	$K = -(9.20)(0.006) + \sqrt{(9.20 \times 0.006)^2 + 2 \times 9.20 \times 0.006}$	$K = -(9.20)(0.0043) + \sqrt{(9.20 \times 0.0043)^2 + 2 \times 9.20 \times 0.0043}$
$K = -nP + \sqrt{(nP)^2 + 2nP}$	0.28	0.24
Tensión en el acero (Ec 21)	$f_s = \frac{0.28 \times 8 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \times 94.5 \text{ kg/cm}^2}{2 \times 4.80 \text{ cm}^2}$	$f_s = \frac{0.24 \times 8 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \times 94.5 \text{ kg/cm}^2}{2 \times 3.44 \text{ cm}^2}$
$f_s = \frac{K \times d \times b \times F'c^{max}}{2 \times A_s}$	2205.00 kg/cm <sup>2</sup>	2637.21 kg/cm <sup>2</sup>
Fuerza resultante de tracción en la sección compuesta (Ec 22)	$T_s = 4.80 \text{ cm}^2 \times 2205.00 \text{ kg/cm}^2$	$T_s = 3.44 \text{ cm}^2 \times 2637.21 \text{ kg/cm}^2$
$T_s = A_s \times f_s$	10584.00 kg	9072.00 kg
Numero de conectores (Ec 23)	$N = \frac{10584.00 \text{ kg}}{67.55 \text{ kg}}$	$N = \frac{9072.00 \text{ kg}}{67.55 \text{ kg}}$
$N = \frac{T_s}{F_v}$	156.68 Clavos	133.65 Clavos
N es la cantidad de clavos como conectores calculada para los extremos del paño según una sección de 1m, para ubicar correctamente se diseña y explica en la figura 19.	156.68/2	133.65/2
	78.34 Clavos, cantidad que explayamos levemente a 81 clavos conectores para otorgar una mayor eficacia a la diseñada para cada extremo.	66.83 Clavos, cantidad que explayamos levemente a 70 clavos conectores para otorgar una mayor eficacia a la diseñada para cada extremo.



*Figura 19:*  
Detalle de la posición de los clavos conectores en la plancha metálica de sección ondulada.

### Detalle de armadura principal de la losa maciza unidireccional con plancha metálica de sección ondulada:

Planos de edificación (Ver anexo E).

#### 4.2.1.3. Construcción de probetas estructuradas

Para poder lograr este objetivo se decidió construir probetas estructuradas, una sección de la losa maciza unidireccional convencional y dos losas macizas unidireccionales incorporándoles la plancha metálica de sección ondulada variando en el espesor de este material. Se empleó el espesor de 10 cm, calculado para la losa de la edificación multifamiliar queriendo recrear la losa en estas probetas a condiciones reales de una construcción convencional así como se optó por recrear la tercera parte del ancho tributario de cálculo.

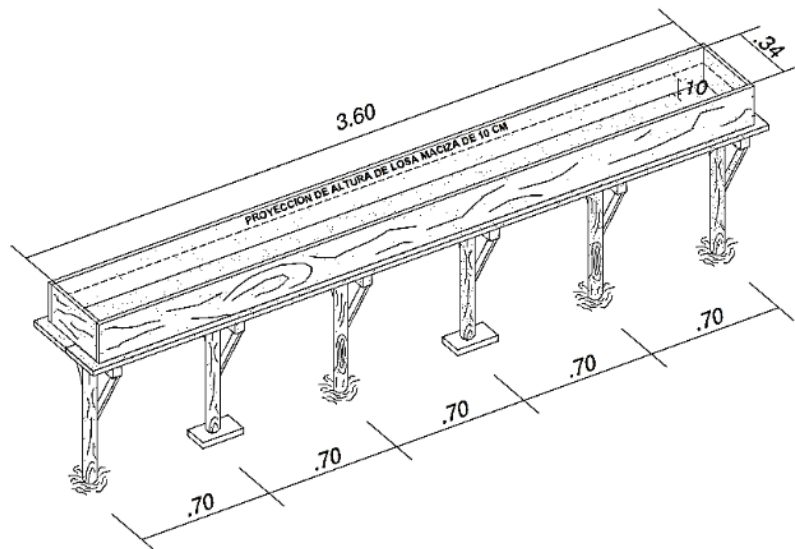
- **Losa maciza unidireccional convencional**
- 1. **Encofrado y armado del refuerzo principal**

Para este diseño de losa convencional nos enfocamos en cómo se construiría en una edificación normal, para ello se diseñó puntales que soporten el encofrado y la misma probeta estructurada:

Para ello se empleó 04 puntales empotrados y 02 apoyados a una separación 0.70 m esta distancia no es paramétrica que por seguridad y trabajabilidad de la losa se empleó esta distancia. Los puntales tienen que estar elaborados en forma de T reforzada.

Encima de estos puntales se apoya los tablonces donde se armó el refuerzo principal así como se encierra la sección con tablonces para poder dar la forma rectangular y el espesor deseado al diseño como se muestra en la figura 20.

El refuerzo se armó según el diseño calculado para la edificación multifamiliar, el diseño y cálculo se efectúa para un ancho tributario de 1.00 m y según esta sección se logra determinar qué cantidad de acero de refuerzo es necesario para que satisfaga la sobrecarga presente en la edificación. Para hacer posible la construcción y ensayo de las probetas se secciono a una tercera parte del ancho de diseño sin modificar la distribución del refuerzo (Ver anexo E y F).



*Figura 20:*  
Encofrado de la probeta estructurada de la losa maciza unidireccional convencional.



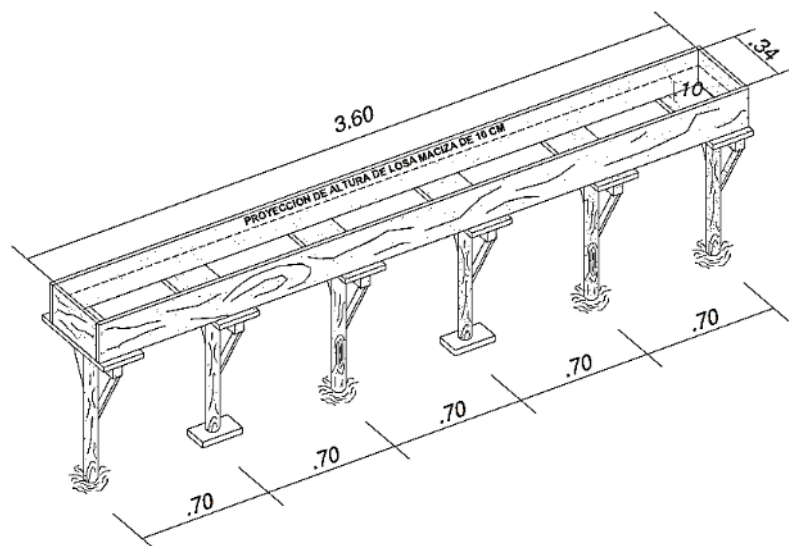
- **Losas macizas unidireccionales con planchas metálicas de secciones onduladas - ( $e_s = 0.25 \text{ mm}$ ) y ( $e_s = 0.30 \text{ mm}$ )**

### 1. Encofrado y armado del refuerzo principal

Para estas probetas se empleó 04 puntales empotrados y 02 apoyados a una separación 0.70 m que es la distancia máxima entre puntales para que se pueda trabajar encima de la plancha metálica sin que se deforme comprobado en campo, y pueda ser empleada como encofrado sin la necesidad de emplear tablonos como en la base de la losa maciza convencional.

Para esta losa no se emplea un encofrado que cubra todo el paño o sección en la base ya que la calamina tendrá la función de encofrado perdido reduciendo la cantidad de encofrado. Pero si se deben apoyar en puntales y tablonos perpendiculares a la dirección de la losa como muestra la figura 20.

Al igual que en la losa maciza unidireccional convencional se secciona a un tercio del ancho tributario de diseño y se realiza el armado del refuerzo con la distribución y el acero necesario ya obtenido en los cálculos anteriores (Ver anexo E y F).



*Figura 21:*

Encofrado de la probeta estructurada de la losa maciza unidireccional con plancha metálica de sección ondulada.

#### 4.2.1.4. Diseño de mezcla para un concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y volumen del concreto

El diseño de mezcla se calculó en laboratorio con muestras enviadas de 30kg de agregado grueso y fino, agregados a emplearse en las probetas estructuradas procedimiento tal cual se ejecutaría en una obra u edificación convencional.

Se solicitó a laboratorio que el diseño de mezcla sea para un concreto de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , obteniendo los siguientes resultados de la muestra del agregado a emplear en las probetas estructuradas así como se empleó el cemento portland tipo I - andino.

<b>Cemento</b>	<b>Andino Tipo I</b>
<b>Peso específico</b>	<b>3.12 gr/cm<sup>3</sup></b>

El especialista al obtener los 30 kg de la muestra de agregado fino desarrollo métodos de ensayos según la norma técnica peruana.

Tabla 21:

*Caracterización de los agregados a emplear en las probetas estructuradas.*

<b>AGREGADO FINO</b>	
Arena gruesa	
Cantera rio Mantaro - Pilcomayo	
<b>Caracterización del agregado fino</b>	
<b>Norma Técnica Peruana</b>	
<b>NTP-Método de ensayo normalizado para la densidad relativa (peso específico) y absorción</b>	
	<b>400.022</b>
Peso específico de masa	2.62 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa saturado superficialmente seco (s.s.s)	2.68 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente	2.74 gr/cm <sup>3</sup>
<b>NTP-Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados</b>	
	<b>400.017</b>
Peso unitario suelto seco	1680 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1792 kg/m <sup>3</sup>

<b>NTP-Análisis granulométrico fino, grueso y global</b>			<b>400.012</b>
Malla	% Retenido	% Que pasa	
3/8 pulg	6.30	93.70	
No. 4	15.40	78.40	
No. 8	9.30	69.10	
No. 16	8.00	61.10	
No. 30	14.60	46.50	
No. 50	28.00	18.50	
No. 100	15.20	3.40	
Fondo	3.40	0.0	

<b>Según NTP- Especificaciones normalizadas para agregados en concreto -LI y LS</b>			<b>400.037</b>
Malla	LI	LS	
3/8 pulg		100.00	
No. 4	95.00	100.00	
No. 8	80.00	100.00	
No. 16	50.00	85.00	
No. 30	25.00	60.00	
No. 50	5.00	30.00	
No. 100	0.00	10.00	

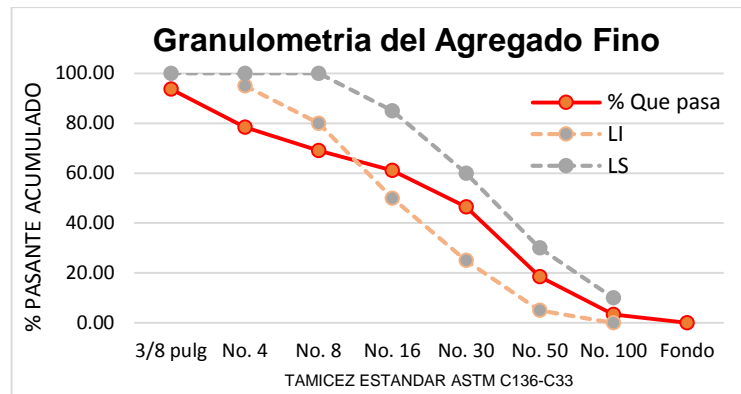


Figura 22:  
Granulometría del agregado fino (laboratorio).

<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Piedra chancada de 1/2"	
Cantera rio Mantaro - Pilcomayo	
<b>Caracterización del agregado grueso Norma Técnica Peruana</b>	
<b>NTP- Método de ensayo normalizado para la densidad relativa (peso específico) y absorción</b>	
<b>400.022</b>	
Peso específico de masa	2.64 gr/cm <sup>3</sup>

Peso específico de masa saturado superficialmente seco (s.s.s)	2.67 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente	2.73 gr/cm <sup>3</sup>

<b>NTP- Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados</b>	<b>400.017</b>
Peso unitario suelto seco	1401 kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1565 kg/m <sup>3</sup>

<b>NTP- Análisis granulométrico fino, grueso y global</b>	<b>400.012</b>	
Malla	% Retenido	% Que pasa
2 pulg	0.00	100.0
1 1/2 pulg	0.00	100.0
1 pulg	0.00	100.0
3/4 pulg	0.00	100.0
1/2 pulg	50.30	49.7
3/8 pulg	29.60	20.2
No. 4	18.60	1.6
Fondo	1.60	0.0

<b>Según NTP Especificaciones normalizadas para agregados en concreto -LI y LS</b>	<b>400.037</b>	
Malla	LI	LS
2 pulg	95.00	100.00
1 1/2 pulg		
1 pulg	35.00	70.00
3/4 pulg		
1/2 pulg	10.00	50.00
3/8 pulg		
No. 4	0.00	5.00

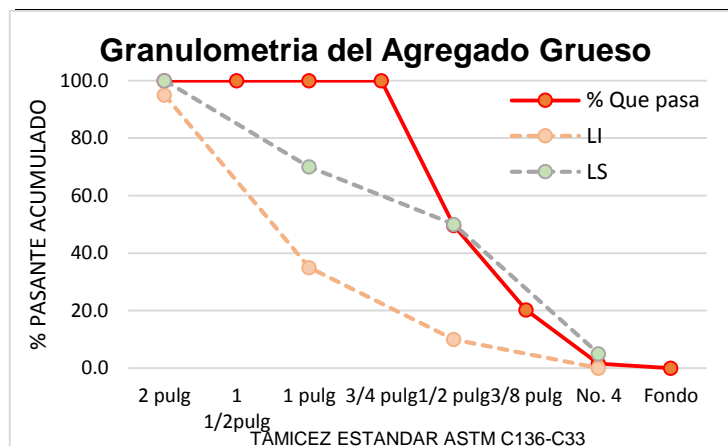


Figura 23: Granulometría del agregado grueso (laboratorio).

El laboratorio obtuvo los siguientes datos en función de los agregados.

<b>AGREGADO FINO</b>		<b>AGREGADO GRUESO</b>	
Módulo de finura	3.293	Módulo de finura	1/2 pulg
% Porcentaje de absorción	1.11	% Porcentaje de absorción	1.18
% de Contenido de humedad	0.78	% de Contenido de humedad	1.09

El diseño de mezcla fue calculado por el laboratorio según especificaciones solicitadas para el concreto a emplear en las probetas estructuradas. Obteniendo los siguientes resultados de diseño.

Tabla 22:

*Diseño de mezcla para la  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  (laboratorio).*

Asentamiento - slump	4 pulg
	8.9 bols/m <sup>3</sup>
Factor de cemento	de concreto
Relación de agua - cemento de diseño	0.558

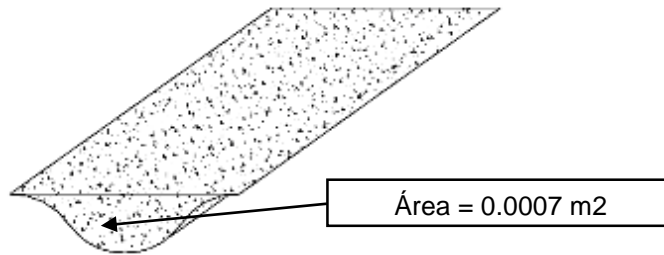
<b>PROPORCION DE DISEÑO POR ESTADO SECO PARA 1M3</b>		<b>PROPORCION DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD Y PESO DEL CONCRETO FRESCO PARA 1M3</b>	
Agua	210 lt	<b>Agua</b>	<b>214 lt</b>
Cemento	376 kg	<b>Cemento</b>	<b>377 kg</b>
Agregado fino	1034 kg	<b>Agregado fino</b>	<b>1048 kg</b>
Agregado grueso	686 kg	<b>Agregado grueso</b>	<b>694 kg</b>

Según el especialista del laboratorio se debe emplear el diseño corregido por humedad.

Para las probetas estructuradas se calcula la cantidad de concreto a emplear así como se suma el concreto de 9 probetas cilíndricas que serán ensayadas en 7,14 y 28 días:

Vol. Concreto losa maciza unidireccional convencional	0.122 m <sup>3</sup>
Vol. Concreto X 9 probetas cilíndricas	0.0478 m <sup>3</sup>

Para la losa maciza unidireccional con plancha metálica de sección ondulada el volumen del concreto se reduce, para determinar el volumen del concreto en los canales se empleó el software AutoCAD.



*Figura 24:*  
Área de la sección del canal en la plancha metálica.

Vol. Concreto en 01 canal de la plancha metálica	0.00252 m <sup>3</sup>
Vol. Concreto en los canales X 0.34m de sección	0.0126 m <sup>3</sup>

Para obtener el volumen total de concreto en estas losas con plancha metálica de sección ondulada se debe sumar el volumen 0.0126 m<sup>3</sup> más 0.0979 m<sup>3</sup> que es el volumen del resto de la losa maciza teniendo en total:

Vol. Concreto en la losa maciza con plancha metálica de sección ondulada	0.110 m <sup>3</sup>
--	----------------------

\* Se pudo denotar que se redujo el volumen del concreto en 0.012 m<sup>3</sup> equivalente a un 0.9% de un volumen convencional de una losa maciza unidireccional del mismo espesor.

#### 4.2.1.5. Obtención de muestras de concreto

Un factor muy importante para la resistencia estructural es que el concreto alcance la resistencia de diseño; para este diseño de las probetas estructuradas que son secciones de la losa maciza de la edificación multifamiliar se debe comprobar que el concreto alcance la resistencia de  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , para ello se optó por elaborar 9 probetas cilíndricas de las 3 probetas estructuradas ya que el concreto es la misma mezcla para cada una de ellas.

Para efectuar este diseño se efectuó el siguiente control de mezcla con la dosificación ya obtenida.

Se desarrolló la mezcla para las probetas estructuradas de la siguiente manera:

Tabla 23:  
*Dosificación por probetas estructuradas según el volumen total.*

<b>PARA LA LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CONVENCIONAL</b>	
Vol. Concreto losa maciza (0.10x0.34x3.6)	0.123 m3
+	
Vol. Concreto en la losa maciza con plancha metálica de sección ondulada ( $e_s=0.25$ mm)	0.110 m3
+	
Vol. Concreto en la losa maciza con plancha metálica de sección ondulada ( $e_s=0.30$ mm)	0.110 m3
+	
Vol. Concreto X 9 probetas cilíndricas	0.0477 m3
<b>Total de concreto</b>	<b>0.391 m3</b>
<b>Empleamos la siguiente dosificación según el diseño de laboratorio</b>	
Agua	83.67 lt
Cemento	3 bolsa + 20 kg
Agregado fino	409.77 kg
Agregado grueso	271.35 kg

Para el control de la mezcla que entrego el laboratorio, se dispuso a separar los materiales por peso en bolsas, a indicación propia para dirigir el mezclado con los operarios respetando el peso de cada uno de ellos.

### **Elaboración y curado de probetas**

Para que se pueda efectuar correctamente el ensayo se debe elaborar la obtención de muestras con los criterios y pasos que establece la norma, como elaborar cada probeta en 3 capas compactada con la varilla enrasadora en 25 golpes; así como terminado enrasar y limpiar el contorno del molde.

Para desarrollar el curado de estas probetas el desencofrado debe darse después de 24 h de ser moldeados, y sumergir las probetas en solución de cal y agua a una temperatura promedio de 21°C – 25°C.

Cada procedimiento se ejecutó según la, NTP 339.183.2013 y la ASTM C 192.

#### 4.2.1.6. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto

Este ensayo se ejecuta en laboratorio al mismo instante de retirarlo del curado según la fecha de evolución a 7,14 y 28 días.

Tabla 24:

*Resistencia a la compresión del concreto en 7 días, NTP 339.034.*

N°	Identificación de losa	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de fractura
1	Losas macizas unidireccionales	210	30/07/2020	06/08/2020	7	175.2		1
2	Losas macizas unidireccionales	210	30/07/2020	06/08/2020	7	171.4	172.5	2
3	Losas macizas unidireccionales	210	30/07/2020	06/08/2020	7	170.9		3

En la tabla 24, se observa que el concreto alcanza a los 7 días la resistencia promedio de 172.5 kg/cm<sup>2</sup>, a un 83.13% de alcanzar la resistencia de diseño.

Tabla 25:

*Resistencia a la compresión del concreto en 14 días, NTP 339.034.*

N°	Identificación de losa	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de fractura
1	Losas macizas unidireccionales	210	30/07/2020	13/08/2020	14	212.5		2
2	Losas macizas unidireccionales	210	30/07/2020	13/08/2020	14	218.3	215.2	1
3	Losas macizas unidireccionales	210	30/07/2020	13/08/2020	14	214.8		3

En la tabla 25, se observa que el concreto alcanza a los 14 días la resistencia promedio de 215.2 kg/cm<sup>2</sup>, a un 102.5% superando la resistencia de diseño comprobándose que el concreto a ensayar cumple con el diseño.

Tabla 26:

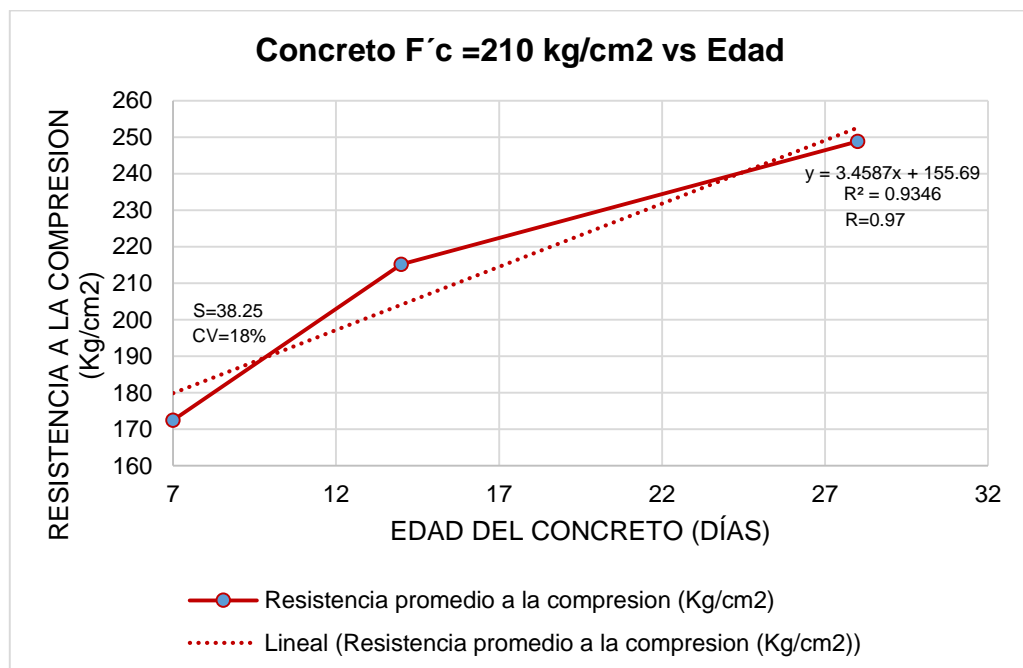
*Resistencia a la compresión del concreto en 28 días, NTP 339.034.*

N°	Identificación de losa	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de fractura
----	------------------------	---------------------------	------------------	-----------------	-------------	---	--	------------------



1	Losas macizas unidireccionales	210	30/07/2020	27/08/2020	28	245.6		1
2	Losas macizas unidireccionales	210	30/07/2020	27/08/2020	28	251.2	248.83	2
3	Losas macizas unidireccionales	210	30/07/2020	27/08/2020	28	249.7		1

En la tabla 26, se observa que el concreto alcanza a los 28 días la resistencia promedio de 248.83 kg/cm<sup>2</sup>, a un 118.49% superando la resistencia de diseño comprobándose que el concreto a ensayar cumple con el diseño.



**Figura 25:** Resistencia a la compresión del concreto empleado en las probetas estructuradas.

En la figura 25, se observa que en la evolución del concreto que se empleó en las probetas estructuradas alcanza F'c = 248.83 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.2.1.7. Ensayo de probetas estructuradas (losas macizas unidireccionales)

Para determinar la resistencia del diseño calculado, se someterá la probeta estructura a cargas distribuidas según el criterio de la NTP 339.078.2012 y NTP 339.079.2012.

Para efectuar los 3 diseños planeados en esta investigación se optó por construir una sección de 0.34 m de cada 1m de ancho de diseño; para cada una de estas probetas estructuradas se le agrego cargas paulatinamente hasta obtener la primera deformación y para ello emplearemos peso de bloques de concreto.

En la construcción de las probetas se tuvo en cuenta factores que no interfieran la correcta medición, y así obtener mediciones fidedignas. Para ello se debe considerar los siguientes parámetros:

Tabla 27:

*Requisitos en las probetas estructuradas.*

Completa horizontalidad de las losas
Apoyos nivelados y alineados
Apoyos firmes
Superficie uniformes

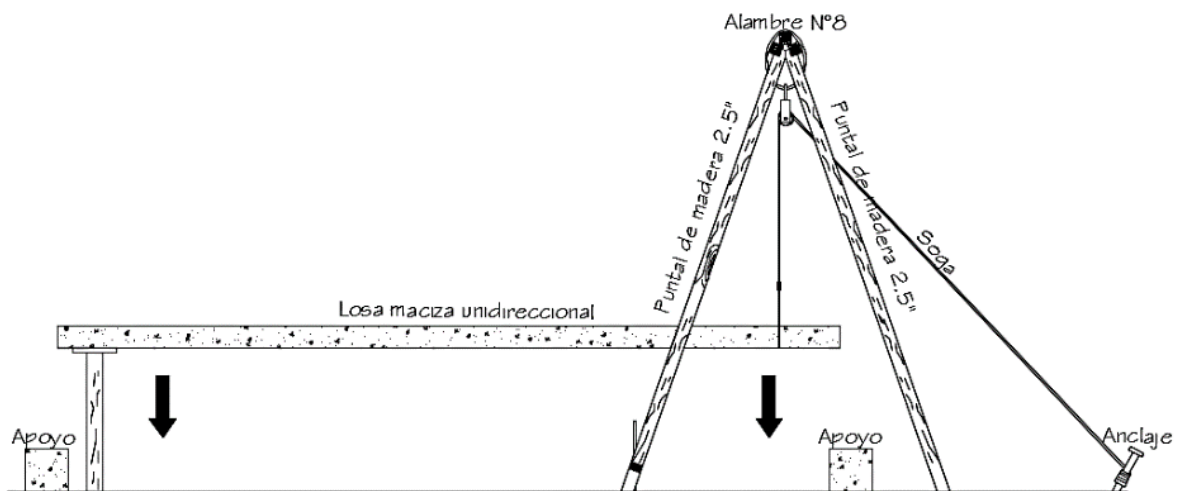


Figura 26:  
Descenso correcto de las probetas estructurales.

En el descenso de las probetas se pudo observar la deflexión por peso propio en mayor forma para la losa convencional, valor que se evaluara con el procedimiento adecuado.

### Resistencia del diseño por peso propio

Para determinar la resistencia de diseño se observó la deflexión por el peso propio, así como el desencofrado y despuntamiento de

las probetas estructuradas, cada efecto que se produce en estos diseños se debe evaluar para determinar cuan resistente es cada diseño para ello el análisis es sin cargas.

El análisis de deflexión por peso propio determinara la resistencia de las probetas estructuradas ya que influirá en gran magnitud el acero de diseño ya forma y los cálculos de los conectores al ser la primera instancia que la losa estará sometida a un esfuerzo.

### Máxima deformación admisible

Para este elemento estructural es muy importante que se evalúen las características de servicialidad por medio del criterio de deflexiones, ya que se diseñó para que tenga una rigidez adecuada y que no pueda afectar adversamente la resistencia.

Tabla 28:  
*Deflexión máxima admisible debida carga viva.*

<b>Deflexión máxima admisible</b>	
Pisos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	Deflexión inmediata debida a la carga viva. <b>L/360</b>

Para la edificación se estima luces de 3.5 m, pero hay que tener en criterio que una losa anclada a vigas no es igual a una losa simplemente apoyada como se especifica en el ensayo.

$$D_{max} = \frac{L}{360} \quad (\text{Ec 24})$$

Donde:

$D_{max}$  = Deflexión máxima admisible (mm).

L = Luz del tramo (mm).

Aplicando la ecuación 24.

---

Remplazando datos

---

$$D_{max} = \frac{L}{360} = D_{max} = \frac{3500 \text{ mm.}}{360}$$


---

---



---


$$D_{max} = 9.72 \text{ mm}$$


---

### Método de medición

Se elaboró la correcta medición con un método de suspensión rígida empleando perfiles de aluminio (ver anexo F).

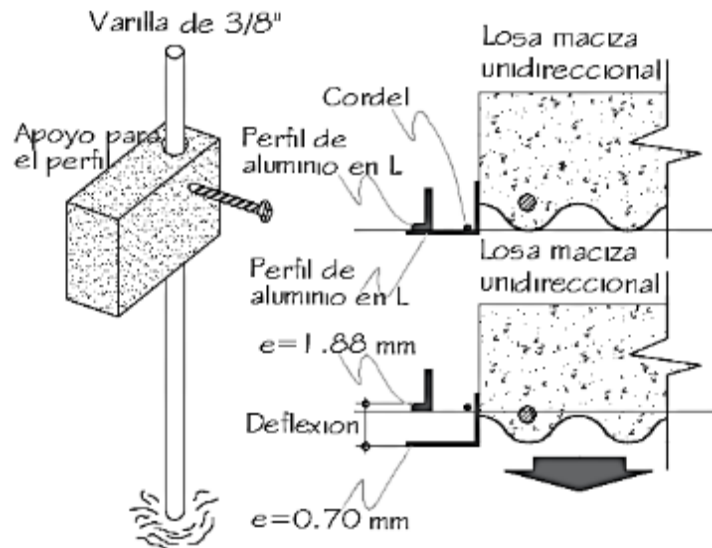


Figura 27:  
Método de medición a la deflexión de las probetas estructuradas.

Tabla 29:  
Resultados de la deflexión por el peso propio de la losa maciza unidireccional convencional.

<b>LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CONVENCIONAL</b>		
Dimensiones:	0.10 m x 0.34 m x 3.6 m	
Peso propio estimado:		<b>293.76 kg.</b>
Peso real:		<b>304.09 kg.</b>
Peso del concreto:		293.76 kg.
Peso de la varilla: $\varnothing 1/2''$		7.152 kg.
Peso de la varilla: $\varnothing 3/8''$		5.18 kg.
Fecha de despuntamiento:	28/08/2020	
Hora de descenso total a los apoyos:	09:51:00 a.m.	
<b>Deflexión inicial al momento del desencofrado por peso propio:</b>	09:55:00 a.m.	<b>4.45 mm.</b>
<b>Deflexión media por peso propio:</b>	10:00:00 a.m.	<b>4.95 mm.</b>
<b>Deflexión media por peso propio:</b>	10:05:00 a.m.	<b>5.16 mm.</b>
<b>Deflexión final por peso propio:</b>	10:10:00 a.m.	<b>5.16 mm.</b>
Deja de flectarse por peso propio a los 5.16 mm.		

En la tabla N° 29, se presenta el resultado de la deflexión por el peso propio con el cual se infiere que el diseño de la losa maciza unidireccional convencional es menos resistente al diseño de las losas macizas unidireccionales con planchas acanaladas de sección ondulada al deflectarse 5.16 mm.

Tabla 30:

*Resultados de la flexión por el peso propio de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta, e=0.25 mm.*

<b>LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CON PLANCHA ACANALADA FIRME - EXPERTA, e=0.25MM.</b>		
Dimensiones:	0.10 m x 0.34 m x 3.6 m	
Espesor de la plancha metálica ondulada:	<b>0.25 mm.</b>	
Peso propio estimado de la probeta:	<b>264.0 kg.</b>	
Peso real de la probeta:	<b>276.40 kg.</b>	
Peso de la plancha:	3.54 kg.	
Peso del concreto:	264.0 kg.	
Peso de la varilla:	Ø 1/2"	7.152 kg.
Peso de la varilla:	Ø 3/8"	1.71 kg.
Fecha de despuntamiento	28/08/2020	
Hora de descenso total a los apoyos:	09:21:00 a.m.	
<b>Deflexión inicial al momento del desencofrado por peso propio:</b>	09:25:00 a.m.	<b>0.85 mm.</b>
<b>Deflexión media por peso propio:</b>	09:30:00 a.m.	<b>0.88 mm.</b>
<b>Deflexión media por peso propio:</b>	09:35:00 a.m.	<b>0.93 mm.</b>
<b>Deflexión por peso propio:</b>	09:40:00 a.m.	<b>0.93 mm.</b>
Deja de flectarse por peso propio a los 0.93 mm.		

En la tabla N° 30, se presenta el resultado de la deflexión por el peso propio con el cual se infiere que el diseño de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta es más resistente al diseño de la losa maciza unidireccional convencional deflactándose 0.93 mm en menor medida.

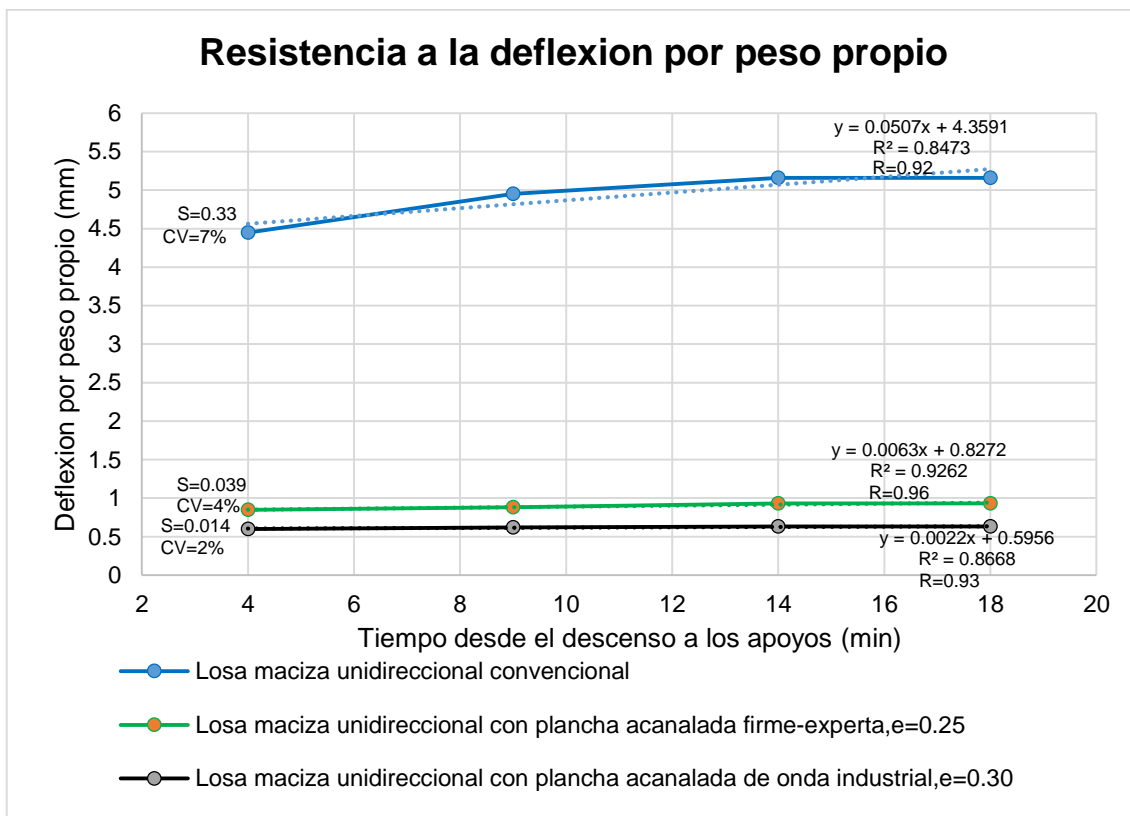
Tabla 31:

*Resultados de la deflexión por el peso propio de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, e=0.30 mm.*

<b>LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CON PLANCHA ACANALADA DE ONDA INDUSTRIAL, e=0.30MM.</b>		
Dimensiones:	0.10 m x 0.34 m x 3.6 m	
Espesor de la plancha metálica ondulada:	<b>0.30 mm.</b>	
Peso propio estimado de la probeta:	<b>264.0 kg.</b>	
Peso real de la probeta:	<b>276.65 kg.</b>	

Peso de la plancha:		3.79 kg.
Peso del concreto:		264.0 kg.
Peso de la varilla:	Ø 1/2"	7.152 kg.
Peso de la varilla:	Ø 3/8"	1.71 kg.
Fecha de despuntamiento	28/08/2020	
Hora de descenso total a los apoyos:	08:56:00 a.m.	
<b>Deflexión inicial al momento del desencofrado por peso propio:</b>	09:00:00 a.m.	<b>0.60 mm.</b>
<b>Deflexión media por peso propio:</b>	09:05:00 a.m.	<b>0.62 mm.</b>
<b>Deflexión media por peso propio:</b>	09:10:00 a.m.	<b>0.63 mm.</b>
<b>Deflexión por peso propio:</b>	09:15:00 a.m.	<b>0.63 mm.</b>
Deja de flectarse por peso propio a los 0.63 mm.		

En la tabla N° 31, se presenta el resultado de la deflexión por el peso propio con el cual se infiere que el diseño de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial es más resistente al diseño de la losa maciza unidireccional convencional y la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta al deflectarse 0.63 mm.



**Figura 28:**  
Resistencia a la flexión de cada probeta por peso propio.

En la figura 28, se observa la resistencia a la flexión por peso propio: para la losa maciza unidireccional convencional se deflexiona como máximo 5.16 mm; para la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25$  se deflexiona como máximo 0.93 mm y por último la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30$  se deflexiona como máximo 0.63 mm.

#### 4.2.2. Contrastación de la variación en el desplazamiento de losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares.

##### 4.2.2.1. Estructuración de la edificación multifamiliar con losas macizas unidireccionales y losas macizas incorporadas con la plancha metálica en el software Etabs 2013

- Losa maciza unidireccional convencional

#### 1. Selección de código ACI del concreto.

Se comienza determinando el código ACI del concreto ya que la edificación multifamiliar es un diseño de concreto armado, y se procede a cerciorarse que el *Concrete Design Code* se encuentre en el ACI 318-08.

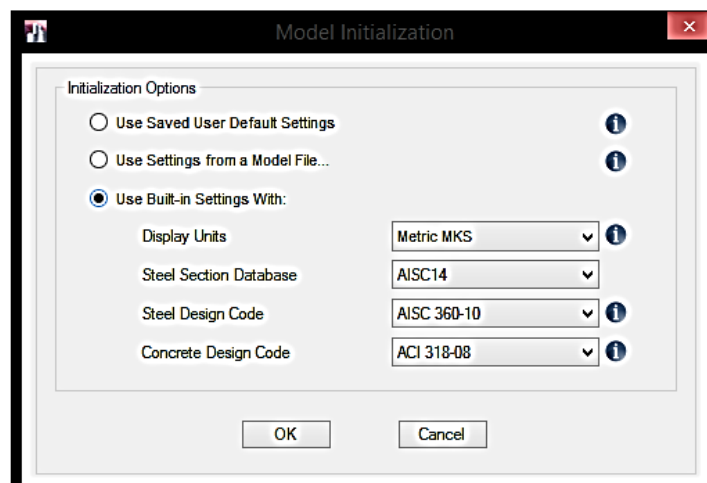


Figura 29:  
Selección de código ACI del concreto.

#### 2. Selección de medidas entre ejes

Selección de medidas entre ejes X y Y, así como altura de los *Storys*, altura de la edificación en general según el plano de arquitectura elaborada por el arquitecto.

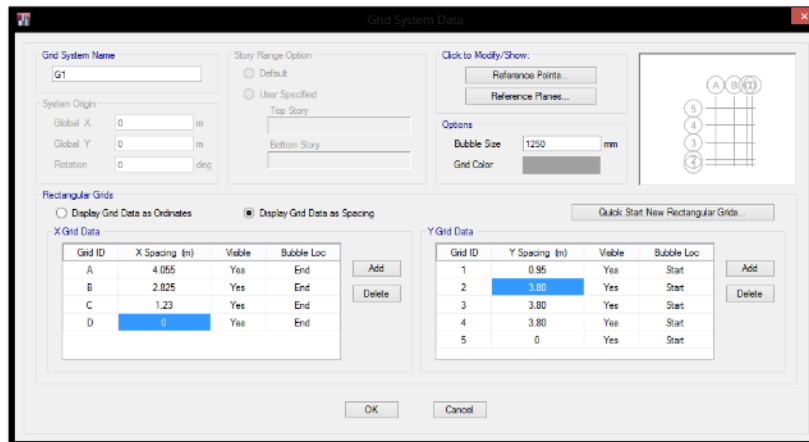


Figura 30:  
Selección de medidas entre ejes según plano arquitectónico.

### 3. Evaluación del Grid Only

Se autoconstruye en esquema de ejes de la edificación comprobándose que las medidas sean las correctas a la de los planos arquitectónicos.

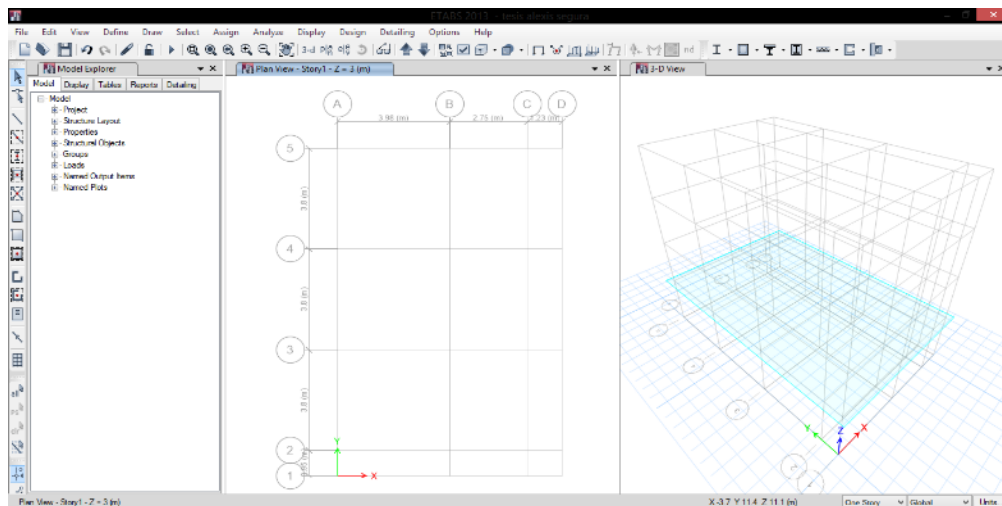


Figura 31:  
Estructuración de los ejes y story de la vivienda multifamiliar.

### 4. Cambio de unidades a unidades básicas

Se modifica las unidades del programa a las unidades básicas del sistema internacional ya que con esas unidades se manejó el cálculo y



el diseño de los planos de la edificación, por ende con el fin de facilitar el registro de estos datos se modifica a las unidades trabajadas, para ello se selecciona *Units* y dentro de ella se selecciona *Displays Units*.

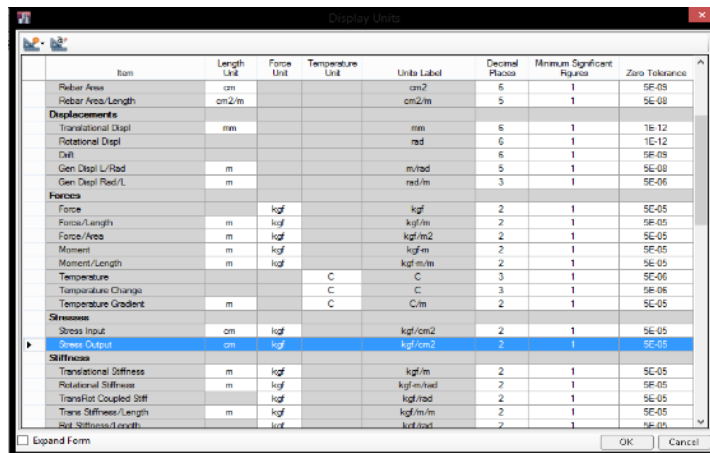


Figura 32:  
Cambio de unidades.

## 5. Se define los materiales estructurales de la edificación

Para ello se seleccionó *Define* y dentro de ella seleccionamos *Define Materiales*, hay modificamos los materiales ya preestablecidos como *4000Psi* modificándolo a concreto 210, concreto con el cual se efectuó el diseño, luego se modifica *A615Gr60* que es el acero de refuerzo de grado 60, así como se crea el material metálico de la plancha metálica ondulada obteniendo datos técnicos de este material.

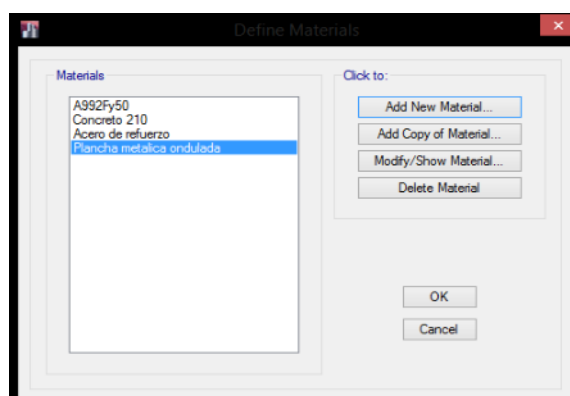


Figura 33:  
Materiales de la estructura.

## 6. Se define las secciones de los elementos estructurales

Las secciones se definirán mediante *Define* después en *Section Properties* y *Frame Sections*, donde se puede modificar las dimensiones de las vigas principales, secundarias, apoyadas y de borde, así como se define la sección de las columnas. Para ello primero se debe efectuar el cálculo de predimensionamiento y análisis.

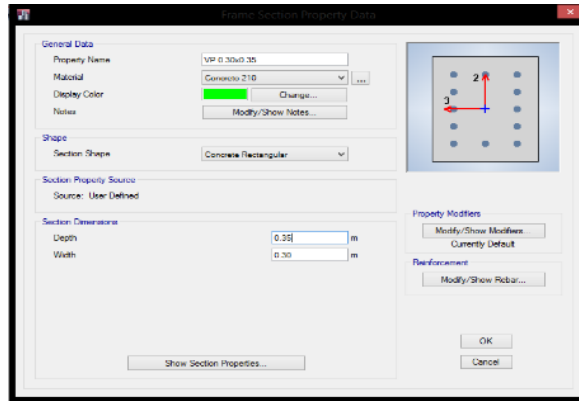
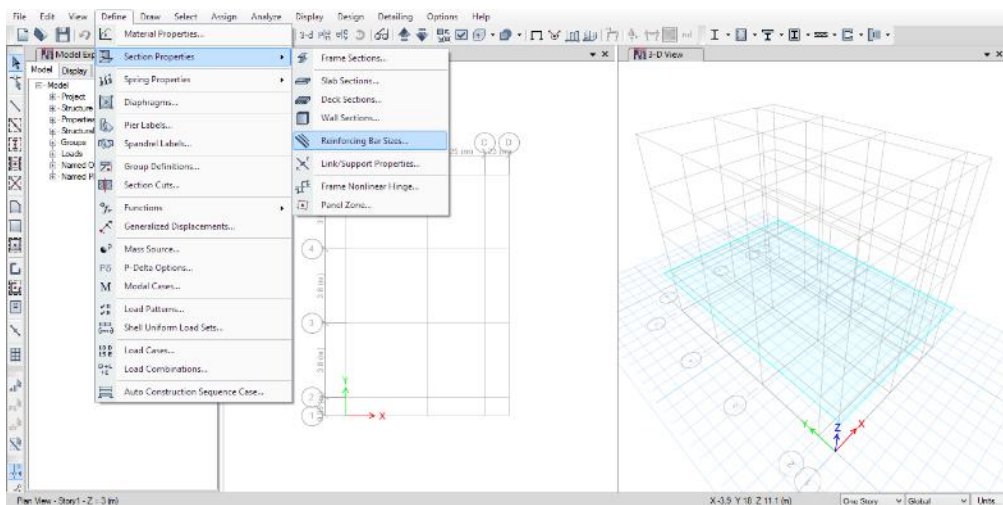


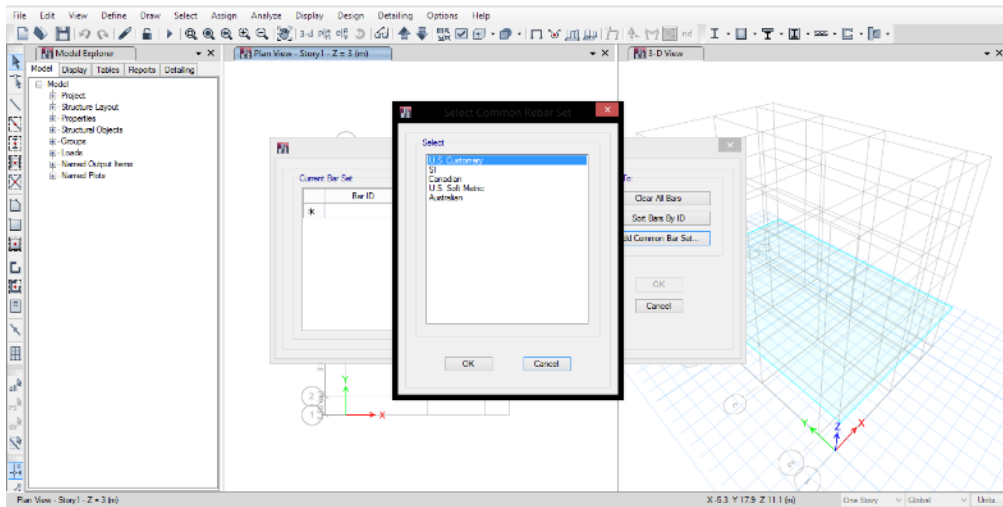
Figura 34:  
Definición de sección de viga principal.

## 7. Cambio de varillas de refuerzo

Se modifica las varillas de refuerzo a una denominación ya conocida catalogada por el perímetro de cada varilla; se efectúa seleccionando *Define* luego *Section Properties* y por último *Reinforcing Bar Sizes* (ver figura 35). Dentro de la ventana seleccionar *Add Common Bar Set* y por último seleccionar *U.S. Customary* y dar *Ok* (ver figura 36). Y se habrá modificado la denominación de las varillas de refuerzo a las conocidas nacionalmente.



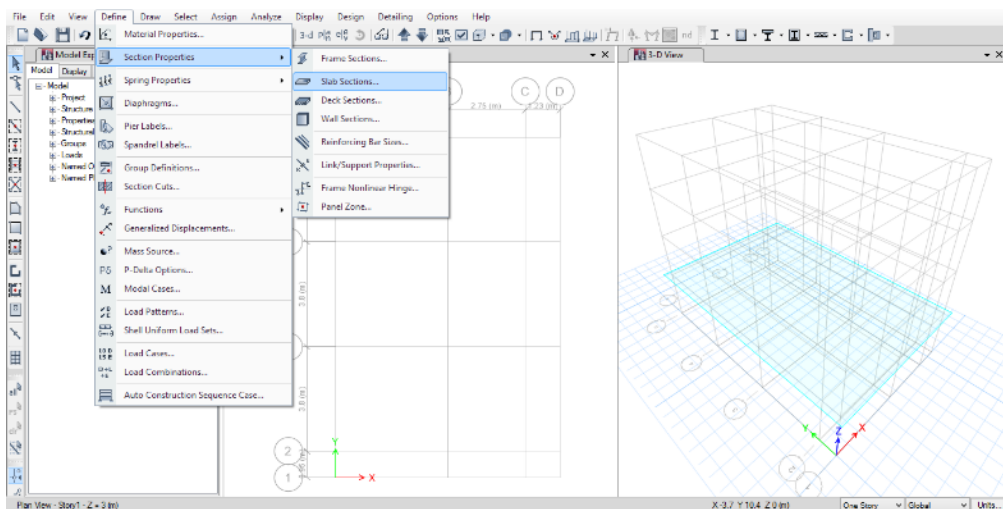
**Figura 35:**  
Modificación de varillas de refuerzo.



**Figura 36:**  
Varillas de refuerzo con denominación conocida.

## 8. Definición de la sección de la losa maciza convencional

La selección del espesor de la losa maciza es fundamental para definir el desplazamiento, dato que es la prioridad en este proceso, para ello seleccionamos *Section Properties* después *Slab Sections*, (ver figura 37). Siguiendo saldrá una ventana donde hace mención que ya existe un *Slab 1* a esta losa la modificamos seleccionando *Modify Show Property*, se abrirá una ventana donde se seleccionó el nombre y el espesor de la losa maciza convencional (ver figura 38).



**Figura 37:**

Definición de la sección de losa maciza convencional.

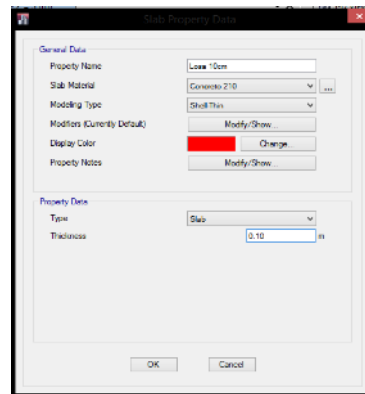


Figura 38:  
Losa maciza convencional.

## 9. Dibujo de los elementos estructurales de la edificación

La estructuración de la edificación se efectúa mediante el *Quick Draw* para vigas, columnas y losas, por medio del dibujo rápido se estructura rápido la edificación según el plano de arquitectura.

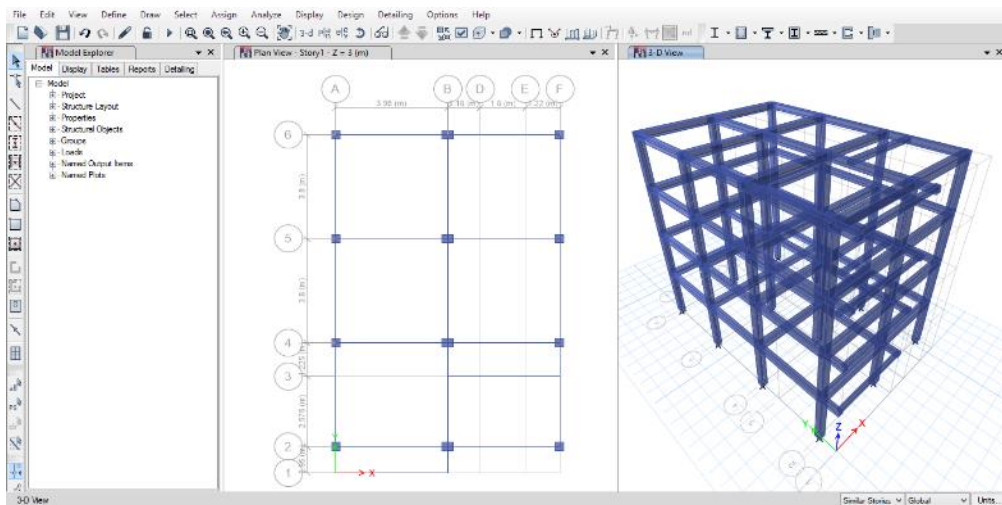
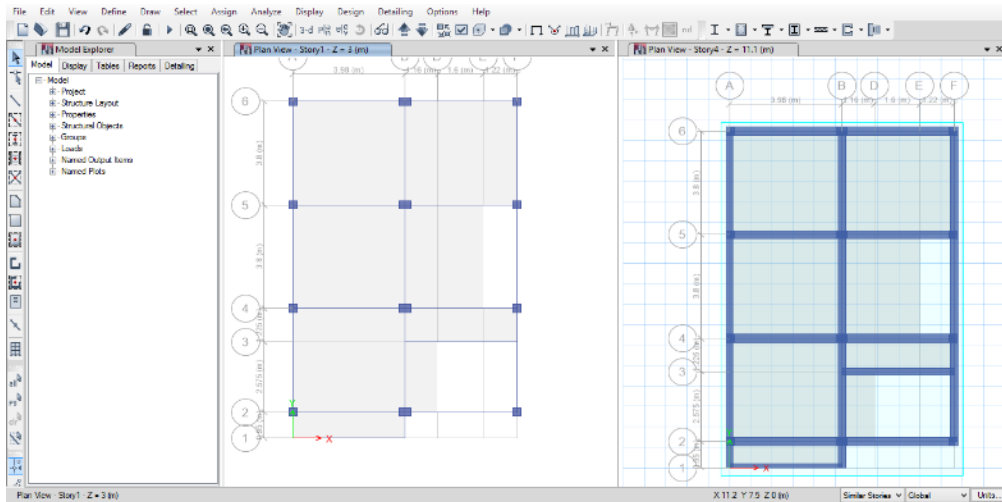


Figura 39:  
Modelo estructural de la vivienda multifamiliar.

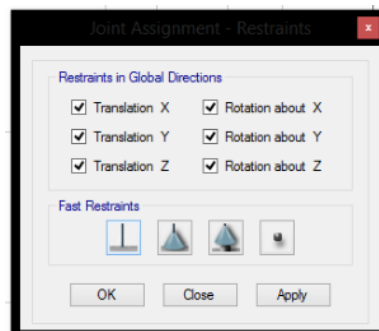
Para el dibujo de la losa maciza se emplea el *Draw Floor/ Wall* y se selecciona el paño donde está diseñado la losa maciza según el plano de arquitectura.



**Figura 40:**  
Disposición de losas macizas en planta.

## 10. Restricciones en los apoyos de las columnas

La restricción de los apoyos es muy importante para el análisis de fuerzas externas como la de sismo, para restringir el apoyo se selecciona *Assign* después *Joint* seguido de *Restraints* a ello saldrá una ventana donde seleccionaremos el empotramiento perfecto.



**Figura 41:**  
Restricciones de apoyos.

## 11. Patrones de carga

Aquí se crea aquellas cargas reales que estarán presentes en la edificación, sin modificaciones ni amplificaciones es la carga que se genera por efecto muerto que se entiende por el peso propio de la estructura y las cargas que son permanentes, mientras que las cargas vivas están establecidas por el RNE, se selecciona *Define* seguido de

*Load Patterns* (ver figura 42). Seguido se abrirá una ventana para modificar las cargas y (ver figura 43).

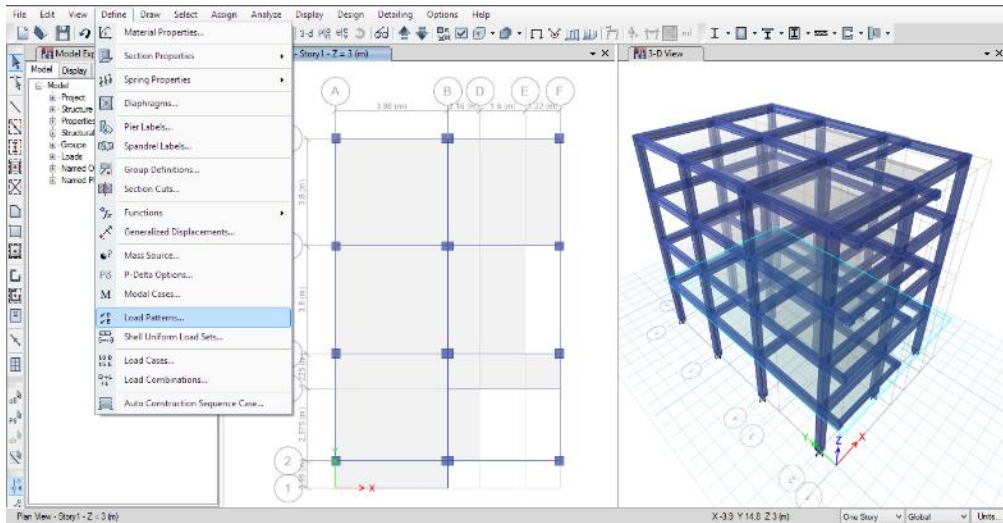


Figura 42:  
Selección de patrones de carga.

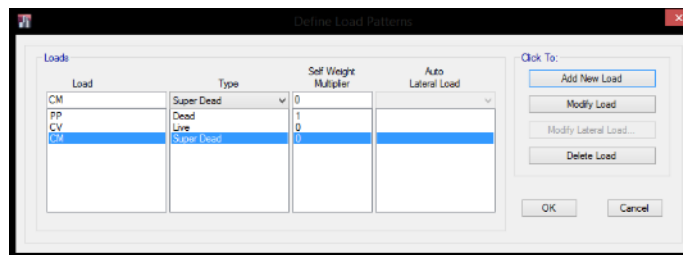
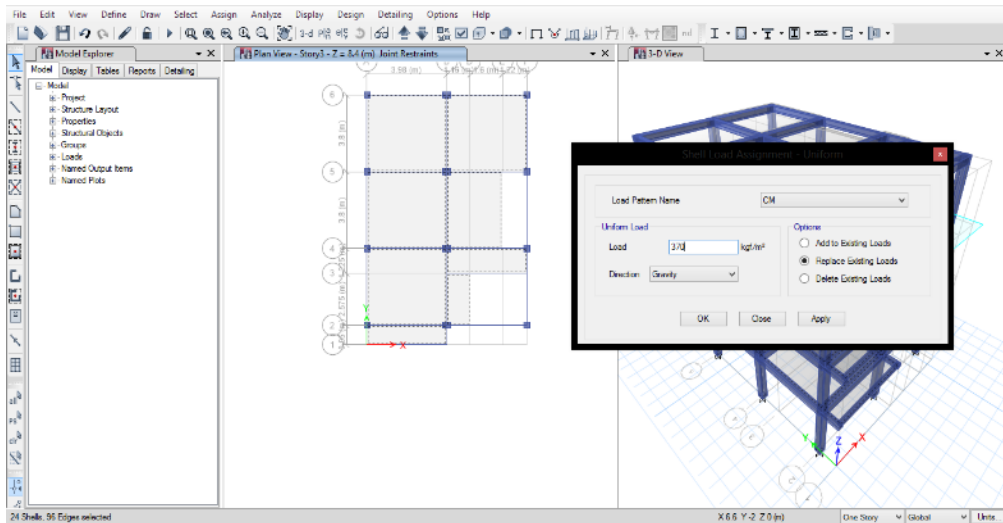


Figura 43:  
Patrones de carga.

## 12. Asignación de cargas en la edificación

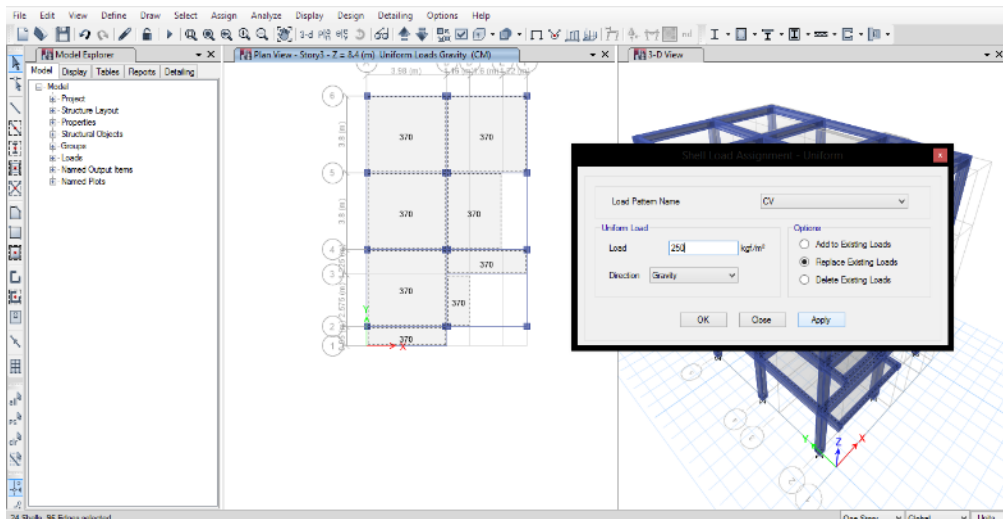
Las cargas presentes en la edificación se presentan directamente en la losa maciza para ello se selecciona *Assign* seguido *Shell Loads* y *Uniform*, donde se abrirá una ventana para designar las cargas en cada losa según su clasificación si es carga muerta o viva según cada piso. Para la carga muerta se coloca solo las cargas que se encuentran presentes como acabados y tabiquería ya que la carga de la losa y otros elementos estructurales ya el software lo está considerando entonces no se debe repetir.

	Carga muerta en la losa sin considerar el peso propio	Carga viva en la edificación
Piso 1, 2, 3	370 kg/cm <sup>2</sup>	250 kg/cm <sup>2</sup>



**Figura 44:**  
Asignación de cargas en la losa maciza.

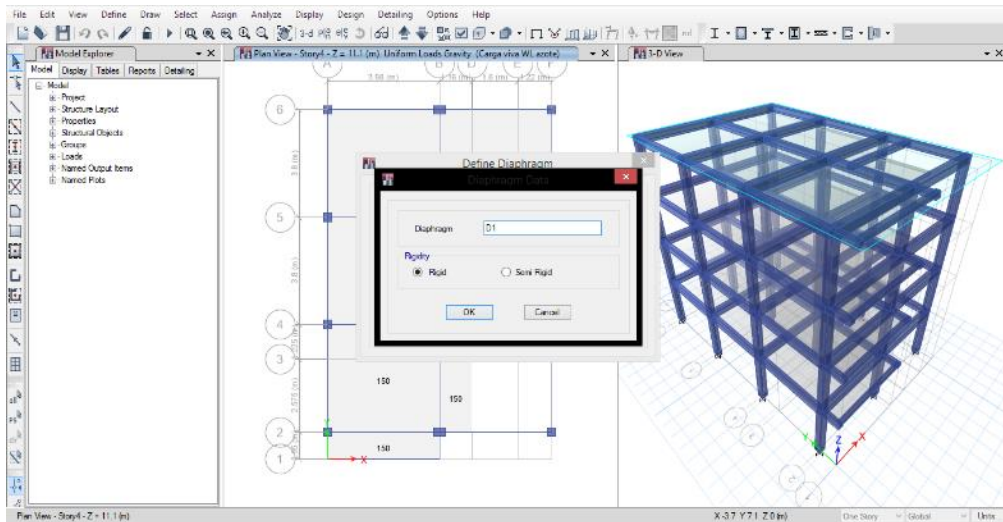
En este análisis de desplazamientos en X y Y en enfoque de cargas para el cuarto piso se consideró como azotea ya que será el uso actual al estar ya construido la edificación, por ende el análisis para los desplazamientos aproximados que tendrá la edificación tiene que ser con sus cargas reales.



**Figura 45:**  
Definición de sección de viga principal

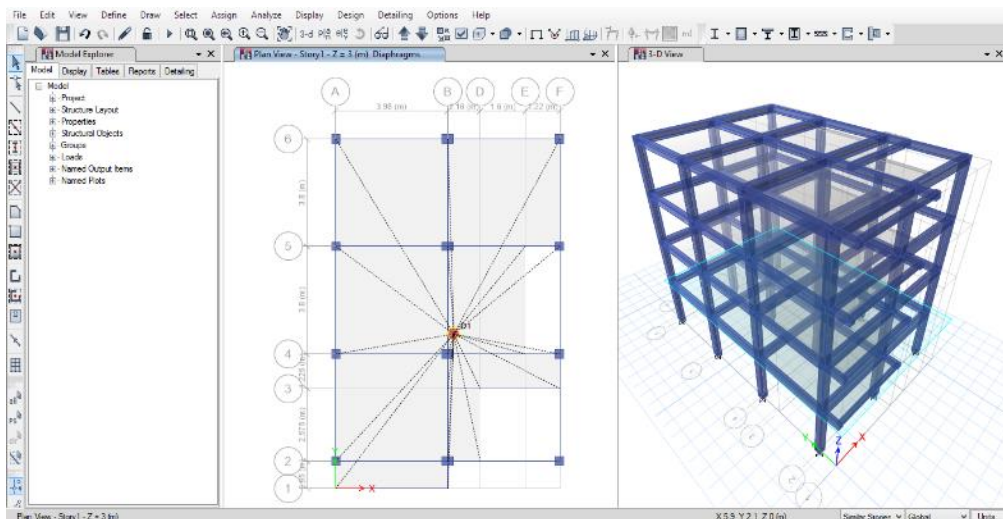
### 13. Asignación de diafragma rígido

El diafragma rígido se establece en función al diseño de la estructura y el entrepiso de la edificación, consideraciones que en el diseño estructural se verifica en los planos; se verifica la rigidez seleccionando *Define* seguido de *Diaphragmas*.



**Figura 46:**  
Asignación de diafragma rígido.

Para otorgarle el diafragma a la losa seleccionamos *Assign* después *Shell* y seguido de *Diaphragmas*, después en la estructura figurara la excentricidad de las losas.



**Figura 47:**  
Punto de excentricidad del diafragma.

#### 14. Auto malla por piso



Se aplica un auto mallado automático por defecto por que la sección de las losas no es irregular, por ende un auto mallado básico es una opción, se selecciona *Shell* seguido de *Floor Auto Mesh Options*.

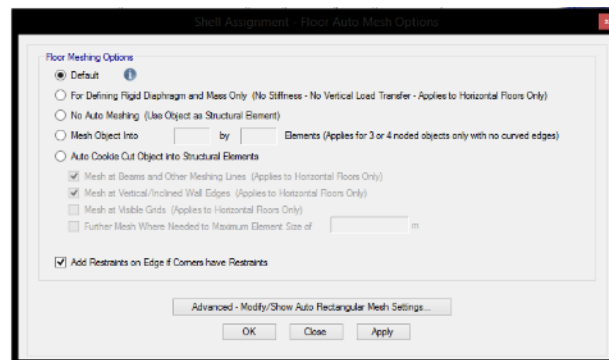


Figura 48:  
Asignación de auto malla por piso.

## 15. Espectro sísmico

El análisis espectral influirá en mayor rango a determinar el desplazamiento por sismo en X y Y, valores que son el objetivo en esta investigación, cada aceleración espectral esta dado en función a la zona de la edificación según el RNE. Para desarrollar el control de desplazamientos primero se debe conocer los siguientes datos:

Tabla 32:

*Selección de perfil de suelo según carga admisible ( $E_{0.30}$ ).*

Perfil	Suelo	$q_{adm}(\text{kgf/cm}^2)$
S0	Roca dura	$6 < q_{adm} \leq 12$
S1	Muy rígido	$3 < q_{adm} \leq 6$
S2	Intermedio	$1.2 < q_{adm} \leq 3$
S3	Blando	$< 1.2$

Según el estudio de suelos desarrollado para la edificación con  $q_{adm} = 2.04 \text{ kg/cm}^2$ ; por el cual el perfil es S2-intermedio.

Tabla 33:

*Datos para el factor de escala ( $E_{0.30}$ ).*

Factor de zona (tabla N°1 del $E_{0.30}$ )	<b>Z</b>	0.35
Categoría de la edificación (tabla N°5 del $E_{0.30}$ )	<b>U</b>	1.00
Factor de suelo (tabla N°3 del $E_{0.30}$ )	<b>S</b>	1.15

Periodo que define la plataforma de factor C (tabla N°4 del E_0.30)	<b>Tp</b>	0.60
Periodo que define el inicio de la zona del factor C (tabla N°4 del E_0.30)	<b>Tl</b>	2.00
Coeficiente básico de reducción (tabla N°7 del E_0.30)	<b>Ro</b>	8.00

$$R = Ro \times Ip \times Ia \quad (\text{Ec 25})$$

Donde:

R = Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

Ro = Coeficiente básico de reducción (tabla N°8 del E\_0.30).

Ip = Factor de irregularidad en planta (tabla N°9 del E\_0.30).

Ia = Factor de irregularidad en altura (tabla N°8 del E\_0.30).

Aplicando la ecuación 25.

Remplazando datos

$$R = Ro \times Ip \times Ia = R = 8.00 \times 1.00 \times 1.00$$

$$R = 8.00$$

$$\frac{Sa}{g} = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \quad (\text{Ec 26})$$

Donde:

Sa = Aceleración espectral.

g = Aceleración de la gravedad.

Z = Factor de zona (tabla N°1 del E\_0.30).

U = Categoría de la edificación (tabla N°5 del E\_0.30).

C = Factor de amplificación sísmica (tabla N°5 del E\_0.30).

S = Factor del suelo (tabla N°5 del E\_0.30).

R = Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

Aplicando la ecuación 26.

Tabla 34:

*Resultados de la aceleración espectral y su periodo.*

T	C	ZUCS/R	T	C	ZUCS/R	T	C	ZUCS/R
---	---	--------	---	---	--------	---	---	--------

0	2.5	0.3125	0.35	2.5	0.3125	1	1.5	0.1875
0.02	2.5	0.3125	0.4	2.5	0.3125	1.6	0.9375	0.1171875
0.04	2.5	0.3125	0.45	2.5	0.3125	2	0.75	0.09375
0.06	2.5	0.3125	0.5	2.5	0.3125	2.5	0.48	0.06
0.08	2.5	0.3125	0.55	2.5	0.3125	3	0.33333333	0.04166667
0.1	2.5	0.3125	0.6	2.5	0.3125	4	0.1875	0.0234375
0.12	2.5	0.3125	0.65	2.30769231	0.28846154	5	0.12	0.015
0.14	2.5	0.3125	0.7	2.14285714	0.26785714	6	0.08333333	0.01041667
0.16	2.5	0.3125	0.75	2	0.25	7	0.06122449	0.00765306
0.18	2.5	0.3125	0.8	1.875	0.234375	8	0.046875	0.00585938
0.2	2.5	0.3125	0.85	1.76470588	0.22058824	9	0.03703704	0.00462963
0.25	2.5	0.3125	0.9	1.66666667	0.20833333	10	0.03	0.00375
0.3	2.5	0.3125	0.95	1.57894737	0.19736842			

Luego de obtener la aceleración espectral estos datos se introducen al ETABS®, para ello se seleccionó *Define* seguido de *Functions* y *Response Spectrum* (ver figura 49). Al final se abrirá una ventana donde se solicitara al sistema que analice periodo vs valor y seleccionamos la carpeta donde se encuentra la aceleración espectral (ver figura 50).

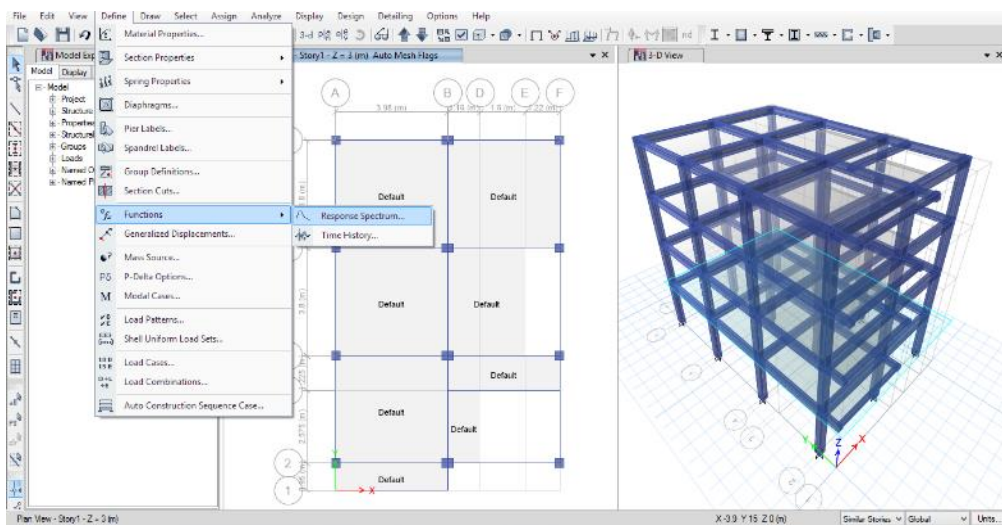


Figura 49:  
Definición de sección de viga principal

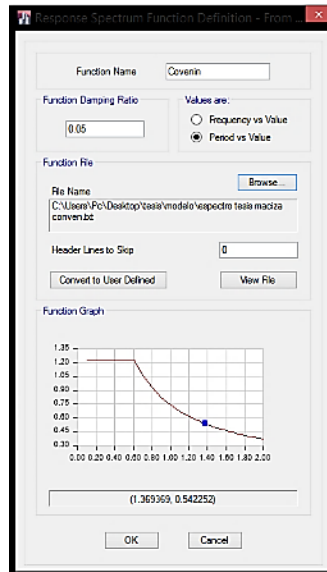


Figura 50:  
Respuesta del espectro sísmico.

## 16. Selección de fuente masiva u origen de las masas, p-Delta y Modal Cases

Seleccionamos el cómo se efectuara la participación de las masas, para ello se seleccionó *Define* seguido del *Mass Source* donde se abrirá una ventana, para seleccionar los patrones de carga especificados como la carga muerta y la viva, sin considerar el peso propio de los elementos estructurales ya que ya está seleccionado *Element Self Mass*.

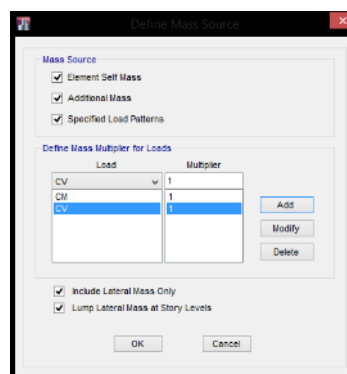


Figura 51:  
Definición de masas.

Para seleccionar el P-Delta seleccionamos *Define* seguido del *P-Delta Options* donde se abrirá una ventana y seleccionamos que el análisis sea no iterativo y que esté basado en función de la masa.

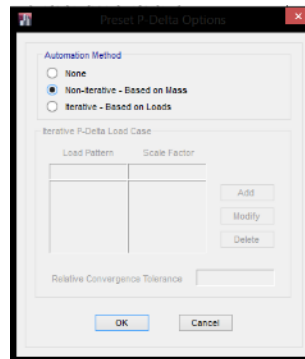


Figura 52:  
Preestablecer el P-Delta.

En el caso modal seleccionamos *Define* seguido del *Modal Cases*, se abrirá una ventana señalando que el tipo de caso modal es el *Modal-Eigen* que aplicaremos el *Modify/Show case* donde se apertura otra ventana, por ultimo modificaremos el máximo y mínimo número de modos.

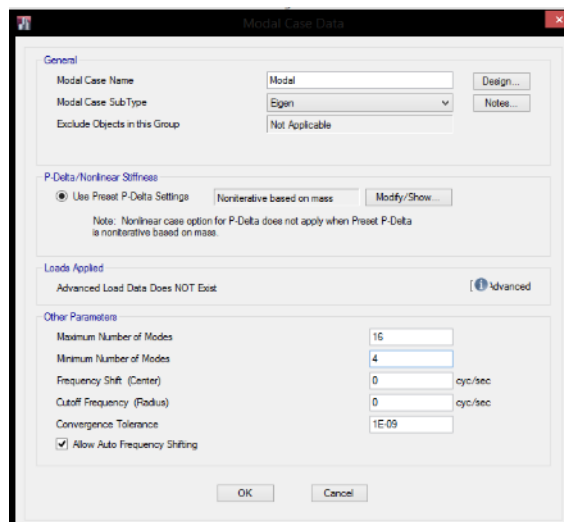
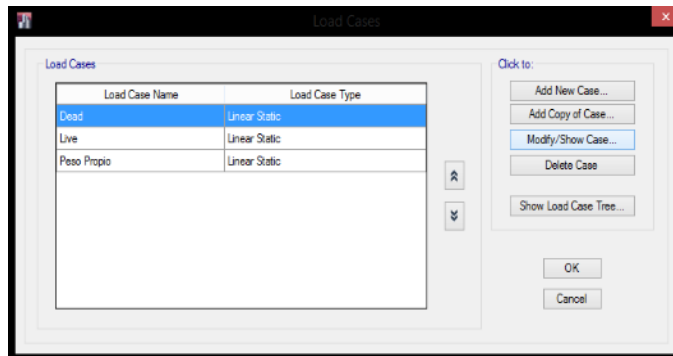


Figura 53:  
Definición de casos modales.

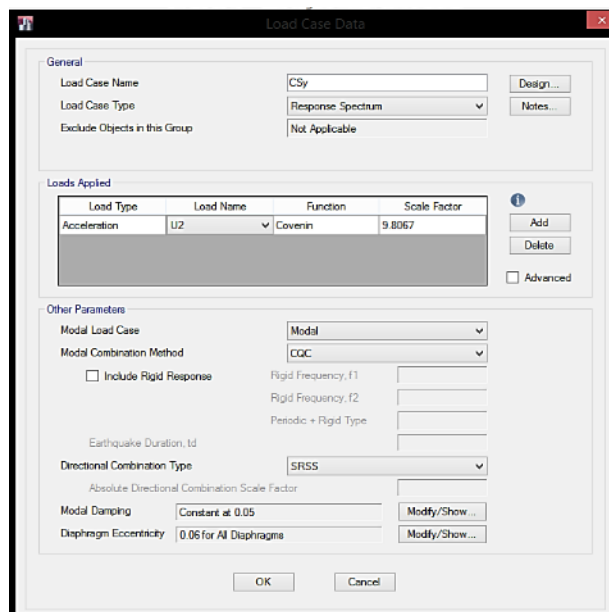
## 17. Casos de carga

Seleccionamos *Define* seguido de *Load Cases*, donde se abrirá una ventana mostrando las cargas por defecto las cuales

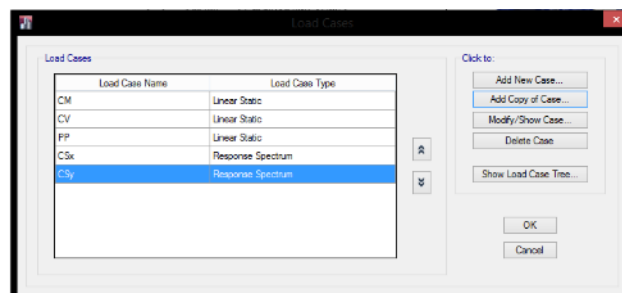
modificaremos el nombre a las cargas que establecimos en *Loads Patterns* y añadiremos la carga sísmica en X y Y, para ello seleccionamos *Add New Case* (ver figura 54). Después de abrirá una ventana donde modificaremos el nombre a CSx y CSy, y se le asignara que trabaje en función al espectro sísmico (ver figura 55 y 56).



**Figura 54:**  
Asignación de casos de carga.



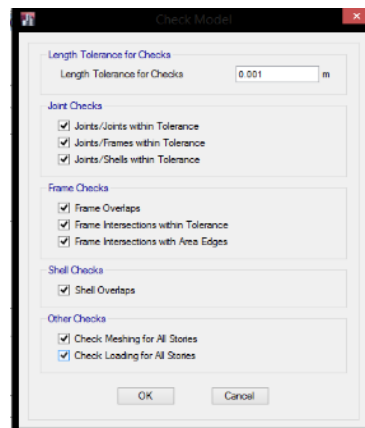
**Figura 55:**  
Caso de carga de sismo en Y, según el espectro sísmico.



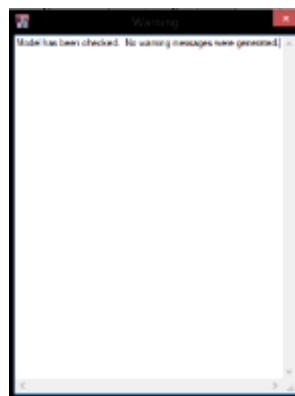
*Figura 56:*  
Casos de carga para el modelo estructural.

## 18. Chequeo del modelo y evaluación de grados de libertad

Es necesario chequear el modelo antes de hacer correr el sistema para evitar que se generen errores, para ello seleccionamos *Analyze* seguido de *Check Model* después se apertura una ventana donde se selecciona todo con Check para que analice de manera correcta (ver figura 57). A ello saldrá un mensaje diciendo que no hay advertencias y errores (ver figura 58).



*Figura 57:*  
Chequeo del modelo estructural.



*Figura 58:*  
Mensaje del software anunciando que no existen errores.

Por último se deberá evaluar los grados activos de libertad que todo este seleccionado y asignado a todas las direcciones.



Figura 59:  
Grados de libertad del modelo estructural.

## 19. Correr análisis del modelo y evaluación de desplazamientos por efecto sísmico.

Una vez culminado como punto principal el modelar la edificación y agregar las cargas presentes en la losa se procede a correr el sistema, para ello se selecciona *Analyze* seguido de *Run Analyze*.

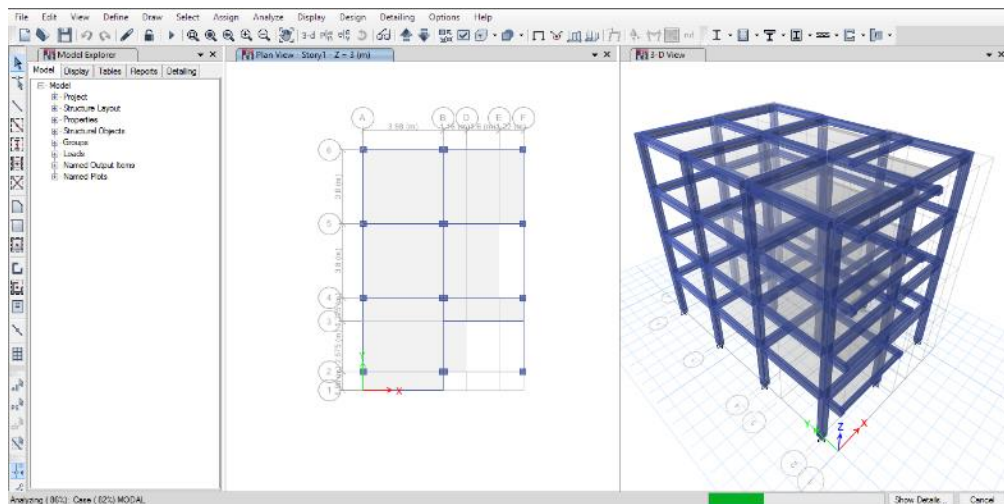
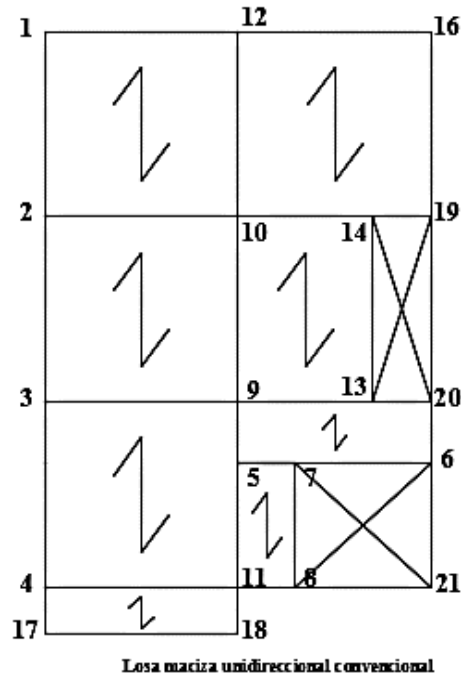


Figura 60:  
Análisis del modelo estructural.

Una vez analizado el sistema seleccionamos la indeformada donde se puede verificar el desplazamiento por efecto del sismo ya sea en X y Y, el desplazamiento se verifica en cada unión de la edificación resultados otorgados en milímetros.

El resultado de los desplazamientos de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial  $e=0.30$  mm.





**Figura 61:**  
Asignación de puntos para el 1er, 2do, 3er y 4to piso losa maciza unidireccional convencional.

**Tabla 35:**  
*Resultados del desplazamiento de la losa maciza unidireccional convencional por efecto de la CSx.*

<b>Losa maciza unidireccional convencional</b>						
<b>Desplazamiento CSx</b>						
Piso	Punto	Caso de carga	Desplazamiento en X	Desplazamiento en Y	Deriva X	Deriva Y
			mm	mm		
4to piso	1	CSx Max	19.034936	2.155448	0.000856	9.00E-05
4to piso	2	CSx Max	16.972478	2.155448	0.000769	9.00E-05
4to piso	3	CSx Max	16.683012	2.155448	0.000756	9.00E-05
4to piso	4	CSx Max	18.213693	2.155448	0.00082	9.00E-05
4to piso	9	CSx Max	16.683012	0.106621	0.000756	6.00E-06
4to piso	10	CSx Max	16.972478	0.106621	0.000769	6.00E-06
4to piso	11	CSx Max	18.213693	0.106621	0.00082	6.00E-06
4to piso	12	CSx Max	19.034936	0.106621	0.000856	6.00E-06
4to piso	17	CSx Max	18.596972	2.155448	0.000836	9.00E-05
4to piso	18	CSx Max	18.596972	0.106621	0.000836	6.00E-06
4to piso	16	CSx Max	19.034936	2.355872	0.000856	0.0001
4to piso	19	CSx Max	16.972478	2.355872	0.000769	0.0001
4to piso	20	CSx Max	16.683012	2.355872	0.000756	0.0001
4to piso	21	CSx Max	18.20792	2.35496	0.000821	0.000101
4to piso	5	CSx Max	17.176035	0.106621	0.000777	6.00E-06
4to piso	6	CSx Max	17.176035	2.355872	0.000777	0.0001
4to piso	7	CSx Max	17.176035	0.760246	0.000777	3.30E-05
4to piso	8	CSx Max	18.213693	0.760246	0.00082	3.30E-05

4to piso	13	CSx Max	16.683012	1.665271	0.000756	7.10E-05
4to piso	14	CSx Max	16.972478	1.665271	0.000769	7.10E-05
3er piso	1	CSx Max	16.78668	1.913133	0.001683	0.000185
3er piso	2	CSx Max	14.957815	1.913133	0.001505	0.000185
3er piso	3	CSx Max	14.701607	1.913133	0.001479	0.000185
3er piso	4	CSx Max	16.057909	1.913133	0.001608	0.000185
3er piso	9	CSx Max	14.701607	0.09206	0.001479	1.00E-05
3er piso	10	CSx Max	14.957815	0.09206	0.001505	1.00E-05
3er piso	11	CSx Max	16.057909	0.09206	0.001608	1.00E-05
3er piso	12	CSx Max	16.78668	0.09206	0.001683	1.00E-05
3er piso	17	CSx Max	16.397525	1.913133	0.001641	0.000185
3er piso	18	CSx Max	16.397525	0.09206	0.001641	1.00E-05
3er piso	16	CSx Max	16.78668	2.085983	0.001683	0.000204
3er piso	19	CSx Max	14.957815	2.085983	0.001505	0.000204
3er piso	20	CSx Max	14.701607	2.085983	0.001479	0.000204
3er piso	21	CSx Max	16.04992	2.084657	0.001608	0.000204
3er piso	5	CSx Max	15.138464	0.09206	0.001521	1.00E-05
3er piso	6	CSx Max	15.138464	2.085983	0.001521	0.000204
3er piso	7	CSx Max	15.138464	0.671479	0.001521	6.60E-05
3er piso	8	CSx Max	16.057909	0.671479	0.001608	6.60E-05
3er piso	13	CSx Max	14.701607	1.473776	0.001479	0.000144
3er piso	14	CSx Max	14.957815	1.473776	0.001505	0.000144
2do piso	1	CSx Max	12.292886	1.415018	0.002302	0.000261
2do piso	2	CSx Max	10.942784	1.415018	0.002052	0.000261
2do piso	3	CSx Max	10.757115	1.415018	0.002015	0.000261
2do piso	4	CSx Max	11.762835	1.415018	0.002198	0.000261
2do piso	9	CSx Max	10.757115	0.065089	0.002015	1.30E-05
2do piso	10	CSx Max	10.942784	0.065089	0.002052	1.30E-05
2do piso	11	CSx Max	11.762835	0.065089	0.002198	1.30E-05
2do piso	12	CSx Max	12.292886	0.065089	0.002302	1.30E-05
2do piso	17	CSx Max	12.014663	1.415018	0.002244	0.000261
2do piso	18	CSx Max	12.014663	0.065089	0.002244	1.30E-05
2do piso	16	CSx Max	12.292886	1.536893	0.002302	0.000286
2do piso	19	CSx Max	10.942784	1.536893	0.002052	0.000286
2do piso	20	CSx Max	10.757115	1.536893	0.002015	0.000286
2do piso	21	CSx Max	11.75669	1.535983	0.002197	0.000286
2do piso	5	CSx Max	11.081053	0.065089	0.002074	1.30E-05
2do piso	6	CSx Max	11.081053	1.536893	0.002074	0.000286
2do piso	7	CSx Max	11.081053	0.492769	0.002074	9.20E-05
2do piso	8	CSx Max	11.762835	0.492769	0.002198	9.20E-05
2do piso	13	CSx Max	10.757115	1.084989	0.002015	0.000202
2do piso	14	CSx Max	10.942784	1.084989	0.002052	0.000202
1er piso	1	CSx Max	6.091432	0.710187	0.00203	0.000237
1er piso	2	CSx Max	5.417411	0.710187	0.001806	0.000237
1er piso	3	CSx Max	5.330685	0.710187	0.001777	0.000237
1er piso	4	CSx Max	5.841303	0.710187	0.001947	0.000237
1er piso	9	CSx Max	5.330685	0.029571	0.001777	1.00E-05
1er piso	10	CSx Max	5.417411	0.029571	0.001806	1.00E-05
1er piso	11	CSx Max	5.841303	0.029571	0.001947	1.00E-05
1er piso	12	CSx Max	6.091432	0.029571	0.00203	1.00E-05
1er piso	17	CSx Max	5.969154	0.710187	0.00199	0.000237
1er piso	18	CSx Max	5.969154	0.029571	0.00199	1.00E-05

1er piso	16	CSx Max	6.091432	0.765097	0.00203	0.000255
1er piso	19	CSx Max	5.417411	0.765097	0.001806	0.000255
1er piso	20	CSx Max	5.330685	0.765097	0.001777	0.000255
1er piso	21	CSx Max	5.837823	0.763951	0.001946	0.000255
1er piso	5	CSx Max	5.495157	0.029571	0.001832	1.00E-05
1er piso	6	CSx Max	5.495157	0.765097	0.001832	0.000255
1er piso	7	CSx Max	5.495157	0.243277	0.001832	8.10E-05
1er piso	8	CSx Max	5.841303	0.243277	0.001947	8.10E-05
1er piso	13	CSx Max	5.330685	0.539248	0.001777	0.00018
1er piso	14	CSx Max	5.417411	0.539248	0.001806	0.00018

Tabla 36:

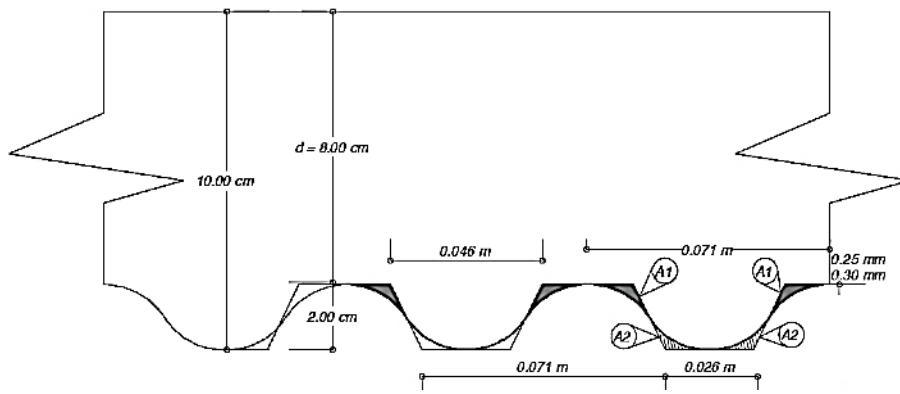
*Resultados del desplazamiento de la losa maciza unidireccional convencional por efecto de la CSy.*

<b>Losa maciza unidireccional convencional</b>						
<b>Desplazamiento CSy</b>						
Piso	Punto	Caso de carga	Desplazamie	Desplazamie	Deriva X	Deriva Y
			nto en X	nto en Y		
			mm	mm		
4to piso	1	CSy Max	3.80959	20.958348	0.000164	0.000962
4to piso	2	CSy Max	1.275803	20.958348	5.50E-05	0.000962
4to piso	3	CSy Max	1.2633	20.958348	5.40E-05	0.000962
4to piso	4	CSy Max	3.797089	20.958348	0.000163	0.000962
4to piso	9	CSy Max	1.2633	18.589527	5.40E-05	0.000861
4to piso	10	CSy Max	1.275803	18.589527	5.50E-05	0.000861
4to piso	11	CSy Max	3.797089	18.589527	0.000163	0.000861
4to piso	12	CSy Max	3.80959	18.589527	0.000164	0.000861
4to piso	17	CSy Max	4.430773	20.958348	0.000191	0.000962
4to piso	18	CSy Max	4.430773	18.589527	0.000191	0.000861
4to piso	16	CSy Max	3.80959	18.34062	0.000164	0.000849
4to piso	19	CSy Max	1.275803	18.34062	5.50E-05	0.000849
4to piso	20	CSy Max	1.2633	18.34062	5.40E-05	0.000849
4to piso	21	CSy Max	3.795722	18.337357	0.000163	0.000851
4to piso	5	CSy Max	2.079762	18.589527	9.00E-05	0.000861
4to piso	6	CSy Max	2.079762	18.34062	9.00E-05	0.000849
4to piso	7	CSy Max	2.079762	18.511819	9.00E-05	0.000858
4to piso	8	CSy Max	3.797089	18.511819	0.000163	0.000858
4to piso	13	CSy Max	1.2633	18.411448	5.40E-05	0.000853
4to piso	14	CSy Max	1.275803	18.411448	5.50E-05	0.000853
3er piso	1	CSy Max	3.381175	18.468672	0.00033	0.001871
3er piso	2	CSy Max	1.132481	18.468672	0.000111	0.001871
3er piso	3	CSy Max	1.120855	18.468672	0.000109	0.001871
3er piso	4	CSy Max	3.369548	18.468672	0.000329	0.001871
3er piso	9	CSy Max	1.120855	16.362668	0.000109	0.001667
3er piso	10	CSy Max	1.132481	16.362668	0.000111	0.001667
3er piso	11	CSy Max	3.369548	16.362668	0.000329	0.001667
3er piso	12	CSy Max	3.381175	16.362668	0.00033	0.001667
3er piso	17	CSy Max	3.931929	18.468672	0.000384	0.001871
3er piso	18	CSy Max	3.931929	16.362668	0.000384	0.001667
3er piso	16	CSy Max	3.381175	16.1375	0.00033	0.001643
3er piso	19	CSy Max	1.132481	16.1375	0.000111	0.001643

3er piso	20	CSy Max	1.120855	16.1375	0.000109	0.001643
3er piso	21	CSy Max	3.367661	16.129913	0.000329	0.001641
3er piso	5	CSy Max	1.845455	16.362668	0.00018	0.001667
3er piso	6	CSy Max	1.845455	16.1375	0.00018	0.001643
3er piso	7	CSy Max	1.845455	16.292455	0.00018	0.00166
3er piso	8	CSy Max	3.369548	16.292455	0.000329	0.00166
3er piso	13	CSy Max	1.120855	16.20166	0.000109	0.00165
3er piso	14	CSy Max	1.132481	16.20166	0.000111	0.00165
2do piso	1	CSy Max	2.499703	13.499103	0.000461	0.002553
2do piso	2	CSy Max	0.83716	13.499103	0.000155	0.002553
2do piso	3	CSy Max	0.828749	13.499103	0.000153	0.002553
2do piso	4	CSy Max	2.49129	13.499103	0.000459	0.002553
2do piso	9	CSy Max	0.828749	11.937745	0.000153	0.002267
2do piso	10	CSy Max	0.83716	11.937745	0.000155	0.002267
2do piso	11	CSy Max	2.49129	11.937745	0.000459	0.002267
2do piso	12	CSy Max	2.499703	11.937745	0.000461	0.002267
2do piso	17	CSy Max	2.907075	13.499103	0.000536	0.002553
2do piso	18	CSy Max	2.907075	11.937745	0.000536	0.002267
2do piso	16	CSy Max	2.499703	11.772054	0.000461	0.002236
2do piso	19	CSy Max	0.83716	11.772054	0.000155	0.002236
2do piso	20	CSy Max	0.828749	11.772054	0.000153	0.002236
2do piso	21	CSy Max	2.489792	11.767793	0.000459	0.002237
2do piso	5	CSy Max	1.364476	11.937745	0.000251	0.002267
2do piso	6	CSy Max	1.364476	11.772054	0.000251	0.002236
2do piso	7	CSy Max	1.364476	11.886067	0.000251	0.002257
2do piso	8	CSy Max	2.49129	11.886067	0.000459	0.002257
2do piso	13	CSy Max	0.828749	11.819253	0.000153	0.002245
2do piso	14	CSy Max	0.83716	11.819253	0.000155	0.002245
1er piso	1	CSy Max	1.257172	6.628756	0.000419	0.00221
1er piso	2	CSy Max	0.420609	6.628756	0.00014	0.00221
1er piso	3	CSy Max	0.417613	6.628756	0.000139	0.00221
1er piso	4	CSy Max	1.254175	6.628756	0.000418	0.00221
1er piso	9	CSy Max	0.417613	5.838846	0.000139	0.001946
1er piso	10	CSy Max	0.420609	5.838846	0.00014	0.001946
1er piso	11	CSy Max	1.254175	5.838846	0.000418	0.001946
1er piso	12	CSy Max	1.257172	5.838846	0.000419	0.001946
1er piso	17	CSy Max	1.46339	6.628756	0.000488	0.00221
1er piso	18	CSy Max	1.46339	5.838846	0.000488	0.001946
1er piso	16	CSy Max	1.257172	5.755254	0.000419	0.001918
1er piso	19	CSy Max	0.420609	5.755254	0.00014	0.001918
1er piso	20	CSy Max	0.417613	5.755254	0.000139	0.001918
1er piso	21	CSy Max	1.253273	5.746359	0.000418	0.001915
1er piso	5	CSy Max	0.687184	5.838846	0.000229	0.001946
1er piso	6	CSy Max	0.687184	5.755254	0.000229	0.001918
1er piso	7	CSy Max	0.687184	5.812774	0.000229	0.001938
1er piso	8	CSy Max	1.254175	5.812774	0.000418	0.001938
1er piso	13	CSy Max	0.417613	5.779064	0.000139	0.001926
1er piso	14	CSy Max	0.420609	5.779064	0.00014	0.001926

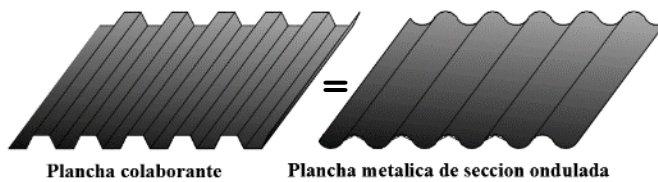
- **Losas macizas unidireccionales con planchas metálicas de secciones onduladas - ( $e_s = 0.25 \text{ mm}$ ) y ( $e_s = 0.30 \text{ mm}$ )**

El modelo estructural se puede obtener del análisis de la losa maciza convencional, para ello solo se tiene que tener la estructura con las columnas y vigas con el diseño ya empotrado; lo único que cambiaría al procedimiento es la losa maciza, para este caso emplearemos una losa colaborante que otorgaremos cualidades similares a la plancha metálica ondulada y la forma se efectuó según un equivalente geométrico.



*Figura 62:*  
Conversión de la sección ondulada a trapezoidal.

<b>A1</b>	=	<b>A2</b>
A1	=	Área que se quita.
A2	=	Área que se agrega.



*Figura 63:*  
Semejanza en planchas metálicas para el ETABS®.

Para poder insertar en el ETABS® debemos convertir geoméricamente la sección de la plancha metálica ondulada en una sección trapezoidal, para ello se empleó el AutoCAD para generar equivalencias geométricas, el área A1 debe ser igual al área A2 para que el volumen del concreto no varíe al diseño de la investigación.

Tabla 37:  
*Equivalentes geométricos de la plancha metálica ondulada a una plancha trapezoidal.*

	$e = 0.0025 \text{ m}$	$e = 0.0030 \text{ m}$
Profundidad de la losa hasta la plancha	0.08 m	0.08 m
Profundidad de la nervadura	0.02 m	0.02 m
Ancho de la nervadura parte superior	0.046 m	0.046 m
Ancho de la nervadura parte inferior	0.026 m	0.026 m
Espaciamiento de las costillas	0.071 m	0.071 m
Espesor de la plancha metálica	0.0025 m	0.0030 m
Peso de la unidad de cubierta	2.89 kg/m <sup>2</sup>	3.10 kg/m <sup>2</sup>

## 1. Dibujo de la losa maciza con plancha metálica

Para diseñar la losa maciza con la plancha metálica tenemos que tener en cuenta que lo que se quiere obtener es un análisis que se asemeje al diseño de construcción y a los planos, para ello nos ayudaremos del sistema de losa compuesta que ofrece el ETABS®. Para ello seleccionamos *Define* seguido de *Sections Properties* y *Deck Sections*, que apertura a una ventana donde se puede modificar las dimensiones de la losa compuesta dándole las cualidades de la plancha metálica de sección ondulada según espesor.

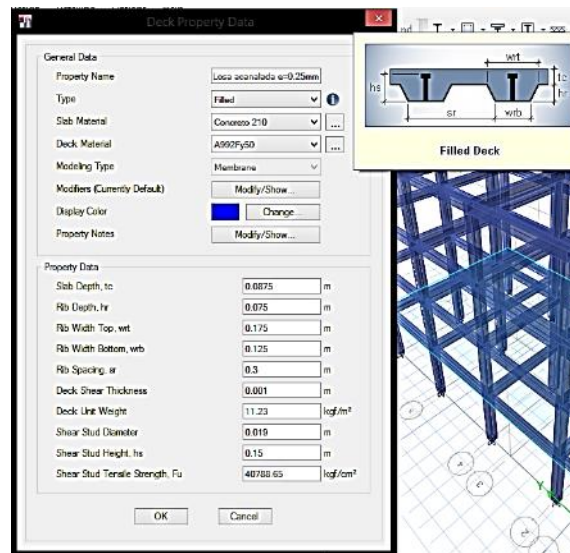


Figura 64:  
 Definición de medidas y cualidades para la losa compuesta.

Para el dibujo de la losa maciza se emplea el *Draw Floor/ Wall* y se selecciona el paño donde está diseñado la losa maciza según el plano de arquitectura.

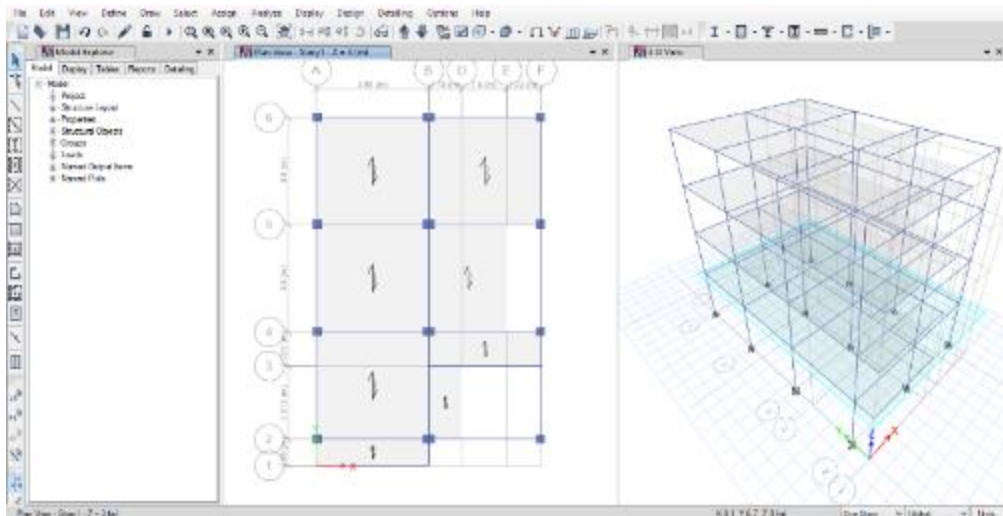


Figura 65:  
Disposición de losas macizas con la plancha metálica en planta.

## 2. Patrones de carga

Para crear las cargas reales que estarán presentes en la edificación, se debe emplear el mismo procedimiento ya especificado en la losa maciza convencional

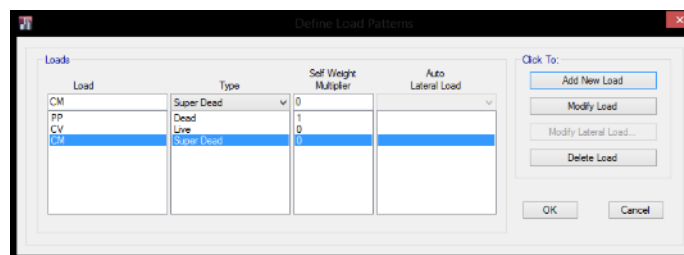


Figura 66:  
Patrones de carga.

## 3. Asignación de cargas en la edificación

Para este diseño se emplea el mismo procedimiento y mismas cargas.

Tabla 38:  
*Cargas presentes en la edificación.*

Carga muerta en la losa sin considerar el peso propio	Carga viva en la edificación
---	------------------------------

Piso 1, 2, 3	370 kg/cm <sup>2</sup>	250 kg/cm <sup>2</sup>
Piso 4	100 kg/cm <sup>2</sup>	150 kg/cm <sup>2</sup>

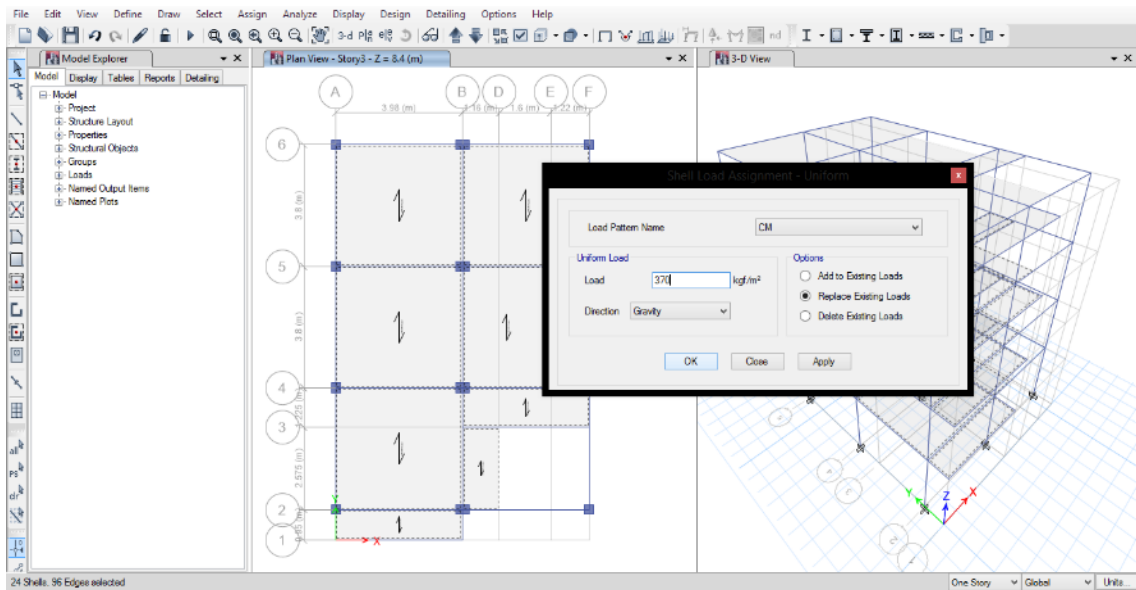


Figura 67:  
Asignación de cargas en la losa maciza con plancha metálica.

#### 4. Asignación diafragma rígido y auto malla por piso

El diafragma rígido se establecerá de igual forma que el diseño de la losa maciza convencional y el mismo procedimiento del automalla por piso.

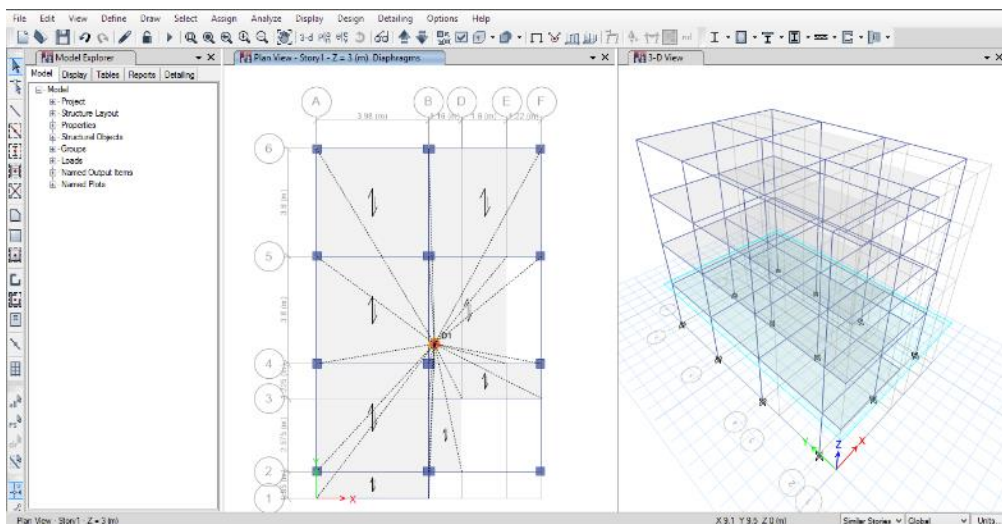
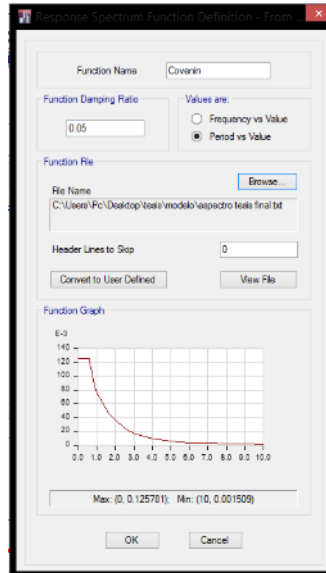


Figura 68:  
Punto de excentricidad del diafragma.



## 5. Espectro sísmico

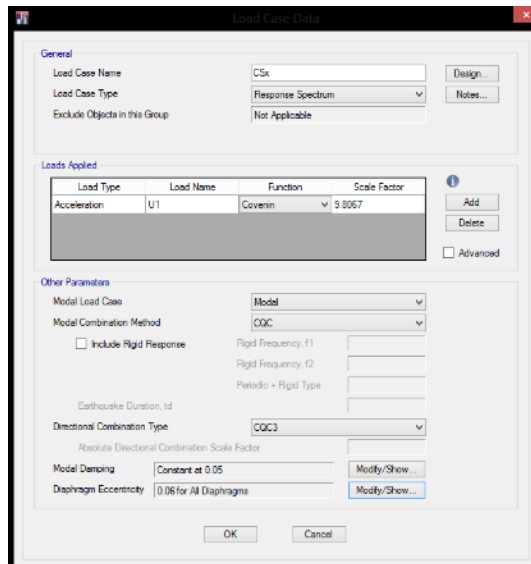
Aplicamos la misma aceleración espectral del diseño de la losa maciza convencional al ser un parámetro de zona y la misma edificación.



*Figura 69:*  
Respuesta del espectro sísmico.

## 6. Selección de fuente masiva u origen de las masas, p-Delta, Modal Cases, Casos de carga

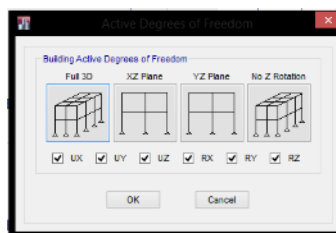
El desarrollo de estos pasos es el mismo que se desarrolló la losa maciza convencional, se efectúa la misma participación de las masas, el P-Delta, los casos modales y casos de carga.



*Figura 70:*  
Caso de carga del sismo en X, según el espectro sísmico.

## 7. Chequeo del modelo y evaluación de grados de libertad

Para cada modelado estructural es necesario chequear todo el sistema para evitar que se generen errores



*Figura 71:*  
Grados de libertad del modelo estructural.

## 8. Correr análisis del modelo y evaluación de desplazamientos por efecto sísmico.

Comprobado que la estructuración está correctamente diseñada se corre el sistema. Y se analiza los desplazamientos por acción sísmica al ser el desplazamiento mayor que demuestre la efectividad de la losa maciza unidireccional.

El resultado de los desplazamientos de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme – experta  $e=0.25$  mm.

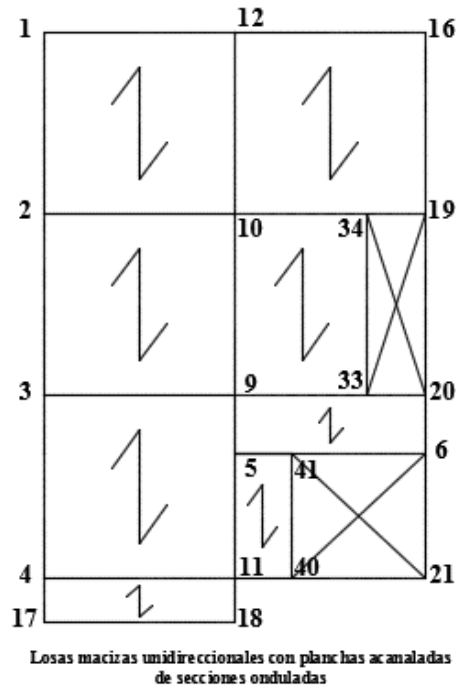


Figura 72:

Asignación de puntos para el 1er, 2do, 3er y 4to piso, losa maciza unidireccional con plancha metálica de sección ondulada.

Tabla 39:

Resultados del desplazamiento de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme – experta  $e=0.25$  mm por efecto de la CSx.

**Losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme – experta  $e=0.25$  mm**

Piso	Punto	Caso de carga	Desplazamiento CSx		Deriva X	Deriva Y
			Desplazamiento en X mm	Desplazamiento en Y mm		
4to piso	1	CSx Max	16.909843	0.604988	0.000777	2.50E-05
4to piso	2	CSx Max	16.436812	0.604742	0.000757	2.50E-05
4to piso	3	CSx Max	16.084198	0.604757	0.000741	2.50E-05
4to piso	4	CSx Max	15.858028	0.605107	0.000731	2.50E-05
4to piso	9	CSx Max	16.085581	0.176754	0.000741	9.00E-06
4to piso	10	CSx Max	16.438487	0.176844	0.000756	9.00E-06
4to piso	11	CSx Max	15.858931	0.177177	0.000731	8.00E-06
4to piso	12	CSx Max	16.911666	0.176956	0.000777	9.00E-06
4to piso	17	CSx Max	15.847685	0.605112	0.000724	2.50E-05
4to piso	18	CSx Max	15.847541	0.177156	0.000724	8.00E-06
4to piso	16	CSx Max	16.909827	0.923525	0.000777	4.10E-05
4to piso	19	CSx Max	16.436087	0.923104	0.000757	4.10E-05
4to piso	20	CSx Max	16.083005	0.923135	0.000742	4.10E-05
4to piso	21	CSx Max	15.853023	0.922915	0.000731	4.10E-05
4to piso	5	CSx Max	16.057412	0.176933	0.000735	9.00E-06
4to piso	6	CSx Max	16.056813	0.923082	0.000735	4.10E-05
4to piso	33	CSx Max	16.049694	0.690169	0.000758	3.10E-05

4to piso	34	CSx Max	16.401477	0.690169	0.000774	3.10E-05
4to piso	40	CSx Max	15.824719	0.388649	0.000747	1.80E-05
4to piso	41	CSx Max	15.975326	0.388649	0.000754	1.80E-05
3er piso	1	CSx Max	14.874981	0.537303	0.001517	5.30E-05
3er piso	2	CSx Max	14.456954	0.536917	0.001474	5.30E-05
3er piso	3	CSx Max	14.145942	0.536931	0.001442	5.30E-05
3er piso	4	CSx Max	13.946737	0.537486	0.001421	5.30E-05
3er piso	9	CSx Max	14.148214	0.153964	0.001441	1.60E-05
3er piso	10	CSx Max	14.459889	0.154162	0.001474	1.60E-05
3er piso	11	CSx Max	13.948816	0.154607	0.00142	1.60E-05
3er piso	12	CSx Max	14.878079	0.154284	0.001516	1.60E-05
3er piso	17	CSx Max	13.959337	0.537495	0.001422	5.30E-05
3er piso	18	CSx Max	13.959197	0.154579	0.001422	1.60E-05
3er piso	16	CSx Max	14.874973	0.814704	0.001517	8.20E-05
3er piso	19	CSx Max	14.455997	0.814057	0.001474	8.30E-05
3er piso	20	CSx Max	14.143767	0.814182	0.001442	8.30E-05
3er piso	21	CSx Max	13.940312	0.813748	0.001419	8.20E-05
3er piso	5	CSx Max	14.141438	0.154226	0.001442	1.60E-05
3er piso	6	CSx Max	14.140296	0.814064	0.001442	8.30E-05
3er piso	33	CSx Max	14.066749	0.60598	0.001458	6.30E-05
3er piso	34	CSx Max	14.375929	0.60598	0.001491	6.30E-05
3er piso	40	CSx Max	13.870014	0.340217	0.001437	3.60E-05
3er piso	41	CSx Max	14.001696	0.340217	0.001451	3.60E-05
2do piso	1	CSx Max	10.830165	0.394415	0.002062	7.50E-05
2do piso	2	CSx Max	10.526758	0.393724	0.002003	7.50E-05
2do piso	3	CSx Max	10.302599	0.393745	0.001958	7.50E-05
2do piso	4	CSx Max	10.160359	0.394715	0.001929	7.50E-05
2do piso	9	CSx Max	10.306823	0.110225	0.001957	2.20E-05
2do piso	10	CSx Max	10.532048	0.110586	0.002002	2.20E-05
2do piso	11	CSx Max	10.165208	0.111369	0.001928	2.20E-05
2do piso	12	CSx Max	10.835692	0.110799	0.002061	2.20E-05
2do piso	17	CSx Max	10.173757	0.394721	0.00193	7.50E-05
2do piso	18	CSx Max	10.17383	0.111347	0.00193	2.20E-05
2do piso	16	CSx Max	10.830158	0.593042	0.002062	0.000114
2do piso	19	CSx Max	10.526021	0.591932	0.002003	0.000114
2do piso	20	CSx Max	10.299907	0.592233	0.001958	0.000114
2do piso	21	CSx Max	10.158431	0.591933	0.001926	0.000114
2do piso	5	CSx Max	10.303463	0.110635	0.001956	2.20E-05
2do piso	6	CSx Max	10.302414	0.592152	0.001956	0.000114
2do piso	33	CSx Max	10.178606	0.437323	0.001965	8.60E-05
2do piso	34	CSx Max	10.399825	0.437323	0.002009	8.60E-05
2do piso	40	CSx Max	10.039937	0.244635	0.001936	4.80E-05
2do piso	41	CSx Max	10.132714	0.244635	0.001955	4.80E-05
1er piso	1	CSx Max	5.276756	0.193174	0.001759	6.40E-05
1er piso	2	CSx Max	5.133694	0.192122	0.001711	6.40E-05
1er piso	3	CSx Max	5.030166	0.19215	0.001677	6.40E-05
1er piso	4	CSx Max	4.966039	0.193587	0.001655	6.50E-05
1er piso	9	CSx Max	5.036617	0.051487	0.001679	1.70E-05
1er piso	10	CSx Max	5.141687	0.052042	0.001714	1.70E-05
1er piso	11	CSx Max	4.974414	0.053246	0.001658	1.80E-05
1er piso	12	CSx Max	5.28506	0.052355	0.001762	1.70E-05

1er piso	17	CSx Max	4.979848	0.193591	0.00166	6.50E-05
1er piso	18	CSx Max	4.980199	0.053234	0.00166	1.80E-05
1er piso	16	CSx Max	5.27675	0.286286	0.001759	9.50E-05
1er piso	19	CSx Max	5.133246	0.284643	0.001711	9.50E-05
1er piso	20	CSx Max	5.026898	0.285108	0.001676	9.50E-05
1er piso	21	CSx Max	4.972023	0.284873	0.001657	9.50E-05
1er piso	5	CSx Max	5.037906	0.052072	0.001679	1.70E-05
1er piso	6	CSx Max	5.03705	0.285038	0.001679	9.50E-05
1er piso	33	CSx Max	4.887717	0.206584	0.001685	7.10E-05
1er piso	34	CSx Max	4.988061	0.206584	0.00172	7.10E-05
1er piso	40	CSx Max	4.827656	0.114859	0.001665	4.00E-05
1er piso	41	CSx Max	4.867781	0.114859	0.001679	4.00E-05

Tabla 40:

*Resultados del desplazamiento de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme – experta e=0.25 mm por efecto de la CSy.*

**Losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme – experta e=0.25 mm.**

Piso	Punto	Caso de carga	Desplazamiento CSy			
			Desplazamiento en X mm	Desplazamiento en Y mm	Deriva X	Deriva Y
4to piso	1	CSy Max	2.854959	21.2665	0.000129	0.001031
4to piso	2	CSy Max	0.977227	21.255438	4.40E-05	0.001032
4to piso	3	CSy Max	0.9207	21.255451	4.10E-05	0.001032
4to piso	4	CSy Max	2.79805	21.266927	0.000126	0.001031
4to piso	9	CSy Max	0.920755	19.675805	4.10E-05	0.00096
4to piso	10	CSy Max	0.977302	19.675952	4.40E-05	0.00096
4to piso	11	CSy Max	2.79844	19.685999	0.000126	0.000959
4to piso	12	CSy Max	2.855521	19.685853	0.000129	0.000959
4to piso	17	CSy Max	3.275608	21.267642	0.000146	0.001031
4to piso	18	CSy Max	3.275632	19.686654	0.000146	0.000959
4to piso	16	CSy Max	2.855413	18.288606	0.000129	0.000896
4to piso	19	CSy Max	0.977144	18.278266	4.40E-05	0.000897
4to piso	20	CSy Max	0.920582	18.276468	4.10E-05	0.000897
4to piso	21	CSy Max	2.797333	18.272921	0.000126	0.000899
4to piso	5	CSy Max	1.528822	19.679986	6.80E-05	0.000959
4to piso	6	CSy Max	1.52886	18.275969	6.80E-05	0.000898
4to piso	33	CSy Max	0.91881	18.658174	4.20E-05	0.000936
4to piso	34	CSy Max	0.975205	18.658174	4.50E-05	0.000936
4to piso	40	CSy Max	2.792939	19.217722	0.000129	0.000962
4to piso	41	CSy Max	1.521592	19.217722	7.00E-05	0.000962
3er piso	1	CSy Max	2.524957	18.610351	0.000255	0.001949
3er piso	2	CSy Max	0.863941	18.59511	8.70E-05	0.001953
3er piso	3	CSy Max	0.814652	18.595134	8.20E-05	0.001953
3er piso	4	CSy Max	2.475253	18.610763	0.000249	0.001949
3er piso	9	CSy Max	0.814751	17.199915	8.20E-05	0.00181
3er piso	10	CSy Max	0.864097	17.200106	8.70E-05	0.00181
3er piso	11	CSy Max	2.475782	17.21236	0.000249	0.001806
3er piso	12	CSy Max	2.525637	17.212326	0.000255	0.001806
3er piso	17	CSy Max	2.901845	18.611734	0.000292	0.001949

3er piso	18	CSy Max	2.901878	17.213249	0.000292	0.001806
3er piso	16	CSy Max	2.525173	15.974142	0.000255	0.001682
3er piso	19	CSy Max	0.863869	15.960077	8.70E-05	0.001686
3er piso	20	CSy Max	0.814468	15.957747	8.20E-05	0.001686
3er piso	21	CSy Max	2.474003	15.948663	0.000249	0.001684
3er piso	5	CSy Max	1.354295	17.20509	0.000136	0.001809
3er piso	6	CSy Max	1.354279	15.955606	0.000136	0.001686
3er piso	33	CSy Max	0.810245	16.239174	8.30E-05	0.001742
3er piso	34	CSy Max	0.859234	16.239174	8.80E-05	0.001742
3er piso	40	CSy Max	2.462413	16.732458	0.000252	0.001793
3er piso	41	CSy Max	1.341653	16.732458	0.000137	0.001793
2do piso	1	CSy Max	1.849716	13.443923	0.00035	0.002615
2do piso	2	CSy Max	0.63236	13.417346	0.00012	0.00262
2do piso	3	CSy Max	0.597865	13.417361	0.000112	0.00262
2do piso	4	CSy Max	1.814787	13.444175	0.000343	0.002616
2do piso	9	CSy Max	0.598056	12.399829	0.000112	0.002424
2do piso	10	CSy Max	0.632663	12.400008	0.00012	0.002424
2do piso	11	CSy Max	1.815882	12.421986	0.000342	0.00242
2do piso	12	CSy Max	1.850857	12.421869	0.00035	0.00242
2do piso	17	CSy Max	2.128521	13.444915	0.000401	0.002616
2do piso	18	CSy Max	2.128601	12.422661	0.000401	0.00242
2do piso	16	CSy Max	1.849936	11.50969	0.00035	0.00225
2do piso	19	CSy Max	0.632301	11.485884	0.00012	0.002254
2do piso	20	CSy Max	0.597601	11.483136	0.000112	0.002255
2do piso	21	CSy Max	1.814482	11.477485	0.000342	0.002256
2do piso	5	CSy Max	0.993757	12.40785	0.000187	0.002423
2do piso	6	CSy Max	0.993695	11.481915	0.000187	0.002255
2do piso	33	CSy Max	0.590817	11.614631	0.000113	0.002311
2do piso	34	CSy Max	0.624821	11.614631	0.00012	0.002311
2do piso	40	CSy Max	1.794051	11.973654	0.000344	0.00238
2do piso	41	CSy Max	0.977845	11.973654	0.000187	0.00238
1er piso	1	CSy Max	0.908056	6.407885	0.000303	0.002136
1er piso	2	CSy Max	0.309583	6.368395	0.000103	0.002123
1er piso	3	CSy Max	0.295344	6.368396	9.80E-05	0.002123
1er piso	4	CSy Max	0.893378	6.407921	0.000298	0.002136
1er piso	9	CSy Max	0.295641	5.877422	9.90E-05	0.001959
1er piso	10	CSy Max	0.310061	5.877623	0.000103	0.001959
1er piso	11	CSy Max	0.895173	5.911693	0.000298	0.001971
1er piso	12	CSy Max	0.909704	5.911478	0.000303	0.00197
1er piso	17	CSy Max	1.049574	6.408334	0.00035	0.002136
1er piso	18	CSy Max	1.049712	5.912066	0.00035	0.001971
1er piso	16	CSy Max	0.908209	5.454778	0.000303	0.001818
1er piso	19	CSy Max	0.30955	5.420025	0.000103	0.001807
1er piso	20	CSy Max	0.294984	5.41566	9.80E-05	0.001805
1er piso	21	CSy Max	0.894719	5.407637	0.000298	0.001803
1er piso	5	CSy Max	0.490244	5.888945	0.000163	0.001963
1er piso	6	CSy Max	0.490052	5.413413	0.000163	0.001804
1er piso	33	CSy Max	0.28708	5.395419	9.90E-05	0.00186
1er piso	34	CSy Max	0.300834	5.395419	0.000104	0.00186
1er piso	40	CSy Max	0.869128	5.568633	0.0003	0.00192
1er piso	41	CSy Max	0.474312	5.568633	0.000164	0.00192

Para la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial  $e=0.30$  mm, los resultados de los desplazamientos son los siguientes:

Tabla 41:

*Resultados del desplazamiento de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial  $e=0.30$  mm por efecto de la CSx.*

<b>Losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial <math>e=0.30</math> mm.</b>						
<b>Desplazamiento CSx</b>						
Piso	Punto	Caso de carga	Desplazamiento en X	Desplazamiento en Y	Deriva X	Deriva Y
			mm	mm		
4to piso	1	CSx Max	16.911982	0.60524	0.000778	2.50E-05
4to piso	2	CSx Max	16.438739	0.604995	0.000757	2.50E-05
4to piso	3	CSx Max	16.085946	0.605009	0.000741	2.50E-05
4to piso	4	CSx Max	15.859635	0.605359	0.000731	2.50E-05
4to piso	9	CSx Max	16.087329	0.176851	0.000741	9.00E-06
4to piso	10	CSx Max	16.440414	0.176941	0.000757	9.00E-06
4to piso	11	CSx Max	15.860538	0.177274	0.000731	8.00E-06
4to piso	12	CSx Max	16.913806	0.177054	0.000777	9.00E-06
4to piso	17	CSx Max	15.849266	0.605364	0.000725	2.50E-05
4to piso	18	CSx Max	15.849123	0.177254	0.000725	8.00E-06
4to piso	16	CSx Max	16.911966	0.923952	0.000778	4.10E-05
4to piso	19	CSx Max	16.438013	0.923531	0.000757	4.10E-05
4to piso	20	CSx Max	16.084752	0.923562	0.000742	4.10E-05
4to piso	21	CSx Max	15.854628	0.923342	0.000732	4.10E-05
4to piso	5	CSx Max	16.05912	0.17703	0.000735	9.00E-06
4to piso	6	CSx Max	16.05852	0.923509	0.000735	4.10E-05
4to piso	33	CSx Max	15.977021	0.921905	0.000755	4.20E-05
4to piso	34	CSx Max	16.051436	0.921905	0.000758	4.20E-05
4to piso	40	CSx Max	16.876668	0.604043	0.000795	2.60E-05
4to piso	41	CSx Max	15.772734	0.604043	0.000745	2.60E-05
3er piso	1	CSx Max	14.876774	0.537523	0.001517	5.30E-05
3er piso	2	CSx Max	14.458563	0.537136	0.001475	5.30E-05
3er piso	3	CSx Max	14.147397	0.53715	0.001442	5.30E-05
3er piso	4	CSx Max	13.94807	0.537706	0.001421	5.30E-05
3er piso	9	CSx Max	14.14967	0.154048	0.001442	1.60E-05
3er piso	10	CSx Max	14.461498	0.154246	0.001474	1.60E-05
3er piso	11	CSx Max	13.95015	0.154691	0.00142	1.60E-05
3er piso	12	CSx Max	14.879873	0.154368	0.001516	1.60E-05
3er piso	17	CSx Max	13.960646	0.537714	0.001422	5.30E-05
3er piso	18	CSx Max	13.960507	0.154663	0.001422	1.60E-05
3er piso	16	CSx Max	14.876766	0.815075	0.001517	8.20E-05
3er piso	19	CSx Max	14.457606	0.814428	0.001475	8.30E-05
3er piso	20	CSx Max	14.145222	0.814553	0.001443	8.30E-05
3er piso	21	CSx Max	13.941645	0.814118	0.001419	8.30E-05
3er piso	5	CSx Max	14.142856	0.15431	0.001442	1.60E-05
3er piso	6	CSx Max	14.141714	0.814434	0.001442	8.30E-05
3er piso	33	CSx Max	14.003101	0.810223	0.001451	8.40E-05

3er piso	34	CSx Max	14.068194	0.810223	0.001459	8.40E-05
3er piso	40	CSx Max	14.794634	0.534496	0.001535	5.40E-05
3er piso	41	CSx Max	13.824506	0.534496	0.001432	5.40E-05
2do piso	1	CSx Max	10.831423	0.394575	0.002062	7.50E-05
2do piso	2	CSx Max	10.527884	0.393883	0.002003	7.50E-05
2do piso	3	CSx Max	10.303615	0.393904	0.001958	7.50E-05
2do piso	4	CSx Max	10.161289	0.394874	0.001929	7.50E-05
2do piso	9	CSx Max	10.30784	0.110285	0.001957	2.20E-05
2do piso	10	CSx Max	10.533175	0.110646	0.002002	2.20E-05
2do piso	11	CSx Max	10.166138	0.111429	0.001928	2.20E-05
2do piso	12	CSx Max	10.836951	0.110859	0.002061	2.20E-05
2do piso	17	CSx Max	10.174669	0.394881	0.00193	7.50E-05
2do piso	18	CSx Max	10.174743	0.111408	0.00193	2.20E-05
2do piso	16	CSx Max	10.831416	0.593309	0.002062	0.000114
2do piso	19	CSx Max	10.527147	0.592198	0.002003	0.000114
2do piso	20	CSx Max	10.300922	0.5925	0.001958	0.000114
2do piso	21	CSx Max	10.15936	0.5922	0.001926	0.000114
2do piso	5	CSx Max	10.304453	0.110695	0.001956	2.20E-05
2do piso	6	CSx Max	10.303403	0.592418	0.001956	0.000114
2do piso	33	CSx Max	10.133688	0.585408	0.001955	0.000114
2do piso	34	CSx Max	10.179609	0.585408	0.001965	0.000114
2do piso	40	CSx Max	10.701648	0.389528	0.002069	7.50E-05
2do piso	41	CSx Max	10.007902	0.389528	0.001929	7.50E-05
1er piso	1	CSx Max	5.277359	0.193252	0.001759	6.40E-05
1er piso	2	CSx Max	5.134233	0.1922	0.001711	6.40E-05
1er piso	3	CSx Max	5.030653	0.192229	0.001677	6.40E-05
1er piso	4	CSx Max	4.966485	0.193666	0.001655	6.50E-05
1er piso	9	CSx Max	5.037105	0.051515	0.001679	1.70E-05
1er piso	10	CSx Max	5.142228	0.05207	0.001714	1.70E-05
1er piso	11	CSx Max	4.97486	0.053275	0.001658	1.80E-05
1er piso	12	CSx Max	5.285665	0.052383	0.001762	1.70E-05
1er piso	17	CSx Max	4.980286	0.19367	0.00166	6.50E-05
1er piso	18	CSx Max	4.980638	0.053263	0.00166	1.80E-05
1er piso	16	CSx Max	5.277354	0.286415	0.001759	9.50E-05
1er piso	19	CSx Max	5.133786	0.284772	0.001711	9.50E-05
1er piso	20	CSx Max	5.027384	0.285237	0.001676	9.50E-05
1er piso	21	CSx Max	4.972469	0.285002	0.001657	9.50E-05
1er piso	5	CSx Max	5.038381	0.0521	0.001679	1.70E-05
1er piso	6	CSx Max	5.037525	0.285167	0.001679	9.50E-05
1er piso	33	CSx Max	4.86824	0.277092	0.001679	9.60E-05
1er piso	34	CSx Max	4.88819	0.277092	0.001686	9.60E-05
1er piso	40	CSx Max	5.128057	0.187169	0.001768	6.50E-05
1er piso	41	CSx Max	4.813901	0.187169	0.00166	6.50E-05

Tabla 42:

*Resultados del desplazamiento de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial  $e=0.30$  mm por efecto de la CSy.*

**Losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial  
 $e=0.30$  mm.**

**Desplazamiento CSy**



Piso	Punto	Caso de carga	Desplazamiento en X mm	Desplazamiento en Y mm	Deriva X	Deriva Y
4to piso	1	CSy Max	2.85547	21.26899	0.000129	0.001031
4to piso	2	CSy Max	0.977408	21.257926	4.40E-05	0.001032
4to piso	3	CSy Max	0.920867	21.257939	4.10E-05	0.001032
4to piso	4	CSy Max	2.798547	21.269416	0.000126	0.001031
4to piso	9	CSy Max	0.920922	19.678006	4.10E-05	0.00096
4to piso	10	CSy Max	0.977483	19.678153	4.40E-05	0.00096
4to piso	11	CSy Max	2.798937	19.688202	0.000126	0.000959
4to piso	12	CSy Max	2.856032	19.688056	0.000129	0.000959
4to piso	17	CSy Max	3.27619	21.270131	0.000147	0.001031
4to piso	18	CSy Max	3.276213	19.688858	0.000147	0.000959
4to piso	16	CSy Max	2.855924	18.290564	0.000129	0.000896
4to piso	19	CSy Max	0.977325	18.280223	4.40E-05	0.000897
4to piso	20	CSy Max	0.920749	18.278424	4.10E-05	0.000897
4to piso	21	CSy Max	2.797829	18.274876	0.000126	0.000899
4to piso	5	CSy Max	1.529095	19.682188	6.80E-05	0.00096
4to piso	6	CSy Max	1.529133	18.277924	6.80E-05	0.000898
4to piso	33	CSy Max	1.521864	18.242693	7.00E-05	0.000916
4to piso	34	CSy Max	0.918977	18.242693	4.20E-05	0.000916
4to piso	40	CSy Max	2.85024	21.214834	0.000132	0.001054
4to piso	41	CSy Max	3.262969	21.214834	0.000151	0.001054
3er piso	1	CSy Max	2.525392	18.612421	0.000255	0.001949
3er piso	2	CSy Max	0.864095	18.597177	8.70E-05	0.001953
3er piso	3	CSy Max	0.814795	18.597202	8.20E-05	0.001953
3er piso	4	CSy Max	2.475676	18.612833	0.000249	0.001949
3er piso	9	CSy Max	0.814893	17.20174	8.20E-05	0.00181
3er piso	10	CSy Max	0.864251	17.201931	8.70E-05	0.00181
3er piso	11	CSy Max	2.476205	17.214187	0.000249	0.001806
3er piso	12	CSy Max	2.526072	17.214153	0.000255	0.001806
3er piso	17	CSy Max	2.90234	18.613803	0.000292	0.001949
3er piso	18	CSy Max	2.902374	17.215076	0.000292	0.001807
3er piso	16	CSy Max	2.525608	15.975761	0.000255	0.001683
3er piso	19	CSy Max	0.864023	15.961694	8.70E-05	0.001686
3er piso	20	CSy Max	0.814611	15.959365	8.20E-05	0.001686
3er piso	21	CSy Max	2.474426	15.950279	0.000249	0.001685
3er piso	5	CSy Max	1.354528	17.206916	0.000136	0.001809
3er piso	6	CSy Max	1.354512	15.957223	0.000136	0.001686
3er piso	33	CSy Max	1.341884	15.872873	0.000137	0.001704
3er piso	34	CSy Max	0.810387	15.872873	8.30E-05	0.001704
3er piso	40	CSy Max	2.512175	18.494339	0.000258	0.001974
3er piso	41	CSy Max	2.876746	18.494339	0.000295	0.001974
2do piso	1	CSy Max	1.850025	13.445364	0.00035	0.002616
2do piso	2	CSy Max	0.632469	13.418784	0.00012	0.00262
2do piso	3	CSy Max	0.597967	13.418799	0.000112	0.00262
2do piso	4	CSy Max	1.815088	13.445616	0.000343	0.002616
2do piso	9	CSy Max	0.598158	12.401095	0.000112	0.002425
2do piso	10	CSy Max	0.632773	12.401274	0.00012	0.002425
2do piso	11	CSy Max	1.816184	12.423255	0.000342	0.00242
2do piso	12	CSy Max	1.851167	12.423137	0.00035	0.00242

2do piso	17	CSy Max	2.128875	13.446356	0.000401	0.002616
2do piso	18	CSy Max	2.128954	12.423929	0.000401	0.00242
2do piso	16	CSy Max	1.850246	11.510811	0.00035	0.002251
2do piso	19	CSy Max	0.63241	11.487002	0.00012	0.002255
2do piso	20	CSy Max	0.597703	11.484254	0.000113	0.002255
2do piso	21	CSy Max	1.814784	11.478602	0.000342	0.002256
2do piso	5	CSy Max	0.993924	12.409117	0.000187	0.002423
2do piso	6	CSy Max	0.993862	11.483033	0.000187	0.002256
2do piso	33	CSy Max	0.978008	11.348066	0.000187	0.00226
2do piso	34	CSy Max	0.590918	11.348066	0.000113	0.00226
2do piso	40	CSy Max	1.828595	13.257759	0.000351	0.002627
2do piso	41	CSy Max	2.09578	13.257759	0.000402	0.002627
1er piso	1	CSy Max	0.908207	6.408564	0.000303	0.002136
1er piso	2	CSy Max	0.309636	6.36907	0.000103	0.002123
1er piso	3	CSy Max	0.295394	6.369071	9.80E-05	0.002123
1er piso	4	CSy Max	0.893525	6.4086	0.000298	0.002136
1er piso	9	CSy Max	0.295691	5.878015	9.90E-05	0.001959
1er piso	10	CSy Max	0.310114	5.878215	0.000103	0.001959
1er piso	11	CSy Max	0.895321	5.912289	0.000298	0.001971
1er piso	12	CSy Max	0.909854	5.912073	0.000303	0.001971
1er piso	17	CSy Max	1.049747	6.409014	0.00035	0.002136
1er piso	18	CSy Max	1.049885	5.912662	0.00035	0.001971
1er piso	16	CSy Max	0.908359	5.455301	0.000303	0.001818
1er piso	19	CSy Max	0.309603	5.420545	0.000103	0.001807
1er piso	20	CSy Max	0.295034	5.416179	9.80E-05	0.001805
1er piso	21	CSy Max	0.894867	5.408155	0.000298	0.001803
1er piso	5	CSy Max	0.490325	5.889539	0.000163	0.001963
1er piso	6	CSy Max	0.490133	5.413932	0.000163	0.001805
1er piso	33	CSy Max	0.47439	5.266922	0.000164	0.001816
1er piso	34	CSy Max	0.287129	5.266922	9.90E-05	0.001816
1er piso	40	CSy Max	0.883121	6.189985	0.000305	0.002134
1er piso	41	CSy Max	1.015076	6.189985	0.00035	0.002134

### Limites admisibles que no debe superar según el RNE E\_030.

Límites para la distorsión del entrepiso		
Concreto armado	( $\Delta/H_{ed}$ )	0.007

Con el fin de conocer el desplazamiento limite admisible según altura de edificación empleamos la ecuación de límite de distorsión del entrepiso.

Teniendo como altura total de la edificación = 11.70 m.

$$\frac{\Delta}{H_{ei}} = 0.007 \quad (\text{Ec } 27)$$

Donde:

$\Delta$  = Desplazamiento del entrepiso.

$H_{ed}$  = Altura de entrepiso.

Aplicando la ecuación 27.

Remplazando datos		
$\frac{\Delta}{H_{ei}} = 0.007$	=	$\frac{\Delta}{11700 \text{ mm}} = 0.007$
<b><math>\Delta = 81.9 \text{ mm}</math></b>		

Para la edificación en total.

Entonces podemos inferir que el desplazamiento para el eje X y Y en la edificación no debe superar 81.9 mm, según lo establecido por el RNE así como tener un control de entrepisos de que la deriva no supere el 7/1000.

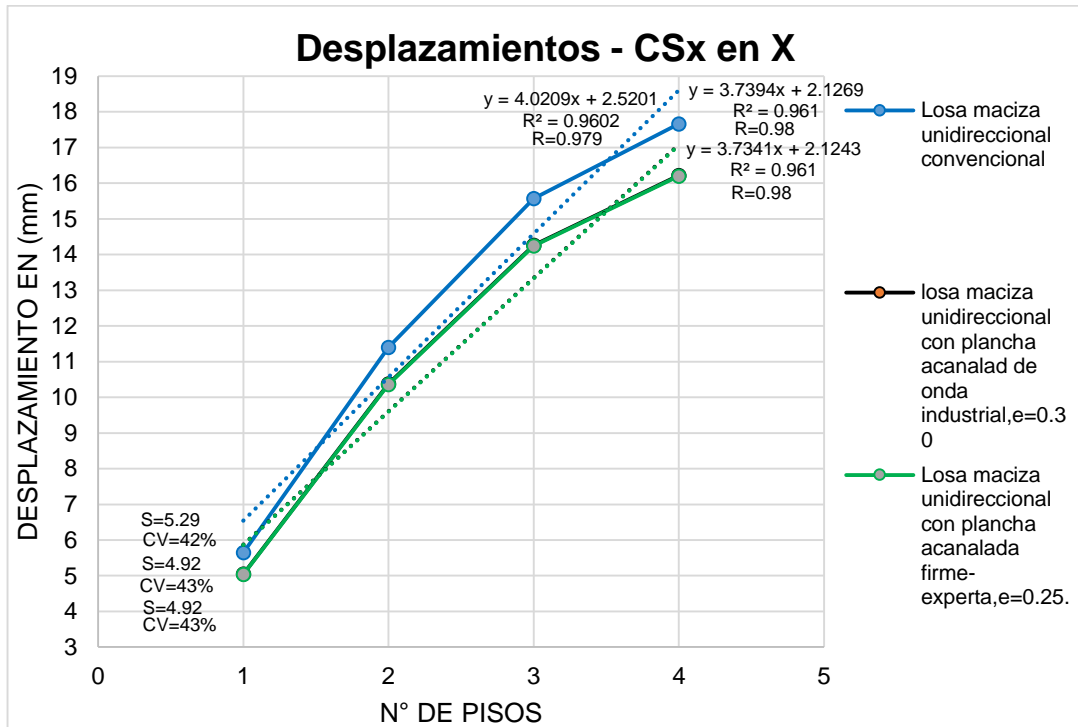
Tabla 43:

*Resultados del desplazamiento promedio de toda la edificación multifamiliar según el sismo X a efecto de X y Y, datos en (mm).*

Losa maciza unidireccional convencional	Losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, e=0.30mm.	Losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta, e=0.25mm.
<b>CSx Max en X</b>	<b>CSx Max en X</b>	<b>CSx Max en X</b>
1er piso 5.6526096	1er piso 5.04974	1er piso 5.0429784
2do piso 11.399797	2do piso 10.373364	2do piso 10.358936
3er piso 15.571591	3er piso 14.25947	3er piso 14.239466
4to piso 17.664891	4to piso 16.219082	4to piso 16.196308
Losa maciza unidireccional convencional	Losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, e=0.30mm.	Losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta, e=0.25mm.
<b>CSx Max en Y</b>	<b>CSx Max en Y</b>	<b>CSx Max en Y</b>
1er piso 0.4558875	1er piso 0.1817369	1er piso 0.1673947
2do piso 0.9152348	2do piso 0.3774968	2do piso 0.3480745
3er piso 1.2418562	3er piso 0.5187801	3er piso 0.4787552
4to piso 1.4023224	4to piso 0.5879082	4to piso 0.5429962

En relación a los resultados obtenidos en la tabla N°43, podemos inferir que se redujo el desplazamiento ante un sismo en X, al emplear

las planchas metálicas de sección ondulada en comparación de la losa maciza unidireccional convencional.



**Figura 73:** Desplazamientos producidos por el CSx en el eje X, de cada diseño de losa.

En la figura 73, se observa el desplazamiento que tiene cada losa unidireccional por efecto del CSx en el eje X, para la losa maciza unidireccional convencional se desplaza como máximo promedio 17.66 mm; la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta, e=0.25 se desplaza como máximo promedio 16.20 mm y por último la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, e=0.30 se desplaza como máximo promedio 16.22 mm.

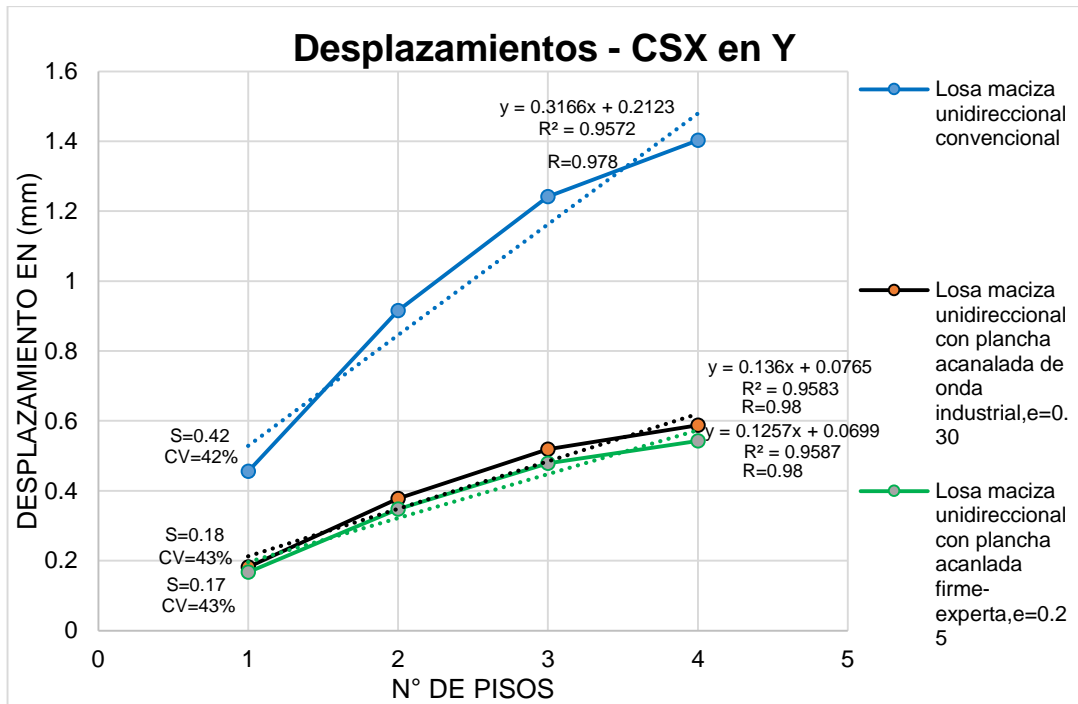


Figura 74: Desplazamientos producidos por el CSx en el eje Y, de cada diseño de losa.

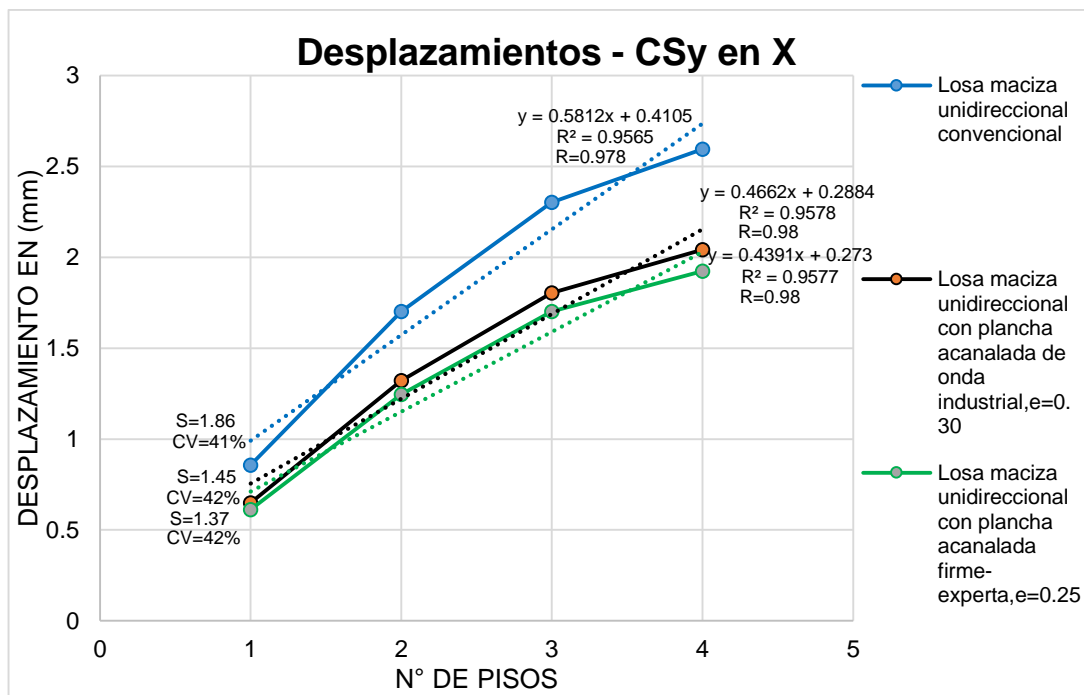
En la figura 74, se observa el desplazamiento que tiene cada losa unidireccional por efecto del CSx en el eje Y, para la losa maciza unidireccional convencional se desplaza como máximo promedio 1.40 mm; la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta, e=0.25 se desplaza como máximo promedio 0.54 mm y por último la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, e=0.30 se desplaza como máximo promedio 0.59 mm.

Tabla 44: Resultados del desplazamiento promedio de toda la edificación multifamiliar según el sismo Y a efecto de X y Y, datos en (mm).

Losas macizas unidireccionales convencionales		Losas macizas unidireccionales con plancha acanalada de onda industrial, e=0.30mm.		Losas macizas unidireccionales con plancha acanalada firme-experta, e=0.25mm.	
CSy Max en X		CSy Max en X		CSy Max en X	
1er piso	0.8564267	1er piso	0.6482706	1er piso	0.6117669
2do piso	1.7016993	2do piso	1.3213945	2do piso	1.2459307
3er piso	2.3016699	3er piso	1.8047497	3er piso	1.7011213
4to piso	2.5936502	4to piso	2.0411087	4to piso	1.9235447

Losas convencionales		Losas con plancha acanalada de onda industrial		Losas con plancha acanalada firme-experta	
Losas macizas unidireccionales convencionales		Losas macizas unidireccionales con plancha acanalada de onda industrial, e=0.30mm.		Losas macizas unidireccionales con plancha acanalada firme-experta, e=0.25mm.	
CSy Max en Y		CSy Max en Y		CSy Max en Y	
1er piso	6.0063954	1er piso	5.8687519	1er piso	5.8189888
2do piso	12.269432	2do piso	12.415604	2do piso	12.31283
3er piso	16.809376	3er piso	17.241309	3er piso	17.100282
4to piso	19.093764	4to piso	19.737247	4to piso	19.577311

En relación a los resultados obtenidos en la tabla N°44, podemos inferir que esta establece el desplazamiento ante un sismo en Y, al emplear las planchas metálicas de sección ondulada en comparación de la losa maciza unidireccional convencional.



**Figura 75:** Desplazamientos producidos por el CSy en el eje X, de cada diseño de losa.

En la figura 75, se observa el desplazamiento que tiene cada losa unidireccional por efecto del CSy en el eje X, para la losa maciza unidireccional convencional se desplaza como máximo promedio 2.59 mm, la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta, e=0.25 se desplaza como máximo promedio 1.92 mm y por último la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, e=0.30 se desplaza como máximo promedio 2.04 mm.

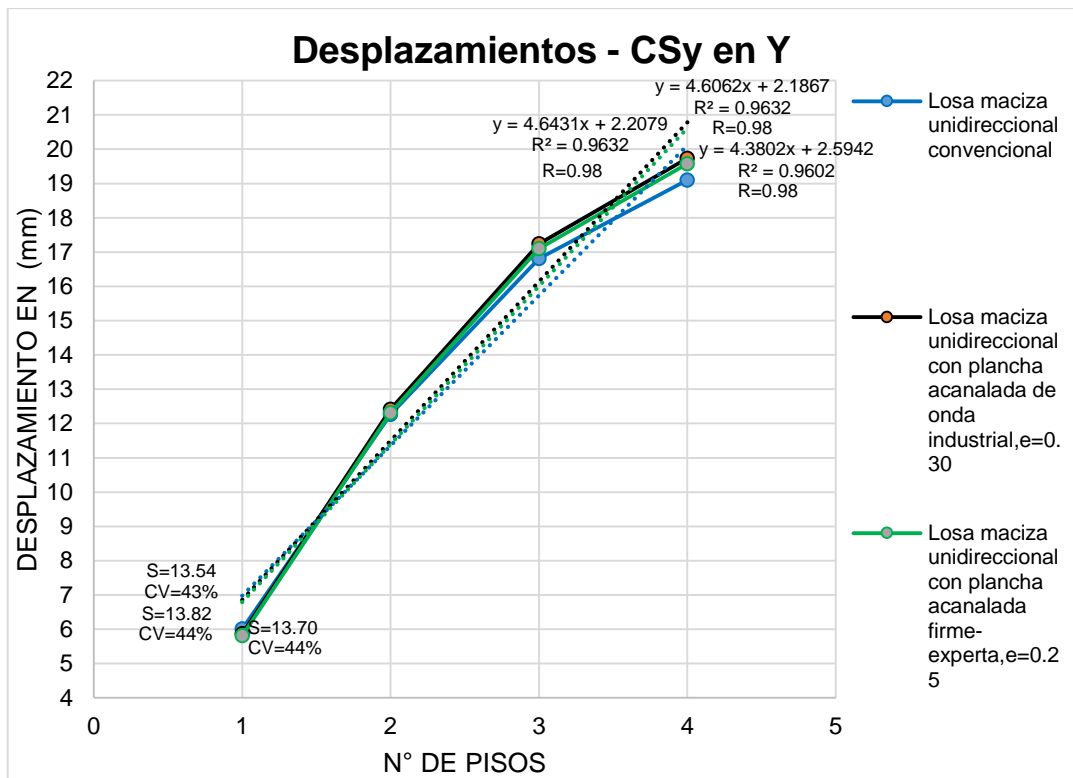


Figura 76: Desplazamientos producidos por el CSy en el eje Y, de cada diseño de losa.

En la figura 76, se observa el desplazamiento que tiene cada losa unidireccional por efecto del CSy en el eje Y, para la losa maciza unidireccional convencional se desplaza como máximo promedio 19.09 mm, la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta, e=0.25 se desplaza como máximo promedio 19.57 mm y por último la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, e=0.30 se desplaza como máximo promedio 19.73 mm.

- Para efectuar un resultado y discusión más concisa emplearemos los resultados de los desplazamientos mayores para cada eje X y Y, siendo resultado representativo en desplazamientos de la edificación.

#### 4.2.3. Determinación de la modificación en las deformaciones de losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares

#### 4.2.3.1. Exploración de la contracción del fraguado por variación de temperatura (deformación por contracción del concreto)

Un estudio importante para observar un comportamiento de un elemento estructural horizontalmente plano es la contracción del fraguado, en esta investigación es muy importante observar que comportamiento otorgara el diseño de la losa maciza con la plancha metálica de sección ondulada en comparación con una losa maciza convencional efectuada según parámetros del ACI IS 177.

Tabla 45:

*Parámetros de clasificación de fisuras según ACI IS 177.*

Ítem	Clasificación	Descripción
1	Micro fisuras: $e < 0.05$ mm.	Generalmente carecen de importancia
2	Fisuras: $0.1 < e < 0.2$ mm.	Habitualmente son poco peligrosas, salvo en ambientes agresivos.
3	Macro fisuras: $e > 0.2$ mm.	Son fisuras con posibles repercusiones estructurales.

La exploración de la evolución del concreto se desarrolló desde el inicio del colocado hasta el fraguado total del concreto, a criterio de evolución y mejor análisis se optó por explorar el concreto hasta un día después del colocado obteniendo los siguientes resultados.

La cantidad de fisuras así como el espesor de las fisuras influyen en el comportamiento del diseño estructural, teniendo como aspecto principal al concreto secundado por la cantidad de acero en la sección. Si un elemento estructural es muy esbelto y presenta demasiado acero de refuerzo podría presentar fisuras por contracción plástica.



Tabla 46:

Resultados del control de fisuras en la superficie del concreto de la losa maciza unidireccional convencional  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

N° DE FISURAS	FECHA	HORA DE LECTURA	Δ DE TIEMPO DESDE EL COLOCADO-LECTURA (hrs+min)	LONGITUD (cm)	ESPESOR (mm)			T° CONCRETO (°C)	T° AMBIENTE (°C)	VEL. DEL VIENTO (m/s)	HUMEDAD AMBIENTE (%)
					SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR				
<b>DATOS</b>											
Mezclado	30/07/2020	08:38:00 a.m.							12.00	0.70	65%
Inicio de colocado	30/07/2020	08:50:00 a.m.					12.50	13.00	0.50	60%	
Fin de colocado	30/07/2020	09:21:00 a.m.					12.40	13.00	0.43	51%	
Fisura N° 01	30/07/2020	10:10:00 a.m.	0.81 h	8.80	0.50	0.67	0.38	13.60	15.50	0.50	44%
Fisura N° 02	30/07/2020	10:11:00 a.m.	0.82 h	26.90	0.20	0.62	0.27	13.60	15.50	0.20	44%
Fisura N° 03	30/07/2020	10:12:00 a.m.	0.83 h	26.80	0.57	0.84	0.66	14.02	15.78	0.50	44%
Fisura N° 04	30/07/2020	10:13:00 a.m.	0.84 h	30.00	0.53	0.96	0.45	14.00	15.80	0.60	42%
Fisura N° 05	30/07/2020	10:20:00 a.m.	0.98 h	21.90	0.15	0.68	0.67	13.98	15.80	1.00	43%
Fisura N° 06	30/07/2020	10:23:00 a.m.	1 h + 2 min	33.80	0.15	0.29	0.25	14.50	15.92	0.30	43%
Fisura N° 07	30/07/2020	10:31:00 a.m.	1 h + 10 min	13.00	0.30	0.26	0.26	14.51	16.02	0.50	42%
Fisura N° 08	30/07/2020	10:38:00 a.m.	1 h + 17 min	22.40	0.41	0.72	0.72	14.95	16.15	0.40	42%
Fisura N° 09	30/07/2020	10:39:00 a.m.	1 h + 18 min	20.90	0.12	0.15	0.16	15.00	16.04	0.34	42%
Fisura N° 10	30/07/2020	10:40:00 a.m.	1 h + 19 min	25.00	0.19	0.76	0.23	15.20	16.10	0.40	41%
Fisura N° 11	30/07/2020	10:42:00 a.m.	1 h + 21 min	21.90	0.18	0.39	0.38	15.00	16.30	0.50	41%
<b>TOTAL DE 11 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>			<b>251.40</b>	<b>3.30</b>	<b>6.34</b>	<b>4.43</b>				
	<b>PROMEDIO</b>			<b>22.85</b>	<b>0.30</b>	<b>0.58</b>	<b>0.40</b>				
Fisura N° 01	30/07/2020	11:28:00 a.m.	2 h + 7 min	8.80	0.50	0.67	0.38	18.10	19.60	0.60	35%
Fisura N° 02	30/07/2020	11:30:00 a.m.	2 h + 9 min	26.90	0.20	0.63	0.28	17.25	19.60	1.00	35%
Fisura N° 03	30/07/2020	11:32:00 a.m.	2 h + 11 min	26.90	0.58	0.84	0.65	18.30	19.50	0.80	34%
Fisura N° 04	30/07/2020	11:34:00 a.m.	2 h + 13 min	29.00	0.53	0.96	0.46	18.12	19.62	0.90	34%

Fisura N° 05	30/07/2020	11:37:00 a.m.	2 h + 16 min	21.90	0.15	0.68	0.68	17.60	19.62	0.80	34%
Fisura N° 06	30/07/2020	11:40:00 a.m.	2 h + 19 min	33.80	0.15	0.29	0.25	17.90	19.65	1.00	33%
Fisura N° 07	30/07/2020	11:41:00 a.m.	2 h + 20 min	13.00	0.30	0.27	0.26	18.20	19.66	0.70	33%
Fisura N° 08	30/07/2020	11:45:00 a.m.	2 h + 24 min	22.40	0.42	0.73	0.73	18.02	19.67	1.00	33%
Fisura N° 09	30/07/2020	11:47:00 a.m.	2 h + 26 min	21.00	0.12	0.15	0.15	18.30	19.67	0.60	32%
Fisura N° 10	30/07/2020	11:48:00 a.m.	2 h + 27 min	25.00	0.19	0.76	0.23	18.00	19.70	1.60	32%
Fisura N° 11	30/07/2020	11:49:00 a.m.	2 h + 28 min	21.90	0.18	0.39	0.38	18.20	19.70	0.90	32%
<b>TOTAL DE 11 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>			<b>250.60</b>	<b>3.32</b>	<b>6.37</b>	<b>4.45</b>				
	<b>PROMEDIO</b>			<b>22.78</b>	<b>0.30</b>	<b>0.58</b>	<b>0.40</b>				
Fisura N° 01	30/07/2020	12:10:00 p.m.	2 h + 49 min	9.00	0.49	0.67	0.37	21.95	20.01	1.00	26%
Fisura N° 02	30/07/2020	12:11:00 p.m.	2 h + 50 min	27.00	0.12	0.63	0.31	21.70	20.00	0.80	26%
Fisura N° 03	30/07/2020	12:13:00 p.m.	2 h + 52 min	27.00	0.55	0.84	0.62	22.02	20.01	0.70	25%
Fisura N° 04	30/07/2020	12:15:00 p.m.	2 h + 54 min	30.00	0.52	1.00	0.46	21.70	20.00	0.60	25%
Fisura N° 05	30/07/2020	12:17:00 p.m.	2 h + 56 min	21.90	0.10	0.68	0.69	21.80	20.03	0.70	25%
Fisura N° 06	30/07/2020	12:19:00 p.m.	2 h + 58 min	33.80	0.15	0.29	0.24	22.01	20.04	1.00	24%
Fisura N° 07	30/07/2020	12:22:00 p.m.	3 h + 1 min	13.00	0.29	0.27	0.27	21.96	20.07	0.50	24%
Fisura N° 08	30/07/2020	12:26:00 p.m.	3 h + 5 min	22.50	0.38	0.73	0.72	21.70	20.15	0.70	24%
Fisura N° 09	30/07/2020	12:27:00 p.m.	3 h + 6 min	21.00	0.12	0.15	0.14	21.90	20.07	1.10	24%
Fisura N° 10	30/07/2020	12:29:00 p.m.	3 h + 8 min	25.00	0.15	0.77	0.23	21.60	20.07	0.80	23%
Fisura N° 11	30/07/2020	12:31:00 p.m.	3 h + 10 min	22.00	0.20	0.39	0.38	21.80	20.10	0.50	22%
<b>TOTAL DE 11 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>			<b>252.20</b>	<b>3.07</b>	<b>6.42</b>	<b>4.43</b>				
	<b>PROMEDIO</b>			<b>22.92</b>	<b>0.28</b>	<b>0.58</b>	<b>0.40</b>				
Fisura N° 01	31/07/2020	10:43:00 a.m.	25 h +22 min	9.00	0.50	0.67	0.37	-----	17.00	0.40	40%
Fisura N° 02	31/07/2020	10:44:00 a.m.	25 h + 23 min	27.00	0.12	0.63	0.31	-----	17.00	0.35	40%
Fisura N° 03	31/07/2020	10:46:00 a.m.	25 h + 25 min	27.00	0.55	0.84	0.62	-----	17.05	0.40	40%
Fisura N° 04	31/07/2020	10:47:00 a.m.	25 h + 26 min	30.00	0.52	1.00	0.47	-----	17.08	0.45	38%
Fisura N° 05	31/07/2020	10:48:00 a.m.	25 h + 27 min	21.90	0.10	0.68	0.69	-----	17.10	0.55	38%
Fisura N° 06	31/07/2020	10:50:00 a.m.	25 h + 29 min	33.80	0.15	0.29	0.24	-----	17.10	0.40	38%
Fisura N° 07	31/07/2020	10:53:00 a.m.	25 h + 32 min	13.00	0.29	0.27	0.27	-----	17.08	0.38	36%

Fisura N° 08	31/07/2020	10:54:00 a.m.	25 h + 33 min	22.50	0.38	0.73	0.72	-----	17.09	0.37	37%
Fisura N° 09	31/07/2020	10:56:00 a.m.	25 h + 35 min	21.00	0.13	0.15	0.14	-----	17.20	0.34	38%
Fisura N° 10	31/07/2020	10:58:00 a.m.	25 h + 37 min	25.00	0.15	0.77	0.23	-----	17.10	0.40	39%
Fisura N° 11	31/07/2020	10:59:00 a.m.	25 h + 38 min	22.00	0.20	0.39	0.38	-----	17.10	0.38	37%
<b>TOTAL DE 11 FISURAS</b>	<b>31/07/2020</b>			<b>252.20</b>	<b>3.09</b>	<b>6.42</b>	<b>4.44</b>				
	<b>PROMEDIO</b>			<b>22.93</b>	<b>0.28</b>	<b>0.58</b>	<b>0.40</b>				
Fisura N° 01	31/07/2020	08:16:00 p.m.	34 h + 55 min	9.00	0.48	0.67	0.37	-----	15.10	0.11	25%
Fisura N° 02	31/07/2020	08:18:00 p.m.	34 h + 57 min	27.00	0.12	0.63	0.31	-----	15.10	0.13	25%
Fisura N° 03	31/07/2020	08:21:00 p.m.	35 h	27.00	0.55	0.84	0.62	-----	15.15	0.11	24%
Fisura N° 04	31/07/2020	08:23:00 p.m.	35 h + 2 min	30.00	0.52	1.00	0.47	-----	15.12	0.11	25%
Fisura N° 05	31/07/2020	08:25:00 p.m.	35 h + 4 min	21.90	0.10	0.68	0.69	-----	15.12	0.15	25%
Fisura N° 06	31/07/2020	08:27:00 p.m.	35 h + 6 min	33.80	0.15	0.29	0.24	-----	15.12	0.20	25%
Fisura N° 07	31/07/2020	08:28:00 p.m.	35 h + 7 min	13.00	0.28	0.27	0.27	-----	15.13	0.18	24%
Fisura N° 08	31/07/2020	08:29:00 p.m.	35 h + 8 min	22.50	0.38	0.73	0.71	-----	15.12	0.30	24%
Fisura N° 09	31/07/2020	08:31:00 p.m.	35 h + 10 min	21.00	0.12	0.15	0.14	-----	15.00	0.22	24%
Fisura N° 10	31/07/2020	08:32:00 p.m.	35 h + 11 min	25.00	0.15	0.77	0.23	-----	14.98	0.18	24%
Fisura N° 11	31/07/2020	08:34:00 p.m.	35 h + 13 min	22.00	0.20	0.39	0.38	-----	14.80	0.15	24%
<b>TOTAL DE 11 FISURAS</b>	<b>31/07/2020</b>			<b>252.20</b>	<b>3.05</b>	<b>6.42</b>	<b>4.43</b>				
	<b>PROMEDIO</b>			<b>22.93</b>	<b>0.28</b>	<b>0.58</b>	<b>0.40</b>				

En la tabla N° 46, se presenta el control de la cantidad de las fisuras con el cual se infiere que la incidencia de fisuras en la losa maciza unidireccional convencional es mayor a las losas macizas unidireccionales con planchas metálicas de sección ondulada.

Tabla 47:

*Resultados del control de fisuras en la superficie del concreto de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme – experta,  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $e=0.25\text{mm}$ .*

N° DE FISURAS	FECHA	HORA DE LECTURA	Δ DE TIEMPO DESDE EL COLOCADO-LECTURA (hrs+min)	LONGITUD (cm)	ESPESOR (mm)			T° CONCRETO (°C)	T° AMBIENTE (°C)	VEL. DEL VIENTO (m/s)	HUMEDAD AMBIENTE (%)
					SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR				
<b>DATOS</b>											
Mezclado	30/07/2020	08:38:00 a.m.							12.00	0.70	65%
Inicio de colocado	30/07/2020	08:50:00 a.m.					12.50	13.00	0.50	60%	
Fin de colocado	30/07/2020	09:21:00 a.m.					12.40	13.00	0.43	51%	
Fisura N° 01	30/07/2020	10:05:00 a.m.	0.77 h	2.20	0.13	0.25	0.21	13.50	15.50	0.80	44%
Fisura N° 02	30/07/2020	10:06:00 a.m.	0.78 h	1.50	0.10	0.08	0.05	13.50	15.78	0.33	44%
Fisura N° 03	30/07/2020	10:08:00 a.m.	0.79 h	2.30	0.07	0.08	0.08	13.90	15.78	0.33	43%
<b>TOTAL DE 3 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>			<b>6.00</b>	<b>0.30</b>	<b>0.41</b>	<b>0.34</b>				
	<b>PROMEDIO</b>			<b>2.00</b>	<b>0.10</b>	<b>0.14</b>	<b>0.11</b>				
Fisura N° 01	30/07/2020	11:24:00 a.m.	2 h + 3 min	2.20	0.13	0.30	0.21	17.60	19.70	0.50	38%
Fisura N° 02	30/07/2020	11:25:00 a.m.	2 h + 4 min	1.50	0.10	0.08	0.05	17.60	19.70	0.40	37%
Fisura N° 03	30/07/2020	11:26:00 a.m.	2 h + 5 min	2.40	0.06	0.08	0.06	18.10	19.50	0.33	36%
Fisura N° 04	30/07/2020	11:27:00 a.m.	2 h + 5 min	1.00	0.20	0.09	0.07	18.10	19.50	0.50	36%
<b>TOTAL DE 3 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>			<b>7.10</b>	<b>0.49</b>	<b>0.55</b>	<b>0.39</b>				
	<b>PROMEDIO</b>			<b>1.78</b>	<b>0.12</b>	<b>0.14</b>	<b>0.10</b>				
Fisura N° 01	30/07/2020	12:00:00 p.m.	2 h + 39 min	2.20	0.13	0.30	0.21	21.60	20.00	0.40	28%
Fisura N° 02	30/07/2020	12:02:00 p.m.	2 h + 41 min	1.50	0.12	0.08	0.05	21.60	20.00	0.20	27%
Fisura N° 03	30/07/2020	12:04:00 p.m.	2 h + 43 min	2.40	0.07	0.09	0.06	21.50	20.01	0.50	27%
Fisura N° 04	30/07/2020	12:06:00 p.m.	2 h + 45 min	1.00	0.20	0.09	0.07	21.50	20.01	0.53	27%
<b>TOTAL DE 3 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>			<b>7.10</b>	<b>0.52</b>	<b>0.56</b>	<b>0.39</b>				
	<b>PROMEDIO</b>			<b>1.78</b>	<b>0.13</b>	<b>0.14</b>	<b>0.10</b>				

Fisura N° 01	31/07/2020	10:35:00 a.m.	25 h + 14 min	2.20	0.14	0.30	0.21	-----	15.80	0.40	43%
Fisura N° 02	31/07/2020	10:37:00 a.m.	25 h + 16 min	1.50	0.12	0.08	0.05	-----	15.80	0.34	43%
Fisura N° 03	31/07/2020	10:38:00 a.m.	25 h + 17 min	2.40	0.07	0.09	0.06	-----	15.80	0.35	43%
Fisura N° 04	31/07/2020	10:40:00 a.m.	25 h + 19 min	1.00	0.20	0.09	0.09	-----	15.82	0.34	42%
<b>TOTAL DE 3 FISURAS</b>	<b>31/07/2020</b>			<b>7.10</b>	<b>0.53</b>	<b>0.56</b>	<b>0.41</b>				
	<b>PROMEDIO</b>			<b>1.78</b>	<b>0.13</b>	<b>0.14</b>	<b>0.10</b>				
Fisura N° 01	31/07/2020	08:06:00 p.m.	34 h + 45 min	2.20	0.14	0.30	0.21	-----	15.20	0.12	26%
Fisura N° 02	31/07/2020	08:08:00 p.m.	34 h + 47 min	1.50	0.11	0.08	0.05	-----	15.80	0.12	26%
Fisura N° 03	31/07/2020	08:11:00 p.m.	34 h + 50 min	2.40	0.07	0.09	0.06	-----	15.42	0.11	25%
Fisura N° 04	31/07/2020	08:13:00 p.m.	34 h + 52 min	1.00	0.20	0.09	0.08	-----	15.10	0.15	26%
<b>TOTAL DE 3 FISURAS</b>	<b>31/07/2020</b>			<b>7.10</b>	<b>0.52</b>	<b>0.56</b>	<b>0.40</b>				
	<b>PROMEDIO</b>			<b>1.78</b>	<b>0.13</b>	<b>0.14</b>	<b>0.10</b>				

En la tabla N° 47, se presenta el control de la cantidad de las fisuras con el cual se infiere que la incidencia de fisuras en la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme – experta es menor a la losa maciza unidireccional convencional pero con mayor incidencias que la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial.

Tabla 48:

*Resultados del control de fisuras en la superficie del concreto de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $e=0.30\text{mm}$ .*

N° DE FISURAS	FECHA	HORA DE LECTURA	$\Delta$ DE TIEMPO DESDE EL COLOCADO- LECTURA (hrs+min)	LONGI TUD (cm)	ESPESOR (mm)			T° CONCRE TO (°C)	T° AMBIENTE (°C)	VEL. DEL VIENTO (m/s)	HUME DAD AMBIE NTE (%)
					SUPERIOR	MEDIO	INFERI OR				
<b>DATOS</b>											
Mezclado	30/07/2020	08:38:00 a.m.							12.00	0.70	65%

Inicio de colocado	30/07/2020	08:50:00 a.m.						12.50	13.00	0.50	60%
Fin de colocado	30/07/2020	09:21:00 a.m.						12.40	13.00	0.43	51%
Fisura N° 01	30/07/2020	10:00:00 a.m.	0.65 h	4.00	0.23	0.33	0.20	13.40	15.50	0.31	44%
Fisura N° 02	30/07/2020	10:02:00 a.m.	0.68 h	1.90	0.14	0.12	0.08	13.40	15.50	0.40	44%
<b>TOTAL DE 2 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>			<b>5.90</b>	<b>0.37</b>	<b>0.45</b>	<b>0.28</b>				
	<b>PROMEDIO</b>			<b>2.95</b>	<b>0.19</b>	<b>0.23</b>	<b>0.14</b>				
Fisura N° 01	30/07/2020	11:21:00 a.m.	2 h	4.00	0.23	0.33	0.20	17.70	19.50	0.43	38%
Fisura N° 02	30/07/2020	11:22:00 a.m.	2 h + 1 min	1.90	0.14	0.12	0.08	17.70	19.50	0.39	38%
<b>TOTAL DE 2 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>			<b>5.90</b>	<b>0.37</b>	<b>0.45</b>	<b>0.28</b>				
	<b>PROMEDIO</b>			<b>2.95</b>	<b>0.19</b>	<b>0.23</b>	<b>0.14</b>				
Fisura N° 01	30/07/2020	11:56:00 p.m.	2 h + 35 min	4.00	0.23	0.34	0.20	21.60	21.00	0.38	28%
Fisura N° 02	30/07/2020	11:58:00 p.m.	2 h + 37 min	2.00	0.12	0.12	0.08	21.60	21.00	0.35	28%
<b>TOTAL DE 2 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>			<b>6.00</b>	<b>0.35</b>	<b>0.46</b>	<b>0.28</b>				
	<b>PROMEDIO</b>			<b>3.00</b>	<b>0.18</b>	<b>0.23</b>	<b>0.14</b>				
Fisura N° 01	31/07/2020	10:30:00 a.m.	25 h + 9 min	4.00	0.24	0.34	0.20	-----	15.80	0.38	41%
Fisura N° 02	31/07/2020	10:32:00 a.m.	25 h + 11 min	1.90	0.12	0.12	0.08	-----	15.80	0.40	41%
<b>TOTAL DE 2 FISURAS</b>	<b>31/07/2020</b>			<b>5.90</b>	<b>0.36</b>	<b>0.46</b>	<b>0.28</b>				
	<b>PROMEDIO</b>			<b>2.95</b>	<b>0.18</b>	<b>0.23</b>	<b>0.14</b>				
Fisura N° 01	31/07/2020	08:00:00 p.m.	34 h + 39 min	4.00	0.23	0.34	0.20	-----	16.00	0.16	26%
Fisura N° 02	31/07/2020	08:03:00 p.m.	34 h + 42 min	1.90	0.12	0.11	0.08	-----	15.90	0.14	26%
<b>TOTAL DE 2 FISURAS</b>	<b>31/07/2020</b>			<b>5.90</b>	<b>0.35</b>	<b>0.45</b>	<b>0.28</b>				

---

**PROMEDIO**

---

**2.95****0.18****0.23****0.14**

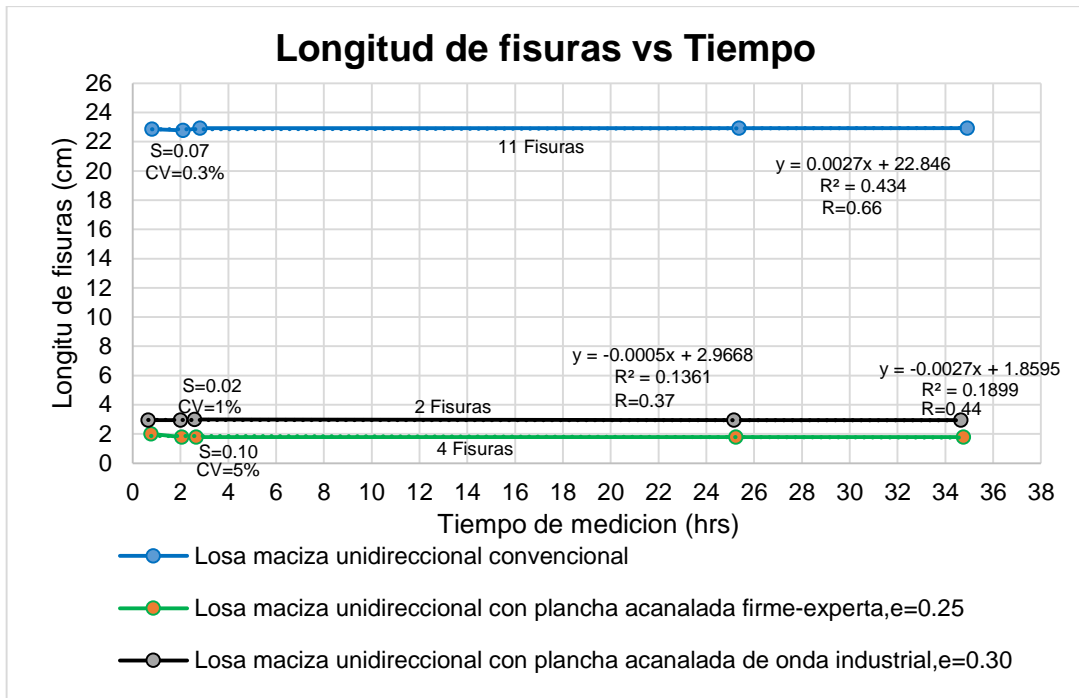
---

En la tabla N° 48 se presenta el control de la cantidad de las fisuras con el cual se infiere que la incidencia de fisuras en la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial es menor a la losa maciza unidireccional convencional y la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme - experta.

Tabla 49:

*Variación entre longitud y espesor de las fisuras de cada probeta estructurada.*

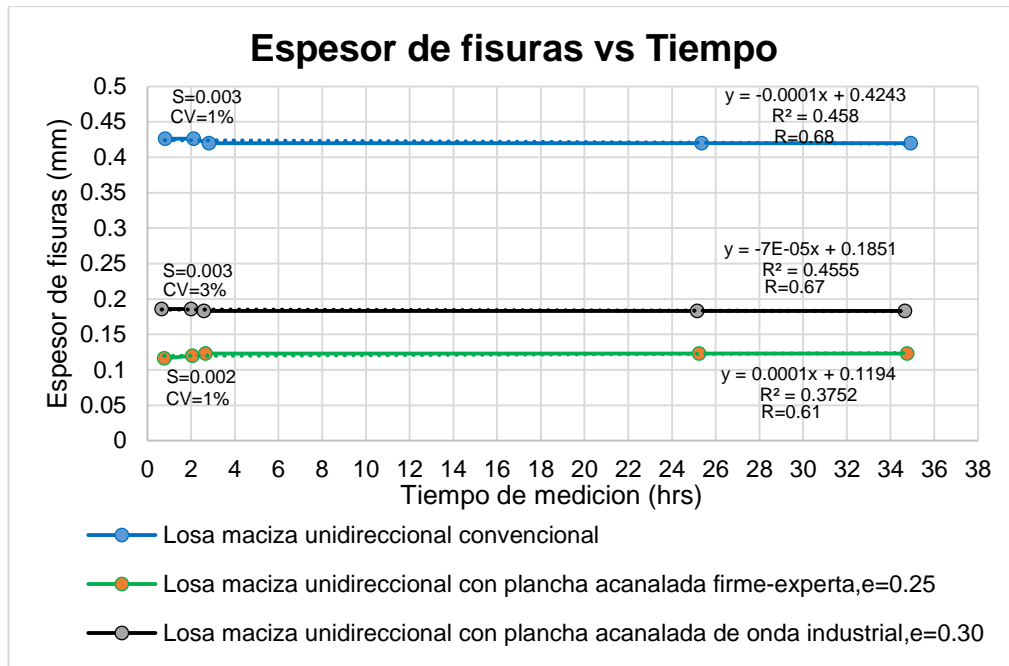
	<b>Cant. De fisuras</b>	<b>T.Inicial de medición (hrs+min)</b>	<b>Longitud promedio (cm)</b>	<b>% de la longitud promedio</b>	<b>Δ del % longitud</b>	<b>Espesor promedio (mm)</b>	<b>% del espesor promedio</b>	<b>Δ del % espesor</b>
Losa maciza unidireccional convencional	11 fisuras	0.81h	22.85	100%	0%	0.426	100%	0%
		2h + 7min	22.78			0.426		
		2h + 49min	22.92			0.42		
		25h + 22min	22.93			0.42		
		34h + 55min	22.93			0.42		
Losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme - experta, e=0.25 mm.	4 fisuras	0.77h	2.00	8%	92%	0.116	29%	71%
		2h + 3min	1.78			0.12		
		2h + 39min	1.78			0.123		
		25h + 14min	1.78			0.123		
		34h + 45min	1.78			0.123		
Losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, e=0.30 mm.	2 fisuras	0.65h	2.95	13%	87%	0.186	43%	57%
		2h	2.95			0.186		
		2h + 35min	3.00			0.183		
		25h + 9min	2.95			0.183		
		34h + 39min	2.95			0.183		



**Figura 77:**  
Evolución de la longitud de fisuras vs tiempo de medición.

En la figura 77, se observa la evolución de la longitud de las fisuras así como la cantidad; para la losa maciza unidireccional convencional que presenta 11 fisuras teniendo como longitud promedio máximo 22.93 cm; la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25$  un total de 4 fisuras y como longitud promedio máximo 2.00 cm y por último la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30$  con un total de 2 fisuras y como longitud promedio máximo 3.00 cm.





**Figura 78:**  
Evolución del espesor de fisuras vs tiempo de medición.

En la figura 78, se observa la evolución del espesor de las fisuras así como la cantidad; para la losa maciza unidireccional convencional que presenta 11 fisuras teniendo como espesor promedio máximo 0.426 mm; la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25$  un total de 4 fisuras y como espesor promedio máximo 0.123 mm y por último la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30$  con un total de 2 fisuras y como espesor promedio máximo 0.186 mm.

#### 4.2.3.2. Registro de la deflexión por carga mantenida y descarga a probetas estructuradas (deformación por deflexión por carga)

Para determinar la flexión del diseño calculado, se someterá la probeta estructura a cargas distribuidas según el criterio de la NTP 339.078.2012.

Para efectuar este ensayo empleamos cargas paulatinamente en 6 porciones, se efectuó el incremento de cargas incorporando en la superficie de la losa bloques de concreto.

## Estimación de las deflexiones de las probetas estructuradas

En diseño se calcula la losa maciza para un ancho tributario de 1m, toda la carga estimada debe posicionarse en una franja de 1m, por ende para el ensayo se efectúa esta carga a 1/3 ya que la sección es la tercera parte del ancho de diseño y sería inconsecuente pensar que la tercera parte de esta losa soporte la carga total ya que variara la cantidad de acero.

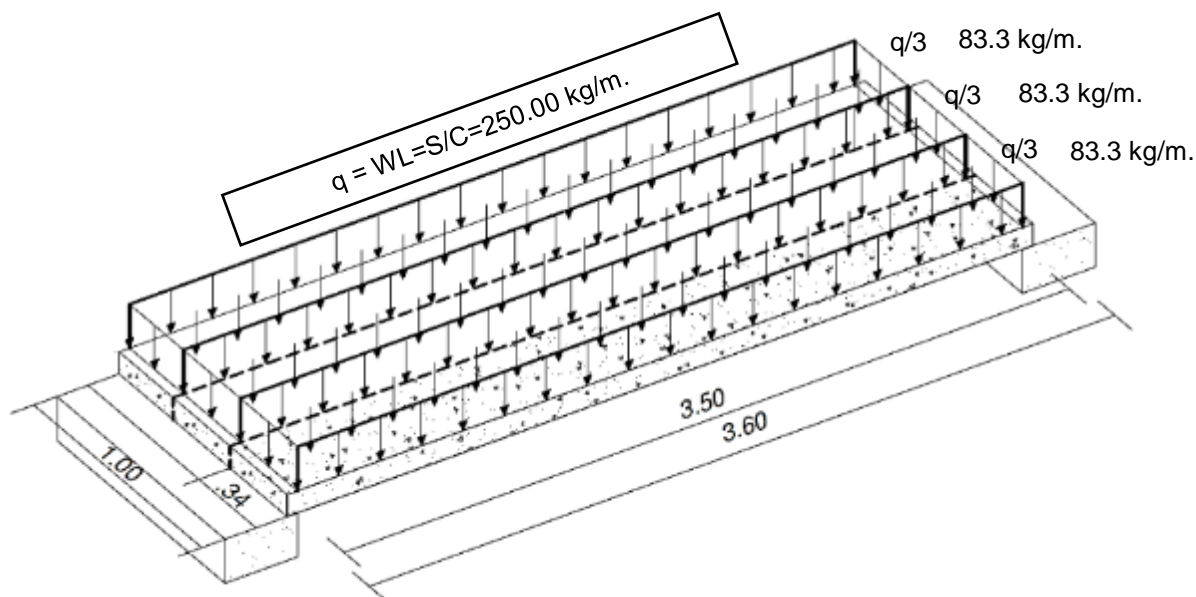


Figura 79:  
Distribución de carga para estimar la deflexión calculada.

83.3 kg/m	=	291.55 kg.
171.54 kg/m	=	600.40 kg.

Para estimar la carga viva de diseño en cada probeta debemos someterlos a un peso aproximado de 291.55 kg y evaluar su deflexión y que no supere la deflexión máxima de diseño, así como se sometió a una peso total de 600.40 kg.

Para la estimación de las deflexiones, de las probetas que hacen alusión o representación a las losas macizas unidireccionales emplearemos la siguiente ecuación establecida por el ACI 318.99.

Tabla 50:  
Datos del momento de inercia efectiva de la losa maciza unidireccional convencional.

Ig	=	2833.33 cm <sup>4</sup>
Icr	=	1637.44 cm <sup>4</sup>
fr	=	28.98 kg/cm <sup>2</sup>
Mcr	=	31112.12 kg.cm
Ma	=	43895 kg.cm

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left(1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right) I_{cr} < I_g \quad (\text{Ec } 28)$$

Donde:

Mcr = Corresponde al momento de agrietamiento de la sección (kg.cm).

Ma = Momento actuante en que se calcula la deformación (kg.cm).

Ig = Momento de inercia de la sección bruta (cm<sup>4</sup>).

Icr = Momento de inercia de la sección fisurada (cm<sup>4</sup>).

$$\underline{\underline{I_e = 1699.02 \text{ cm}^4}}$$

$$D_{calc} = \frac{5 q L^4}{384 E I_e} \quad (\text{Ec } 29)$$

Donde:

D calc = Deflexión calculada por elemento simplemente apoyado (cm).

q = Carga real aplicada a la losa (Kg/cm).

L = Luz del tramo (cm).

E = Modulo de elasticidad del concreto (kg/cm<sup>2</sup>).

I = Inercia efectiva (cm<sup>4</sup>).

Aplicando la ecuación 29.

Remplazando datos:

$$D_{calc} = \frac{5 q L^4}{384 E I} = \frac{5 \times 1.72 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \times (350 \text{ cm})^4}{384 \times 15000 \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} \times 1699.02 \text{ cm}^4}$$

$$\underline{\underline{D_{calc} = 0.910 \text{ cm}}}$$

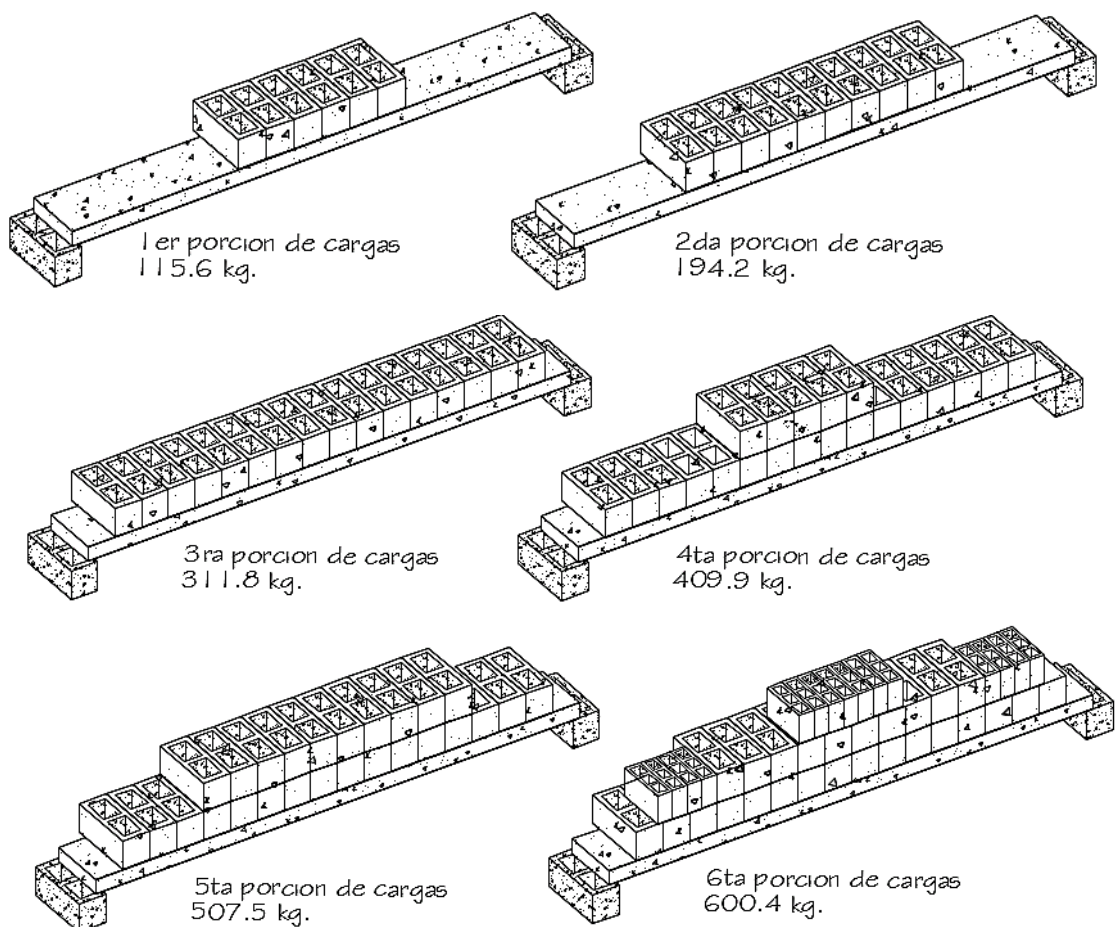
### Selección de cargas

Para disponer la carga se disponen bloques de concreto de dimensiones aproximadas 200x200x400 (mm) con un peso aproximado

de 19-20 kg; así como se emplea bloques de 110x200x300 (mm) con un peso aproximado de 5-6 kg. Para determinar la flexión se empleara el sistema de medición ya explicada en la figura 27.

La descarga del peso ejercido en las probetas estructuradas se efectuó con mucho cuidado, para no pre esforzar y dañar las losas. El retiro de los bloques de concreto se efectuó 1 hora después de dejar la máxima carga seleccionada para este ensayo.

De igual forma se emplea la misma medición de la flexión con carga para este reporte (Ver anexo F).



**Figura 80:**  
Aplicación de cargas en probetas estructuradas.

**Tabla 51:**  
*Resultados de la flexión de la losa maciza unidireccional convencional al, agregarle carga.*

**LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CONVENCIONAL**

---

**Primera porción de cargas.**

---

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dimensiones(cm)</b>	<b>Peso (kg)</b>
1	Bloque de concreto	20x20x40	19.2 kg.
2	Bloque de concreto	20x20x40	19.2 kg.
3	Bloque de concreto	20x20x40	18.7 kg.
4	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg.
5	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg.
6	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg.
Total:			115.6 kg.

---

Deflexión por 1era carga: **6.30 mm.**

---

Variación entre deflexiones: 1.14 mm.

---

---

**Segunda porción de cargas.**

---

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dimensiones(cm)</b>	<b>Peso (kg)</b>
7	Bloque de concreto	20x20x40	20.0 kg.
8	Bloque de concreto	20x20x40	20.0 kg.
9	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg.
10	Bloque de concreto	20x20x40	19.1 kg.
Total:			194.2 kg.

---

Deflexión por 2da carga: **7.33 mm.**

---

Variación entre deflexiones: 1.03 mm.

---

---

**Tercera porción de cargas.**

---

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dimensiones(cm)</b>	<b>Peso (kg)</b>
11	Bloque de concreto	20x20x40	19.9 kg.
12	Bloque de concreto	20x20x40	19.9 kg.
13	Bloque de concreto	20x20x40	19.4 kg.
14	Bloque de concreto	20x20x40	19.7 kg.
15	Bloque de concreto	20x20x40	18.9 kg.
16	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg.
➡ <b>CV</b> Total:			311.8 kg.

Hasta esta carga podría ser equivalente a una carga viva según sección de 0.34m.

---

Deflexión por 3ra carga: **7.98 mm.**

---

Variación entre deflexiones: 0.65 mm.

---

---

**Cuarta porción de cargas.**

---

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dimensiones(cm)</b>	<b>Peso (kg)</b>
17	Bloque de concreto	20x20x40	20.4 kg.
18	Bloque de concreto	20x20x40	18.6 kg.
19	Bloque de concreto	20x20x40	19.7 kg.
20	Bloque de concreto	20x20x40	19.3 kg.
21	Bloque de concreto	20x20x40	20.1 kg.
Total:			409.9 kg.

Deflexión por 4ta carga:	<b>8.75 mm.</b>
Variación entre deflexiones:	0.77 mm.

**Quinta porción de cargas.**

N°	Descripción	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
22	Bloque de concreto	20x20x40	19.1 kg.
23	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg.
24	Bloque de concreto	20x20x40	20.5 kg.
25	Bloque de concreto	20x20x42	19.8 kg.
26	Bloque de concreto	20x20x40	18.4 kg.
Total:			507.5 kg.

Deflexión por 5ta carga:	<b>9.56 mm.</b>
Variación entre deflexiones:	0.81 mm.

**Sexta porción de cargas.**

N°	Descripción	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
27	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg.
28	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg.
29	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg.
30	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
31	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
32	Bloque de concreto	11x20x30	5.8 kg.
33	Bloque de concreto	11x20x30	5.8 kg.
34	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
35	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
36	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
37	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
38	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
39	Bloque de concreto	11x20x30	5.7 kg.
40	Bloque de concreto	11x20x30	6.7 kg.
41	Bloque de concreto	11x20x30	7.8 kg.
Total:			600.4 kg.

Deflexión por 6ta carga:	<b>10.21 mm.</b>
Variación entre deflexiones:	0.65 mm.

Tabla 52:

*Resultados de la deflexión de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme – experta, al agregarle carga.*

**LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CON PLANCHA ACANALADA  
FIRME - EXPERTA, e=0.25MM.**

**Primera porción de cargas.**

N°	Descripción	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
1	Bloque de concreto	20x20x40	19.2 kg.
2	Bloque de concreto	20x20x40	19.2 kg.
3	Bloque de concreto	20x20x40	18.7 kg.

4	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg.
5	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg.
6	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg.
Total:			115.6 kg.


Deflexión por 1era carga: **2.33 mm.**  
 Variación entre deflexiones: 1.40 mm.

#### Segunda porción de cargas.

N°	Descripción	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
7	Bloque de concreto	20x20x40	20.0 kg.
8	Bloque de concreto	20x20x40	20.0 kg.
9	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg.
10	Bloque de concreto	20x20x40	19.1 kg.
Total:			194.2 kg.

Deflexión por 2da carga: **3.48 mm.**  
 Variación entre deflexiones: 1.15 mm.

#### Tercera porción de cargas.

N°	Descripción	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
11	Bloque de concreto	20x20x40	19.9 kg.
12	Bloque de concreto	20x20x40	19.9 kg.
13	Bloque de concreto	20x20x40	19.4 kg.
14	Bloque de concreto	20x20x40	19.7 kg.
15	Bloque de concreto	20x20x40	18.9 kg.
16	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg.
 <b>CV</b> Total:			311.8 kg.

Hasta esta carga podría ser equivalente a una carga viva según sección de 0.34m.

Deflexión por 3ra carga: **4.20 mm.**  
 Variación entre deflexiones: 0.72 mm.

#### Cuarta porción de cargas.

N°	Descripción	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
17	Bloque de concreto	20x20x40	20.4 kg.
18	Bloque de concreto	20x20x40	18.6 kg.
19	Bloque de concreto	20x20x40	19.7 kg.
20	Bloque de concreto	20x20x40	19.3 kg.
21	Bloque de concreto	20x20x40	20.1 kg.
Total:			409.9 kg.

Deflexión por 4ta carga: **5.03 mm.**  
 Variación entre deflexiones: 0.83 mm.

#### Quinta porción de cargas.

N°	Descripción	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
22	Bloque de concreto	20x20x40	19.1 kg.

23	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg.
24	Bloque de concreto	20x20x40	20.5 kg.
25	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg.
26	Bloque de concreto	20x20x40	18.4 kg.
Total:			507.5 kg.

Deflexión por 5ta carga:	<b>5.77 mm.</b>
Variación entre deflexiones:	0.74 mm.

**Sexta porción de cargas.**

N°	Descripción	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
27	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg.
28	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg.
29	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg.
30	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
31	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
32	Bloque de concreto	11x20x30	5.8 kg.
33	Bloque de concreto	11x20x30	5.8 kg.
34	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
35	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
36	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
37	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
38	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
39	Bloque de concreto	11x20x30	5.7 kg.
40	Bloque de concreto	11x20x30	6.7 kg.
41	Bloque de concreto	11x20x30	7.8 kg.
Total:			600.4 kg.

Deflexión por 6ta carga:	<b>6.53 mm.</b>
Variación entre deflexiones:	0.76 mm.

Tabla 53:

*Resultados de la flexión de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, al agregarle carga.*

**LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CON PLANCHA ACANALADA DE ONDA INDUSTRIAL, e=0.30MM.**

**Primera porción de cargas.**

N°	Descripción	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
1	Bloque de concreto	20x20x40	19.2 kg.
2	Bloque de concreto	20x20x40	19.2 kg.
3	Bloque de concreto	20x20x40	18.7 kg.
4	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg.
5	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg.
6	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg.
Total:			115.6 kg.

Deflexión por 1era carga:	<b>1.77 mm.</b>
Variación entre deflexiones:	1.14 mm.



---

**Segunda porción de cargas.**

---

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dimensiones(cm)</b>	<b>Peso (kg)</b>
7	Bloque de concreto	20x20x40	20.0 kg.
8	Bloque de concreto	20x20x40	20.0 kg.
9	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg.
10	Bloque de concreto	20x20x40	19.1 kg.
Total:			194.2 kg.

---

Deflexión por 2da carga: **2.85 mm.**

---

Variación entre deflexiones: 1.08 mm.

---

---

**Tercera porción de cargas.**

---

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dimensiones(cm)</b>	<b>Peso (kg)</b>
11	Bloque de concreto	20x20x40	19.9 kg.
12	Bloque de concreto	20x20x40	19.9 kg.
13	Bloque de concreto	20x20x40	19.4 kg.
14	Bloque de concreto	20x20x40	19.7 kg.
15	Bloque de concreto	20x20x40	18.9 kg.
16	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg.
Total:			311.8 kg.

—————→ **CV**

Hasta esta carga podría ser equivalente a una carga viva según sección de 0.34m.

---

Deflexión por 3ra carga: **3.70 mm.**

---

Variación entre deflexiones: 0.85 mm.

---

---

**Cuarta porción de cargas.**

---

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dimensiones(cm)</b>	<b>Peso (kg)</b>
17	Bloque de concreto	20x20x40	20.4 kg.
18	Bloque de concreto	20x20x40	18.6 kg.
19	Bloque de concreto	20x20x40	19.7 kg.
20	Bloque de concreto	20x20x40	19.3 kg.
21	Bloque de concreto	20x20x40	20.1 kg.
Total:			409.9 kg.

---

Deflexión por 4ta carga: **4.56 mm.**

---

Variación entre deflexiones: 0.86 mm.

---

---

**Quinta porción de cargas.**

---

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dimensiones(cm)</b>	<b>Peso (kg)</b>
22	Bloque de concreto	20x20x40	19.1 kg.
23	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg.
24	Bloque de concreto	20x20x40	20.5 kg.
25	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg.
26	Bloque de concreto	20x20x40	18.4 kg.
Total:			507.5 kg.

---

Deflexión por 5ta carga: **5.27 mm.**

---

Variación entre deflexiones: 0.71 mm.

**Sexta porción de cargas.**

N°	Descripción	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
27	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg.
28	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg.
29	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg.
30	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
31	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
32	Bloque de concreto	11x20x30	5.8 kg.
33	Bloque de concreto	11x20x30	5.8 kg.
34	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
35	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
36	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
37	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
38	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg.
39	Bloque de concreto	11x20x30	5.7 kg.
40	Bloque de concreto	11x20x30	6.7 kg.
41	Bloque de concreto	11x20x30	7.8 kg.
Total:			600.4 kg.

Deflexión por 6ta carga: **6.09 mm.**

Variación entre deflexiones: 0.82 mm.

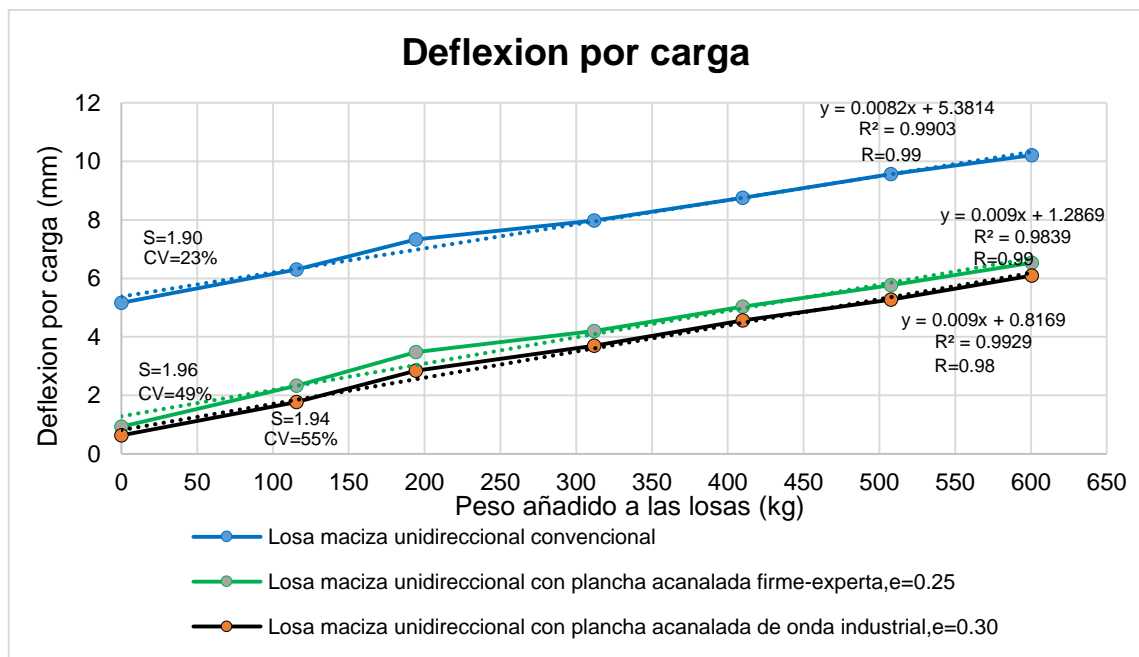


Figura 81:  
Deflexión de cada losa maciza unidireccional por efecto de carga.

En la figura 81, se observa la deformación por carga de las losas macizas unidireccionales; para la losa maciza unidireccional convencional presenta una deflexión máxima 10.21 mm, la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25$  presenta una deflexión máxima 6.53 mm y por último la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30$  presenta una deflexión máxima 6.09 mm.

A estos resultados podemos inferir que la losa maciza convencional se flecta más de lo permitido por el RNE y el código ACI, debido a que en el cálculo de espesor se obtuvo a 12 cm de espesor pero a modo de ensayar todas las probetas estructurales con criterios similares se optó por 10 cm de espesor que fue favorable para las losas macizas unidireccionales con planchas metálicas de sección ondulada y desfavorable para la losa maciza unidireccional convencional.

Tabla 54:

*Resultados del retorno de la deflexión de la losa maciza unidireccional convencional, al retirarle la carga.*

<b>LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CONVENCIONAL</b>		
<b>Deflexión por descarga.</b>		
<b>Tiempo con carga:</b>	1 hora después.	
<b>Hora final del retiro de los bloques (carga)</b>	12:10:00 p.m.	
<b>Deflexión inicial al momento de retirar la carga total:</b>	12:11:00 p.m.	<b>8.10 mm.</b>
<b>Deflexión media:</b>	12:15:00 p.m.	<b>8.05 mm.</b>
<b>Deflexión final al momento que deja de retornar:</b>	12:20:00 p.m.	<b>8.05 mm.</b>
Deja de retornar a su posición inicial a los 8.05 mm.		

Tabla 55:

*Resultados del retorno de la deflexión de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme – experta, al retirarle la carga.*

<b>LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CON PLANCHA ACANALADA FIRME - EXPERTA, <math>e=0.25</math>MM.</b>		
<b>Deflexión por descarga.</b>		
<b>Tiempo con carga:</b>	1 hora después.	
<b>Hora final del retiro de los bloques (carga)</b>	01:30:00 p.m.	
<b>Deflexión inicial al momento de retirar la carga total:</b>	01:31:00 p.m.	<b>2.60 mm.</b>

<b>Deflexión media:</b>	01:35:00 p.m.	<b>2.60 mm.</b>
<b>Deflexión final al momento que deja de retornar:</b>	01:40:00 p.m.	<b>2.59 mm.</b>
Deja de retornar a su posición inicial a los 2.59 mm.		

Tabla 56:

*Resultados del retorno de la deflexión de la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, al retirarle la carga.*

<b>LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CON PLANCHA ACANALADA DE ONDA INDUSTRIAL, e=0.30MM.</b>		
<b>Deflexión por descarga.</b>		
<b>Tiempo con carga:</b>	1 hora después.	
<b>Hora final del retiro de los bloques (carga)</b>	04:35:00 p.m.	
<b>Deflexión inicial al momento de retirar la carga total:</b>	04:36:00 p.m.	<b>2.41 mm.</b>
<b>Deflexión media:</b>	04:40:00 p.m.	<b>2.39 mm.</b>
<b>Deflexión final al momento que deja de retornar:</b>	04:45:00 p.m.	<b>2.39 mm.</b>
Deja de retornar a su posición inicial a los 2.39 mm.		

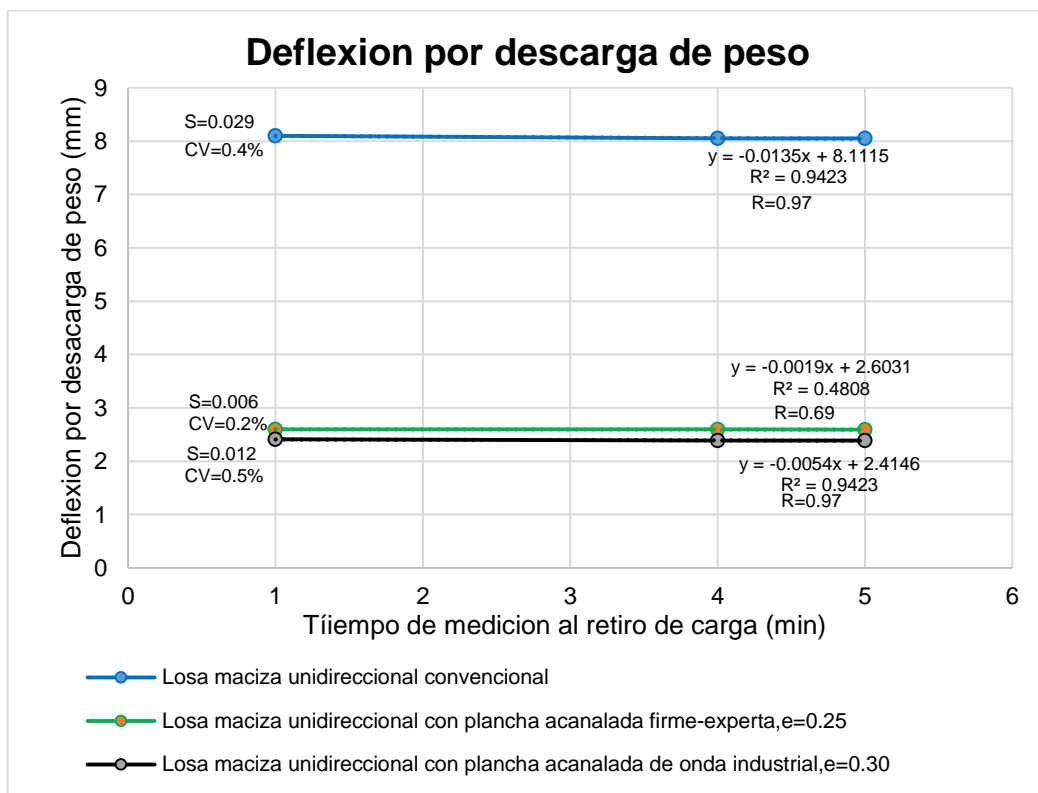


Figura 82:

Deflexión de cada losa maciza unidireccional por efecto de la descarga de peso.

En la figura 82, se observa la deflexión por descarga del peso 1 hora después de dejar la carga en las losas; para la losa maciza unidireccional convencional presenta una deflexión máxima 8.05 mm, la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25$  presenta una deflexión máxima 2.59 mm y por último la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30$  presenta una deflexión máxima 2.39 mm.

\* Las deformaciones se definirán por los tres análisis y resultados obtenidos ya que cada indicador está conectado entre sí.

#### 4.2.4. Evaluación de la variación en el comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares

Para determinar cuánto vario el comportamiento estructural de cada losa maciza unidireccional se reunió todos los resultados obtenidos significativos y representativos de la dimensión, para ver la variación se tomó a la losa maciza unidireccional como el dato patrón que será comparado con las losas macizas unidireccionales con planchas metálicas de sección ondulada.

Tabla 57:

*Resultados de la variación en el comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de sección ondulada.*

		Resultados	Eficacia en %	$\Delta$ en %
Losa maciza unidireccional convencional (PATRÓN)	Resistencia a la flexión propia	6.16 mm.	100%	0%
	Desplazamientos	17.66 mm.		
		19.09 mm.		
	Deformación por contracción del fraguado	0.426 mm.		
	Deformación por carga	10.21 mm.		
Deformación por descarga	8.05 mm.			
Losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta, $e=0.25$ mm.	Resistencia a la flexión propia	0.93 mm.	125%	25%
	Desplazamientos	16.20 mm.		
		19.57 mm.		

	Deformación por contracción del fraguado	0.123 mm.		
	Deformación por carga	6.53 mm.		
	Deformación por descarga	2.59 mm.		
	Resistencia a la flexión propia	0.63 mm.		
	Desplazamientos	16.22 mm.		
Losas macizas unidireccionales con plancha acanalada de onda industrial, e=0.30mm.		19.73 mm.		
	Deformación por contracción del fraguado	0.186 mm.	127%	27%
	Deformación por carga	6.09 mm.		
	Deformación por descarga	2.39 mm.		

En la tabla 57, se observa la variación en el comportamiento estructural de las losas macizas unidireccionales: para la losa maciza unidireccional convencional presenta un comportamiento estructural neutro al ser el elemento patrón, la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta, e=0.25 presenta un incremento en eficacia del comportamiento estructural en un 25% mientras que para la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial, e=0.30 presenta un incremento en eficacia del comportamiento estructural en un 27%.

## CAPITULO V

### DISCUSION DE RESULTADOS

#### 5.1. Discusión 1:

- La resistencia a la flexión por peso propio es: para la losa maciza unidireccional convencional se deflexiona como máximo 5.16 mm; la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25\text{mm}$  se flexiona como máximo 0.93 mm y por último la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30\text{mm}$  se deflexiona como máximo 0.63 mm.

Al respecto para el RNE (2016), citado como referencia en el capítulo 9, tabla 9.2 establece que las deflexiones para esta longitud de luz libre de 3.5 m no debe sobrepasar o exceder los 9.72 mm, deflexión que determina su resistencia de diseño.

Como se puede observar los resultados determinados para estimar la alteración de la resistencia a la flexión propia de las losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín, son consistentes dentro de la normativa aplicada, por consiguiente la hipótesis fue probada.

#### 5.2. Discusión 2:

- El desplazamiento por efecto del CSx en el eje X: para la losa maciza unidireccional convencional se desplaza como máximo promedio 17.66 mm; la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,

$e=0.25\text{mm}$  se desplaza como máximo promedio 16.20 mm y por último la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30\text{mm}$  se desplaza como máximo promedio 16.22 mm.

- El desplazamiento por efecto del CSy en el eje Y: para la losa maciza unidireccional convencional se desplaza como máximo promedio 19.09 mm, la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25\text{mm}$  se desplaza como máximo promedio 19.57 mm y por último la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30\text{mm}$  se desplaza como máximo promedio 19.73 mm.

Al respecto para el RNE (2016), citado como referencia en el capítulo 5, tabla 9.2 establece el máximo desplazamiento del entrepiso según sistema constructivo estableciendo el  $7/1000$  para el control de derivas en el concreto armado, haciendo un equivalente de altura de edificación nos dice que el desplazamiento no debe exceder 81.9 mm para la altura total de la edificación multifamiliar.

Como se puede observar los resultados determinados para contrastar la variación en el desplazamiento de losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín, son consistentes dentro de la normativa aplicada, por consiguiente la hipótesis fue probada.

### **5.3. Discusión 3:**

- En la deformación por contracción del fraguado: para la losa maciza unidireccional convencional que presenta 11 fisuras y como espesor promedio máximo 0.426 mm; la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25\text{mm}$  un total de 4 fisuras y como espesor promedio máximo 0.123 mm y la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30\text{mm}$  con un total de 2 fisuras y como espesor promedio máximo 0.186 mm.



En parámetro normativo ACI IS 177, citado como referencia que establece la medida paramétrica del espesor de fisuras que oscila desde  $0.1 < e_f < 0.2$  mm, comportamiento según la cantidad de acero y espesor.

- En la deformación con carga de 600.4 kg: para la losa maciza unidireccional convencional presenta una deflexión máxima 10.21 mm, la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25$ mm presenta una deflexión máxima 6.53 mm y por último la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30$ mm presenta una deflexión máxima 6.09 mm.

Al respecto para el reglamento ACI 318.04, citado como referencia establece el cálculo de deflexión máxima por carga para un elemento simplemente apoyado que representa a nuestras probetas, no debe superar los 9.10 mm de deflexión con carga según la luz libre de la probeta.

- En la deformación por descarga (retirando carga): para la losa maciza unidireccional convencional presenta una deflexión máxima 8.05 mm, la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25$ mm presenta una deflexión máxima 2.59 mm y por último la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30$ mm presenta una deflexión máxima 2.39 mm.

Parametramos la normativa de la discusión 1.

Como se puede observar los resultados obtenidos para determinar la modificación en las deformaciones de losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín, son consistentes dentro de la normativa aplicada, por consiguiente la hipótesis fue probada.

#### **5.4. Discusión 4:**

- La losa maciza unidireccional convencional presenta un comportamiento estructural neutro al ser el elemento patrón, la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25$ mm presenta un incremento

en eficacia del comportamiento estructural en un 25% mientras que para la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30\text{mm}$  presenta un incremento en eficacia del comportamiento estructural en un 27%.

Según parámetros normativos y diseño del RNE, capítulo 5, capítulo 9 y ACI 318.04 la losa maciza debe tener un comportamiento normalmente eficiente o superior a su diseño.

Como se puede observar los resultados determinados para evaluar la variación en el comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín son consistentes dentro de la normativa aplicada, por consiguiente la hipótesis fue probada.

## CONCLUSIONES

1. La losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25\text{mm}$  se flexiona por su propio peso como máximo 0.93 mm (reduciendo la flexión a un 82%) y para la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30\text{mm}$  se flexiona por su propio peso como máximo 0.63 mm (reduciendo la flexión a un 88%), efectivamente el incorporar planchas metálicas de secciones onduladas en las losas macizas unidireccionales altera favorablemente la resistencia a la flexión propia.
2. La losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25\text{mm}$  se desplaza como máximo promedio en X: 16.20 mm (reduciendo el desplazamiento un 8%) y en Y: 19.57 mm (aumentando el desplazamiento un 3%); para la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30\text{mm}$  se desplaza como máximo promedio en X: 16.22 mm (reduciendo el desplazamiento un 8%) y en Y: 19.73 mm (aumentando el desplazamiento un 3%), efectivamente el incorporar planchas metálicas de secciones onduladas en las losas macizas unidireccionales varia establemente el desplazamiento.
3. En la losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25\text{mm}$  se reduce la deformación por contracción del fraguado en 71%, para la deformación por carga se reduce un 36% y por ultimo para la deformación por descarga se disminuye un 68%; la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30\text{mm}$  se reduce la deformación por contracción del fraguado en 56%, para la deformación por carga se reduce un 40% y por ultimo para la deformación por descarga se disminuye un 70%, efectivamente el incorporar planchas metálicas de secciones onduladas en las losas macizas unidireccionales modifica positivamente la deformación.

4. La losa maciza unidireccional con plancha acanalada firme-experta,  $e=0.25\text{mm}$  presenta un incremento en eficacia del comportamiento estructural en un 25% mientras que para la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30\text{mm}$  presenta un incremento en eficacia del comportamiento estructural en un 27%, efectivamente el incorporar planchas metálicas de secciones onduladas en las losas macizas unidireccionales varia positivamente el comportamiento estructural.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que cada varilla de refuerzo longitudinal debe encajar en el centro del canal y que se efectuó el cálculo de los clavos conectores teniendo en consideración el espesor de la plancha metálica de sección ondulada, su posición en la plancha debe ser de forma intercalada, esto determinara la eficacia de la resistencia del diseño.
2. Se recomienda antes de emplear el software de diseño ya tener bien definido la estructura así como las equivalencias geométricas de la plancha metálica de sección ondulada a la plancha colaborante trapezoidal.
3. Se recomienda agregar las cargas que tengan un mismo peso aproximado para que la deformación no varíe abruptamente y se incremente demasiado en un lapso precipitado, así se puede observar mejor la evolución de la deflexión por carga.
4. Se recomienda elaborar técnica y normativamente en relación a laboratorio el ensayo de carga para futuras investigaciones enfocadas a este diseño, ya que no se pudo emplear en esta investigación de manera más completa por efecto de emergencia en situación social nacional.
5. Se recomienda que para efectuar el diseño de construcción con la plancha metálica acanalada, ya que se obtuvo resultados favorables emplear los parámetros establecidos en esta investigación así como tener en cuenta las normas que se aplicaron para otorgar seguridad y eficacia estructural y poder otorgarle una normalización a este diseño.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **(ACI), American Concrete Institute. 2002.** *Slab Design ACI318-02* . Michigan : American Concrete Institute – Copyrighted © Material, 2002.
2. **(RNE), Reglamento Nacional de Edificaciones. 2016.** *Reglamento Nacional de Edificaciones*. lima : Oscar Vasquez SAC, 2016. N°2011-00138.
3. **(UNI), Universidad Nacional de Ingenieria. 1980.** *Concreto Armado 1*. Lima : Universidad Nacional de Ingenieria, 1980.
4. **Aceros Arequipa. 2019.** *Manual de construccion para maestros de obra*. Lima : s.n., 2019.
5. **ACESCO. 2019.** *Ficha Técnica Acero Recubierto Galvanizado y Pre Pintado*. Malambo : s.n., 2019.
6. **Angulo Ruiz, Elizabeth Cecilia y Rodriguez Bocanegra, Jenny Isabel. 2017.** *Influencia del Empotramiento de Tuerias Sobre el Comportamiento Estructural de Losas Aligeradas*. Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2017.
7. **Antamina Rivas, Tania y Cuaical Quijal, Juan. 2018.** *Análisis comparativo del comportamiento estructural de una edificación de 6 y 16 pisos implementando losas con paneles de tecnología M2 frente a losas con placa cooperante*. Quito : Universidad Central del Ecuador, 2018.
8. **Armas Arraiz, Kevin Eduardo y Blanco Abreu, Martin Jose. 2016.** *Corrosión en el Zinc*. San Diego : Universidad Bolivariana de Venezuela, 2016.
9. **Ascencio Arangua, Juan Claudio. 2006.** *Diseño de losas colaborantes Unidireccionales de Hormigon Usando Planchas de zincalum y sus Analogias con el uso de placas de Acero Galvanizado Instapanel PV6-R*. Valdivia-chile : Universidad Austral de Chile, 2006.
10. **Chahua Tomas, Luz Preciada. 2019.** *Fibra Metalica para la Mejora del Comportamiento Sismico en Losas Macizas de Concreto Armado en los Centros Comerciales, Callao 2019*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2019.
11. **Genner Villareal, Castro. 2009.** *Analisis Estructural*. Lima : s.n., 2009.
12. **Gonzales Castro, Abel, y otros. 2011.** *¿Cómo aprender y enseñar investigación científica?* Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2011. ISBN: 978-612-46019-0-3.
13. **Guaman Romero, Byron Daniel. 2018.** *Influencia de los sistemas de piso en el comportamiento estructural en edificaciones de 4, 8, y 12 pisos*

*aporticadas de hormigón armado, ubicados en el Sector Norte de la ciudad de Quito.* Quito : Universidad Central del Ecuador, 2018.

14. **Hernandez Sampieri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2006.** *Metodologia de la Investigacion.* Mexico : McGraw-Hill Interamericana, 2006. ISBN 970-10-5753-8.
15. **INC, Computers & Structures. 2013.** *CSI Analysis Reference Manual.* California,USA : Copy right © Com put ers & Struc tures, Inc., 1978-2013, 2013.
16. **ingenieros, Sodie. 2010.** Blogspot. *Blogspot.* [En línea] 18 de enero de 2010. [Citado el: 16 de 06 de 2020.] <http://sodie-ingenieros.blogspot.com/>.
17. **Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. 1983.** *Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI 318 83) y comentarios.* Mexico : Abeja, S.A., 1983. ISBN 968-464-035-8.
18. **J., Nevolle A. y Brook. 1998.** *Tecnologia del concreto.* Mexico : Trillas primera edicion, 1998.
19. **Mendoza Huaccha, Anthony Hector. 2019.** *Comparacion del Comportamiento Estructural y Economico de Losas Armadas en una Direccion y Losas Armadas en dos Direcciones.* Cajamarca : Universidad Privada del Norte, 2019.
20. **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). 2018.** *Normas Tecnicas de Edificaion - Norma E-030 de Diseño Sismorresistente.* Lima : s.n., 2018.
21. **Montañez Huaman, Nancy Margot. 2015.** *Comportamiento Estructural y Diseño de Losas Macizas de Concreto Armado en Infraestructuras de Ingenieria Civil.* huancayo : Universidad Nacional del Centro del Peru, 2015.
22. **Niño Rojas, Victor Miguel. 2011.** *Metodologia de la Investigacion.* Bogotá : Ediciones de la U - Calle 24 A No. 43-22, 2011. ISBN. 978-958-8675-94-7.
23. **Ortega Garcia, Juan. 1983.** *Concreto Armado I.* Lima : Impresiones Diversas Molina, 1983.
24. **Ramirez Reyes, Christian Inocente. 2018.** *Analisis comparativo del comportamiento estructural de una losa en una direccion y un alosa con placa colaborante.* Guayaquil : Universidad de Guayaquil, 2018.
25. **Revie, R. Winston y Uhlig, Herbert H. 2008.** *Corrosion and Corrosion Control - An Introduction to Corrosion Science and Engineering.* USA : Copyright © 2008 by John Wiley & Sons, 2008. ISBN 978-0-471-73279-2

26. **Rodriguez Chavarri, Andersson Nielser. 2015.** *Comparacion del comportamiento estructural y economico de losas colaborantes unidireccionales con losas aligerada.* Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2015.
27. **Ryanto Widjaja, Budi. 1997.** *Analysis And Design of Steel Deck – Concrete Composite Slabs. Tesis Doctor of Philosophy of Civil Engineering.* Virginia : Institute And State University, 1997.
28. **Sabino, Carlos. 1992.** *El proceso de Investigacion.* Bogotá : Panamericana Bogotá, 1992.
29. **SENCICO, Servicio nacional de capacitacion para la industria de la construccion. 2004.** *Foro sobre edificacion de muros de concreto armado.* Lima : s.n., 2004.
30. **SIDERPERU. 2019.** *Calamina Galvanizada.* San Isidro : s.n., 2019.
31. **Tamayo y Tamayo, Mario. 2003.** *El proceso de la Investigacion Cientifica.* Mexico : Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, 2003. ISBN: 968-18-5872-7.
32. *Una mirada al comportamiento estructural de columnas, vigas,entrepisos y edificaciones durante el sismo de ecuador 2016.* **Castañeda, Angel y Bravo, Yordy. 2017.** 7, Ecuador : Revista Ingeniería de Construcción, 2017, Vol. 32.
33. **Valderrama Mendoza, Santiago. 2015.** *Pasos para Elaborar Proyectos de Investigacion Cientifica.* Lima : San Marcos de Anibal Jesus Paredes Galvan, 2015. ISBN: 978-612-302-878-7.
34. **ZINCALUM, CAP. 2014.** *Catalogo de Planchas y Rollos Zincalum. Catalogo Zincalum - Slideshare.* [En línea] 21 de Enero de 2014. [Citado el: 14 de Junio de 2020.] <https://es.slideshare.net/kotaco/catlogo-zincalum>.



## **ANEXOS**

- A. MATRIZ DE CONSISTENCIA
- B. INSTRUMENTO DE INVESTIGACION (validado por juicio de expertos)
- C. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
- D. MEMORIAS DE CALCULO
- E. PLANOS
- F. REGISTROS FOTOGRAFICOS

## ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TESIS: “COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSAS MACIZAS UNIDIRECCIONALES INCORPORANDO PLANCHAS METALICAS DE SECCIONES ONDULADAS PARA EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES, CHILCA, JUNÍN”

Autor: Bach. Alexis Antony Segura Millan.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p><b><u>PROBLEMA GENERAL</u></b> ¿Cómo varía el comportamiento estructural de las losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín?</p> <p><b><u>PROBLEMAS ESPECIFICOS</u></b> ¿Cuánto se altera la resistencia a la flexión propia de las losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín? ¿Cuánto varía el desplazamiento de losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín? ¿Que se modifica en la deformación de losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín?</p>	<p><b><u>OBJETIVOS GENERAL</u></b> Evaluar la variación en el comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín.</p> <p><b><u>OBJETIVOS ESPECIFICOS</u></b> Estimar la alteración de la resistencia a la flexión propia de las losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín. Contrastar la variación en el desplazamiento de losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín. Determinar la modificación en la deformación de losas macizas unidireccionales al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín.</p>	<p><b><u>HIPOTESIS GENERAL</u></b> El comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales varía eficientemente al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín.</p> <p><b><u>HIPOTESIS ESPECIFICAS</u></b> La alteración de la resistencia a la flexión propia de las losas macizas unidireccionales es favorable al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín. La variación en el desplazamiento de losas macizas unidireccionales es estable al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas en edificaciones multifamiliares, chilca, Junín. La modificación en las deformaciones de losas macizas unidireccionales es positiva al incorporar planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, chilca, Junín.</p>	<p>Planchas Metálicas de Secciones Onduladas</p> <p>Comportamiento Estructural</p>	<p>D1: Plancha Acanalada Firme - Experta</p> <p>D2: Plancha Acanalada de Onda Industrial.</p> <p>D1: Resistencia a la flexión propia.</p> <p>D2: Desplazamientos.</p> <p>D3. Deformaciones.</p>	<p>I1: Espesor</p> <p>I2: Sección</p> <p>I1: Espesor</p> <p>I2: Sección</p> <p>I1: Armadura Principal</p> <p>I2: Resistencia del concreto</p> <p>I3: Resistencia del Diseño por peso propio</p> <p>I1: Desplazamiento CSx</p> <p>I2: Desplazamiento CSy</p> <p>I1: Deformación por contracción del fraguado</p> <p>I2: Deformación por carga</p> <p>I3: Deformación por descarga</p>	<p><b><u>METODO</u></b> Método científico.</p> <p><b><u>TIPO DE INVESTIGACION</u></b> Investigación aplicada.</p> <p><b><u>NIVEL</u></b> Nivel explicativo.</p> <p><b><u>DISEÑO DE INVESTIGACION</u></b> Diseño experimental.</p> <p><b><u>POBLACION</u></b> Edificación de 4 pisos multifamiliar del distrito de chilca.</p> <p><b><u>MUESTREO</u></b> Muestreo no probabilístico.</p> <p><b><u>MUESTRA</u></b> 3 diseños de la edificación multifamiliar en la Av. General Córdova N°523, distrito de chilca.</p> <p><b><u>TECNICA</u></b> Observación estructurada.</p> <p><b><u>INSTRUMENTO</u></b> Fichas de recopilación de datos.</p>

# ANEXO B: INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

**SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**  
**PROYECTO: "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSAS MACIZAS UNIDIRECCIONALES INCORPORANDO PLANCHAS METALICAS DE SECCIONES ONDULADAS PARA EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES, CHILCA, JUNIN"**

AUTOR: Bach. Alexis Antony Segura Millan.

			EXPERTO	EXPERTO	EXPERTO
	A	B	C		
<b>I. INFORMACION GENERAL:</b>					
UBICACION: Av. General Córdova N°523 Chilca- Numbayo.					
DISTRITO: CHILCA					
PROVINCIA: HUANCAYO					
REGION: JUNIN					
ALTITUD: 1266 m s. n. m					
LATITUD: 12°02' S					
LONGITUD: 75°12'17" O					
<b>II. D1V2: Resistencia a la flexion propia - Comportamiento Estructural</b>					
Colocar la informacion a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Armadura Principal	Unidad	Indicador 2:			
	cm2	Resistencia del Concreto			
			Indicador 3:		
			Resistencia del Diseño por Peso Propio		
<b>III. D3V2: Desplazamientos - Comportamiento Estructural</b>					
Colocar la informacion a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:			
Desplazamiento en X	mm	Desplazamiento en Y			
			Indicador 3:		
			Deflexion por descarga		
<b>IV. D3V2: Deformaciones - Comportamiento Estructural</b>					
Colocar la informacion a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:			
Contraccion del Fregado	mm	Deflexion por Carga			
			Indicador 3:		
			Deformacion por descarga		
<b>V. D1V1: Plancha Acabada Frons-Externa. Planchas Metalicas de Secciones Onduladas</b>					
Colocar la informacion a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:			
Espesor	mm	Seccion			
			Indicador 3:		
			Seccion		
<b>VI. D2V1: Plancha Acabada de Chapa Industrial. Planchas Metalicas de Secciones Onduladas</b>					
Colocar la informacion a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:			
Espesor	mm	Seccion			
			Indicador 3:		
			Seccion		
<b>VII. D3V1:</b>					
Colocar la informacion a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:			
			Indicador 3:		
<b>APellidos y Nombres:</b> Juanawa Salazar Orosco Alex					
<b>Profesion:</b> Ingeniero Civil					
<b>Registro CIP No:</b> 746898					
<b>Email:</b>					
<b>Telefono:</b> 947 898 992					

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a	Muy Baja

Fuente: Gonzales, Oseda, Ramirez y Gave (2011).



**Juanawa Salazar Orosco Alex**  
**Ingeniero Civil**  
**CIP: 746898**



**Omar A. Huamani Salazar**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP: 146698**

**SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**

PROYECTO: "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSAS MACIZAS UNIDIRECCIONALES INCORPORANDO PLANCHAS METALICAS DE SECCIONES ONDULADAS PARA EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES: CHILCA, JUNIN"

AUTOR: Bach. Alexy Segura Millan.

INFORMACION GENERAL		EXPERTO A	EXPERTO B	EXPERTO C
UBICACION: Av. General Córdoba N° 523 Chile- huancayo.				
DISTRITO: HUANCAYO		ALTITUD: 3266 m.s.n.m		
REGION: JUNIN		LONGITUD: 127°03'4" S		
		LONGITUD: 76°12'17" O		
<b>II.- D1V2 Resistencia a la flexion propia - Comportamiento Estructural</b>				
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:				
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Unidad
Armadura Principal	cm <sup>2</sup>	Resistencia del Concreto	Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia del Diseño por Peso Propio
<b>III.- D2V2 Desplazamientos - Comportamiento Estructural</b>				
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:				
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Unidad
Desplazamiento en X	mm	Desplazamiento en Y	mm	
<b>IV.- D3V2 Deformaciones - Comportamiento Estructural</b>				
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:				
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Unidad
Contraccion del Fraguado	mm	Deflexion por Carga	mm	Deformacion por descarga
<b>V.- D1V1 Plancha Acanalada Firme-Experta - Planchas Metalicas de Secciones Onduladas</b>				
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:				
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Unidad
Espesor	mm	Seccion	mm	
<b>VI.- D3V1 Plancha Acanalada de Onda Industrial - Planchas Metalicas de Secciones Onduladas</b>				
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D3V1:				
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Unidad
Espesor	mm	Seccion	mm	
<b>VII.- D3V1</b>				
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:				
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Unidad
APELLIDOS Y NOMBRES: <u>Vicuña Ruiz Carlos Samuel</u>				
PROFESION: <u>INGENIERO CIVIL</u>				
REGISTRO CIP N°: <u>66954</u>				
EMAIL: <u>-</u>				
TELEFONO: <u>964 626253</u>				

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Modorada
0.21 a 0.40	Baja
0.01	Muy Baja

Fuente: Gonzales, Oseda, Ramirez y Gave (2011).

  
 Carlos Samuel Vicuña Ruiz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 66954

EXPERTO A	EXPERTO B	EXPERTO C
	1	
	1	
	0	
	1	
	1	
	5	
	0.83	

**SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS**  
**PROYECTO: "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSAS MACIZAS UNIDIRECCIONALES INCORPORANDO PLANCHAS METALICAS DE SECCIONES ONDULADAS PARA EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES, CHILCA, JUNIN"**

AUTOR: Bach. Alexis Antony Segura Millan.

EXPERTO		EXPERTO		EXPERTO	
A	B	C	D	E	F
<b>I. INFORMACION GENERAL</b>					
UBICACION: Av. General Cordova N°523 Chilca- huancayo.	CHILCA	ALTITUD: 3266 m.s.n.m			
DISTRITO: HUANCAYO	JUNIN	LATITUD: 12° 05' 49" S			
PROVINCIA: JUNIN		LONGITUD: 75° 12' 17" O			
<b>II. D1V2 Resistencia a la flexion propia - Comportamiento Estructural</b>					
Colocar la informacion a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Armadura Principal	cm2	Resistencia del Concreto	Kg/cm2	Resistencia del Deseño por Peso Propio	mm
<b>III. D3V2 Desplazamientos - Comportamiento Estructural</b>					
Colocar la informacion a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Desplazamiento en X	mm	Desplazamiento en Y	mm	Deflexion por descarga	mm
<b>IV. D3V2 Deformaciones - Comportamiento Estructural</b>					
Colocar la informacion a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Contraccion del Fregado	mm	Deflexion por Carga	mm	Deflexion por descarga	mm
<b>V. D1V1 Plancha Acanalada Fimco-Experta. Planchas Metalicas de Secciones Onduladas</b>					
Colocar la informacion a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Espesor	mm	Seccion	mm	Deflexion por descarga	mm
<b>VI. D3V1 Plancha Acanalada de Onda Industrial. Planchas Metalicas de Secciones Onduladas</b>					
Colocar la informacion a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
Espesor	mm	Seccion	mm	Deflexion por descarga	mm
<b>VII. D3V1</b>					
Colocar la informacion a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad
<b>APellidos y Nombres:</b> Acosta Hernandez Joviel Roman					
<b>PROFESION:</b> Ingeniero Civil					
<b>REGISTRO CIP No:</b> 154744					
<b>EMAIL:</b>					
<b>TELEFONO:</b> 979 69 6 291					

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a	Muy Baja

Fuente: Gonzales, Oseda, Ramirez y Gave (2011).



# Planchas Zincadas Onduladas

**DENOMINACIÓN:**  
PZO A653.

**DESCRIPCIÓN:**  
Planchas de acero zincadas por inmersión en caliente, acanaladas por deformación en frío por medio de procesos mecánicos.

**USOS:**  
En el techado de casas, almacenes, plantas industriales, etc.

**NORMAS TÉCNICAS:**  
ASTM A653/A653M Tipo B o JIS G3302 SGCH Modificada, sin restricción del contenido de P y S.

**PRESENTACIÓN:**  
Se suministra en unidades (paquete mínimo de 10 piezas).

**DIMENSIONES NOMINALES:**

0.14 x 800 x 1,800 mm	0.22 x 800 x 1,800 mm
0.14 x 800 x 3,600 mm	0.22 x 800 x 3,600 mm
0.20 x 800 x 1,800 mm	0.30 x 800 x 1,800 mm
0.20 x 800 x 3,600 mm	0.30 x 800 x 3,600 mm

**COMPOSICIÓN QUÍMICA:**  
C : 0.02 - 0.15%  
Mn : 0.60% Máx

**PROPIEDADES MECÁNICAS:**

Calidad Comercial:  
Límite de Fluencia = 3,860 kg/cm<sup>2</sup>  
Alargamiento = 20.0 % mínimo  
Resistencia mínima a la tracción = 4,894.64 kg/cm<sup>2</sup>

**REVESTIMIENTO DE ZINC:**  
90 g/m<sup>2</sup> (total en ambas caras)\*

**TOLERANCIAS DIMENSIONALES:**

Según JIS G3302

1. Tolerancia en el Espesor (mm)

ANCHO NOMINAL (mm)	TOLERANCIA (mm)
0.10 - 0.25	± 0.04

2. Peso aproximado = 2.50 kg/cm<sup>2</sup> - 3.12 kg/cm<sup>2</sup>

3. Tolerancia en el Ancho (mm) + 7 / - 0

4. Tolerancia en la Longitud (mm) = 15 / - 0

Producto importado

\* Pueden encontrarse variaciones por debajo o por encima de estos valores.



ISO 9001:2015  
CERTIFICATE N° 97219



ISO 14001:2015  
CERTIFICATE N° 97220



OHSAS 18001:2007  
CERTIFICATE N° 97221

Lima: Av. Antonio Miró Quesada N° 495 Piso 17, Magdalena del Mar. Tel. (51-01) 517 1800.  
Pisco: Panamericana Sur Km. 240, Ica. Tel. (51-056) 58 0830.  
Arequipa: Variante de Uchumayo KM. 3.5, Cerro Colorado, Arequipa. Arequipa. Tel. (51-01) 517 1800.

LA PAZ: Av. Hilbo N° 100, Zona El Kenko. Tel. (591) 77641658.  
Santa Cruz: Urb. Parque Industrial Latinoamericano, Unidad Industrial UI 06,  
Mz. 1, Lote 4 - Warnes. Tel. (591) 76303499. E-mail: contactobolivia@aca.com.bo

Encuétranos en [www.acerosarequipa.com](http://www.acerosarequipa.com)

**ACEROS  
AREQUIPA**

## ANEXO C: CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

RAZÓN SOCIAL : C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C.  
DIRECCIÓN : Av. Los Próceres N° 1000-Chilca-Huancayo-Junín  
CELULAR : 947898992  
E-MAIL : c3ingenieriaspecializadasac@gmail.com



### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

Página 2 de 2

Expediente N° : 2407-2020  
Nombre del testista : Bach. Ing. Alexis Antony Segura Millán  
Fecha de emisión : 24-07-20

#### DISEÑO DE MEZCLA ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )

Asentamiento - slump : 4 pulgadas  
Factor de cemento : 8.9 bolsas de cemento/m<sup>3</sup> de concreto  
Relación agua - cemento de diseño : 0.558

#### PROPORCIÓN EN PESO

Cemento	1 kg/saco
Arena	2.78 kg/saco
Piedra	1.84 kg/saco
Agua	24.05 litros de agua

#### PROPORCIÓN EN VOLUMEN

Cemento	1 bolsa de cemento
Arena	2.48 pie <sup>3</sup>
Piedra	1.95 pie <sup>3</sup>
Agua	24.05 litros de agua

#### Cantidad de materiales secos por metro cubico de concreto (Teorico)

: 2307 kg/m<sup>3</sup>

Agua	: 210 L Potable
Cemento	: 376 kg Andino Tipo I
Agregado fino	: 1034 kg Cantera Rio Mantaro - Pilcomayo Arena gruesa
Agregado grueso	: 686 kg Cantera Pilcomayo Piedra chancada de 1/2"

#### Cantidad de materiales por metro cubico, corregidos por humedad y por peso unitario del concreto fresco

: 2333 kg/m<sup>3</sup>

Agua	: 214 L Potable
Cemento	: 377 kg Andino Tipo I
Agregado fino	: 1048 kg Cantera Rio Mantaro - Pilcomayo Arena gruesa
Agregado grueso	: 694 kg Cantera Pilcomayo Piedra chancada de 1/2"

#### OBSERVACIONES:

- \* El muestreo e identificación son realizados por el peticionario.
- \* En obra corregir por humedad.
- \* Realizar tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.
- \* El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPE GP-004: 1993).

Realizado y revisado por el Ing. Omar Alex Huamani Salazar.



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

Página 1 de 2

Expediente N° : 2407-2020  
 Nombre del testista : Bach. Ing. Alexis Antony Segura Millán  
 Nombre de la tesis : Comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, Chilca, Junín  
 Av. General Cordova N° 523  
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín  
 Fecha de emisión : 24-07-20

**DISEÑO DE MEZCLA ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )**

Cemento : Andino Tipo I  
 Peso específico : 3.12

**AGREGADO FINO**

Arena gruesa  
 Cantera Rio Mantaro - Pilcomayo

**NTP 400.022**

Peso específico de masa : 2.65  
 Peso específico de masa S.S.S. : 2.68  
 Peso específico aparente : 2.74

**NTP 400.017**

Peso unitario suelto seco : 1680  $\text{kg/m}^3$   
 Peso unitario compactado seco : 1792  $\text{kg/m}^3$

**NTP 400.012**

Malla	% Retenido	% Que pasa
3/8 pulg	6.3	93.7
No. 4	15.4	78.4
No. 8	9.3	69.1
No. 16	8.0	61.1
No. 30	14.6	46.5
No. 50	28.0	18.5
No. 100	15.2	3.4
Fondo	3.4	0.0

**AGREGADO GRUESO**

Piedra chancada de 1/2"  
 Cantera Pilcomayo

**NTP 400.022**

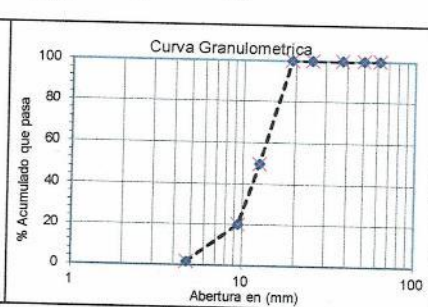
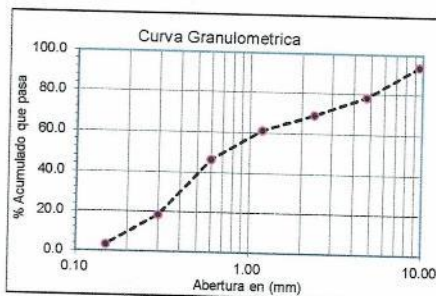
Peso específico de masa : 2.64  
 Peso específico de masa S.S.S. : 2.67  
 Peso específico aparente : 2.73

**NTP 400.017**

Peso unitario suelto seco : 1401  $\text{kg/m}^3$   
 Peso unitario compactado seco : 1565  $\text{kg/m}^3$

**NTP 400.012**

Malla	% Retenido	% Que pasa
2 pulg	0.0	100.0
1 1/2 pulg	0.0	100.0
1 pulg	0.0	100.0
3/4 pulg	0.0	100.0
1/2 pulg	50.3	49.7
3/8 pulg	29.6	20.2
No. 4	18.6	1.6
Fondo	1.6	0.0




Módulo de finura : 3.293  
 % Porcentaje de absorción : 1.11  
 % Contenido de humedad : 0.78

Tamaño máximo nominal : 1/2 pulg  
 % Porcentaje de absorción : 1.18  
 % Contenido de humedad : 1.09



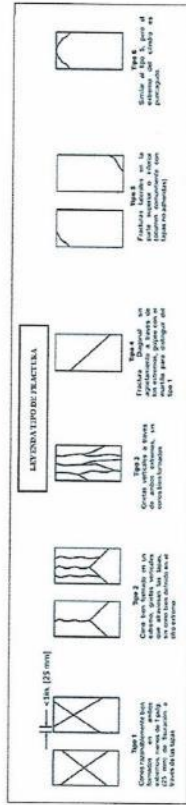


	<b>INFORME DE ENSAYO</b>		Código	C3-FOR-010
	<b>Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas</b>		Versión	01
			Fecha	2/01/2020
			Página	1 de 1
NTP 339.034				

Expediente N° : 0608-2020  
 Nombre del testista : Bach. Ing. Alexis Antony Segura Millán  
 Nombre de la tesis : Comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, Chitka, Junín  
 Av. General Cordova N° 523  
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín  
 Fecha de emisión : 06-08-20

Testigo N°	Identificación	Resistencia de diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Díametro promedio (mm)	Área de la sección recta (mm <sup>2</sup> )	Carga máxima (KN)	Resistencia a la compresión (MPa)	Resistencia a la compresión $f_{cm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	% Obtenido	Tipo de fractura	Defectos
1	Losa maciza	210	30-07-20	06-08-20	7	151.3	17979.1	308.82	17.2	175.2	83.4%	Tipo 1	No
2		210	30-07-20	06-08-20	7	151.2	17955.3	301.72	16.8	171.4	81.6%	Tipo 2	No
3		210	30-07-20	06-08-20	7	151.1	17931.6	300.44	16.8	170.9	81.4%	Tipo 3	No


**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.



Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamant Salazar



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC  
 Av. Los Proceros N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín  
 Celular: 947-998992  
 Email: laboratorio@c3ingenieriaspecializadasac.com

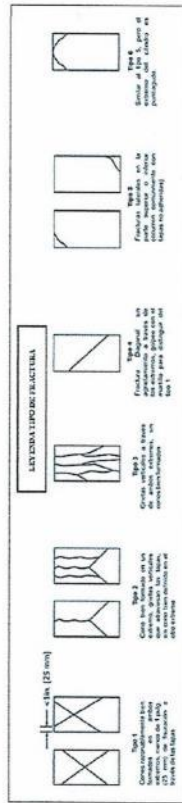
	<b>INFORME DE ENSAYO</b>		<b>C3-FOR-010</b>
	<b>Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas</b>		<b>Versión 01</b>
	<b>NTP 339.034</b>		<b>Fecha 2/01/2020</b>
			<b>Página 1 de 1</b>

Expediente N° : 1308-2020  
 Nombre del testista : Bach. Ing. Alexis Antony Segura Millán  
 Nombre de la tesis : Comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, Chitca, Junín  
 Av. General Cordova N° 523  
 Ubicación : Chilca - Huancayo - Junín  
 Fecha de emisión : 13-08-20

Testigo N°	Identificación	Resistencia de diseño $f_c$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Dímetro promedio (mm)	Área de la sección recta ( $\text{mm}^2$ )	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (MPa)	Resistencia a la compresión $f_{cm}$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	% Obtenido	Tipo de fractura	Defectos
1	Losa maciza	210	30-07-20	13-08-20	14	151.2	17955.3	374.07	20.8	212.5	101.2%	Tipo 2	No
2		210	30-07-20	13-08-20	14	152.2	18193.6	389.38	21.4	218.3	104.0%	Tipo 1	No
3		210	30-07-20	13-08-20	14	151.1	17931.6	377.62	21.1	214.8	102.3%	Tipo 3	No

**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.



Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamani Salazar



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA S.A.C  
 Av. Los Próceres N° 1000 - Chilca - Huancayo - Junín  
 Celular: 947-898992  
 Email: laboratorio@c3ingenieriaspecializadasac.com

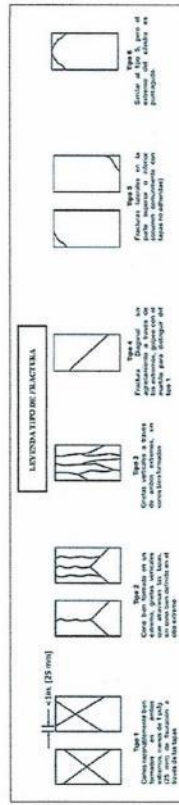
	<b>INFORME DE ENSAYO</b>		Código	C3-FOR-010
	<b>Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas</b>		Versión	01
			Fecha	2/01/2020
			Página	1 de 1
NTP 339.034				

Expediente N° : 2708-2020  
 Nombre del testista : Bach. Ing. Alexis Antony Segura Millán  
 Nombre de la tesis : Compartimiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metálicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, Chilea, Junin  
 Av. General Cordova N° 523  
 Ubicación : Chilea - Huancayo - Junin  
 Fecha de emisión : 27-08-20

Testigo N°	Identificación	Resistencia de diseño $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro promedio (mm)	Área de la sección recta (mm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kN)	Resistencia a la compresión (MPa)	Resistencia a la compresión $f_{cm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	% Obtenido	Tipo de fractura	Defectos
1	Losa maciza	210	30-07-20	27-08-20	28	151,2	17955,3	432,34	24,1	245,6	117,0%	Tipo 1	No
2		210	30-07-20	27-08-20	28	151,3	17979,1	442,78	24,6	251,2	119,6%	Tipo 2	No
3		210	30-07-20	27-08-20	28	151,1	17931,6	438,97	24,5	249,7	118,9%	Tipo 1	No

**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.



Realizado y revisado por el Ing. Omar A. Huamanti Salazar



C3 INGENIERIA ESPECIALIZADA SAC  
 Av. Los Próceres N° 1000 - Chilea - Huancayo - Junin  
 Celular: 947-898992  
 Email: laboratorio@c3ingenieriaspecializadasac.com

**FICHA DE REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS EN LA SUPERFICIE DEL CONCRETO DE LA LOSA MACIZA CONVENCIONAL, F' C : 210 kg/cm2**

Nombre de la Testista: Bach. Ing. Alexis Antony Segura Millan.

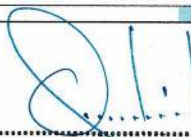
Nombre de la Tesis: Comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metalicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, Chilca, Junin.

Ubicacion: Av. General Cordova N° 523.

Chilca - Huancayo - Junin

Fecha de Emision: 01/08/2020

N° DE FISURAS	FECHA	HORA DE LECTURA	Δ DE TIEMPO DESDE EL COLOCADO-LECTURA (hrs+min)	Δ DE TIEMPO DESDE LA ULTIMA LECTURA (hrs+min)	LONGITUD (cm)	ESPESOR (mm)			T° CONCRETO (°C)	T° AMBIENTE (°C)	VEL. DEL VIENTO (m/s)	HUMEDAD AMBIENTE (%)
						SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR				
<b>DATOS</b>												
Mezclado	30/07/2020	08:38:00 a.m.								12.00	0.70	65%
Inicio de colocado	30/07/2020	08:50:00 a.m.							12.50	13.00	0.50	60%
Fin de colocado	30/07/2020	09:21:00 a.m.							12.40	13.00	0.43	51%
Fisura N° 01	30/07/2020	10:10:00 a.m.	0.81 h	-----	8.80	0.50	0.67	0.38	13.60	15.50	0.50	44%
Fisura N° 02	30/07/2020	10:11:00 a.m.	0.82 h	-----	26.90	0.20	0.62	0.27	13.60	15.50	0.20	44%
Fisura N° 03	30/07/2020	10:12:00 a.m.	0.83 h	-----	26.80	0.57	0.84	0.66	14.02	15.78	0.50	44%
Fisura N° 04	30/07/2020	10:13:00 a.m.	0.84 h	-----	30.00	0.53	0.96	0.45	14.00	15.80	0.60	42%
Fisura N° 05	30/07/2020	10:20:00 a.m.	0.98 h	-----	21.90	0.15	0.68	0.67	13.98	15.80	1.00	43%
Fisura N° 06	30/07/2020	10:23:00 a.m.	1 h + 2 min	-----	33.80	0.15	0.29	0.25	14.50	15.92	0.30	43%
Fisura N° 07	30/07/2020	10:31:00 a.m.	1 h + 10 min	-----	13.00	0.30	0.26	0.26	14.51	16.02	0.50	42%
Fisura N° 08	30/07/2020	10:38:00 a.m.	1 h + 17 min	-----	22.40	0.41	0.72	0.72	14.95	16.15	0.40	42%
Fisura N° 09	30/07/2020	10:39:00 a.m.	1 h + 18 min	-----	20.90	0.12	0.15	0.16	15.00	16.04	0.34	42%
Fisura N° 10	30/07/2020	10:40:00 a.m.	1 h + 19 min	-----	25.00	0.19	0.76	0.23	15.20	16.10	0.40	41%
Fisura N° 11	30/07/2020	10:42:00 a.m.	1 h + 21 min	-----	21.90	0.18	0.39	0.38	15.00	16.30	0.50	41%
<b>TOTAL DE 11 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>				<b>251.40</b>	<b>3.30</b>	<b>6.34</b>	<b>4.43</b>				
<b>PROMEDIO</b>					<b>22.85</b>	<b>0.30</b>	<b>0.58</b>	<b>0.40</b>				
Fisura N° 01	30/07/2020	11:28:00 a.m.	2 h + 7 min	1 h + 18 min	8.80	0.50	0.67	0.38	18.10	19.60	0.60	35%
Fisura N° 02	30/07/2020	11:30:00 a.m.	2 h + 9 min	1 h + 19 min	26.90	0.20	0.63	0.28	17.25	19.60	1.00	35%
Fisura N° 03	30/07/2020	11:32:00 a.m.	2 h + 11 min	1 h + 20 min	26.90	0.58	0.84	0.65	18.30	19.50	0.80	34%
Fisura N° 04	30/07/2020	11:34:00 a.m.	2 h + 13 min	1 h + 21 min	29.00	0.53	0.96	0.46	18.12	19.62	0.90	34%
Fisura N° 05	30/07/2020	11:37:00 a.m.	2 h + 16 min	1 h + 17 min	21.90	0.15	0.68	0.68	17.60	19.62	0.80	34%
Fisura N° 06	30/07/2020	11:40:00 a.m.	2 h + 19 min	1 h + 17 min	33.80	0.15	0.29	0.25	17.90	19.65	1.00	33%
Fisura N° 07	30/07/2020	11:41:00 a.m.	2 h + 20 min	1 h + 10 min	13.00	0.30	0.27	0.26	18.20	19.66	0.70	33%
Fisura N° 08	30/07/2020	11:45:00 a.m.	2 h + 24 min	1 h + 7 min	22.40	0.42	0.73	0.73	18.02	19.67	1.00	33%
Fisura N° 09	30/07/2020	11:47:00 a.m.	2 h + 26 min	1 h + 8 min	21.00	0.12	0.15	0.15	18.30	19.67	0.60	32%
Fisura N° 10	30/07/2020	11:48:00 a.m.	2 h + 27 min	1 h + 18 min	25.00	0.19	0.76	0.23	18.00	19.70	1.60	32%
Fisura N° 11	30/07/2020	11:49:00 a.m.	2 h + 28 min	1 h + 7 min	21.90	0.18	0.39	0.38	18.20	19.70	0.90	32%
<b>TOTAL DE 11 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>				<b>250.60</b>	<b>3.32</b>	<b>6.37</b>	<b>4.45</b>				
<b>PROMEDIO</b>					<b>22.78</b>	<b>0.30</b>	<b>0.58</b>	<b>0.40</b>				
Fisura N° 01	30/07/2020	12:10:00 p.m.	2 h + 49 min	0.70 h	9.00	0.49	0.67	0.37	21.95	20.01	1.00	26%
Fisura N° 02	30/07/2020	12:11:00 p.m.	2 h + 50 min	0.68 h	27.00	0.12	0.63	0.31	21.70	20.00	0.80	26%
Fisura N° 03	30/07/2020	12:13:00 p.m.	2 h + 52 min	0.68 h	27.00	0.55	0.84	0.62	22.02	20.01	0.70	25%
Fisura N° 04	30/07/2020	12:15:00 p.m.	2 h + 54 min	0.68 h	30.00	0.52	1.00	0.46	21.70	20.00	0.60	25%
Fisura N° 05	30/07/2020	12:17:00 p.m.	2 h + 56 min	0.67 h	21.90	0.10	0.68	0.69	21.80	20.03	0.70	25%
Fisura N° 06	30/07/2020	12:19:00 p.m.	2 h + 58 min	0.65 h	33.80	0.15	0.29	0.24	22.01	20.04	1.00	24%
Fisura N° 07	30/07/2020	12:22:00 p.m.	3 h + 1 min	0.68 h	13.00	0.29	0.27	0.27	21.96	20.07	0.50	24%
Fisura N° 08	30/07/2020	12:26:00 p.m.	3 h + 5 min	0.66 h	22.50	0.38	0.73	0.72	21.70	20.15	0.70	24%
Fisura N° 09	30/07/2020	12:27:00 p.m.	3 h + 6 min	0.67 h	21.00	0.12	0.15	0.14	21.90	20.07	1.10	24%
Fisura N° 10	30/07/2020	12:29:00 p.m.	3 h + 8 min	0.68 h	25.00	0.15	0.77	0.23	21.60	20.07	0.80	23%
Fisura N° 11	30/07/2020	12:31:00 p.m.	3 h + 10 min	0.70 h	22.00	0.20	0.39	0.38	21.80	20.10	0.50	22%
<b>TOTAL DE 11 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>				<b>252.20</b>	<b>3.07</b>	<b>6.42</b>	<b>4.43</b>				
<b>PROMEDIO</b>					<b>22.92</b>	<b>0.28</b>	<b>0.58</b>	<b>0.40</b>				
<b>DATOS</b>												
Mezclado	30/07/2020	08:38:00 a.m.								12.00	0.70	65%
Inicio de colocado	30/07/2020	08:50:00 a.m.							12.50	13.00	0.50	60%
Fin de colocado	30/07/2020	09:21:00 a.m.							12.40	13.00	0.43	51%
Fisura N° 01	31/07/2020	10:43:00 a.m.	25 h + 22 min	22 h + 33 min	9.00	0.50	0.67	0.37	-----	17.00	0.40	40%
Fisura N° 02	31/07/2020	10:44:00 a.m.	25 h + 23 min	22 h + 33 min	27.00	0.12	0.63	0.31	-----	17.00	0.35	40%
Fisura N° 03	31/07/2020	10:46:00 a.m.	25 h + 25 min	22 h + 33 min	27.00	0.55	0.84	0.62	-----	17.05	0.40	40%
Fisura N° 04	31/07/2020	10:47:00 a.m.	25 h + 26 min	22 h + 33 min	30.00	0.52	1.00	0.47	-----	17.08	0.45	38%
Fisura N° 05	31/07/2020	10:48:00 a.m.	25 h + 27 min	22 h + 31 min	21.90	0.10	0.68	0.69	-----	17.10	0.55	38%
Fisura N° 06	31/07/2020	10:50:00 a.m.	25 h + 29 min	22 h + 31 min	33.80	0.15	0.29	0.24	-----	17.10	0.40	38%
Fisura N° 07	31/07/2020	10:53:00 a.m.	25 h + 32 min	22 h + 31 min	13.00	0.29	0.27	0.27	-----	17.08	0.38	36%
Fisura N° 08	31/07/2020	10:54:00 a.m.	25 h + 33 min	22 h + 28 min	22.50	0.38	0.73	0.72	-----	17.09	0.37	37%
Fisura N° 09	31/07/2020	10:56:00 a.m.	25 h + 35 min	22 h + 29 min	21.00	0.13	0.15	0.14	-----	17.20	0.34	38%
Fisura N° 10	31/07/2020	10:58:00 a.m.	25 h + 37 min	22 h + 29 min	25.00	0.15	0.77	0.23	-----	17.10	0.40	39%
Fisura N° 11	31/07/2020	10:59:00 a.m.	25 h + 38 min	22 h + 28 min	22.00	0.20	0.39	0.38	-----	17.10	0.38	37%
<b>TOTAL DE 11 FISURAS</b>	<b>31/07/2020</b>				<b>252.20</b>	<b>3.09</b>	<b>6.42</b>	<b>4.44</b>				
<b>PROMEDIO</b>					<b>22.93</b>	<b>0.28</b>	<b>0.58</b>	<b>0.40</b>				

**Omar A. Huamani Salazar**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 146898

**FICHA DE REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS EN EL LA SUPERFICIE DEL CONCRETO DE LA LOSA MACIZA CONVENCIONAL, F° C : 210**  
kg/cm<sup>2</sup>

Nombre de la Tesista: Bach. Ing. Alexis Antony Segura Millan.

Nombre de la Tesis: Comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metalicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, Chilca, Junin.

Ubicacion: Av. General Cordova N° 523.  
Chilca - Huancayo - Junin

Fecha de Emision: 01/08/2020

N° DE FISURAS	FECHA	HORA DE LECTURA	Δ DE TIEMPO DESDE EL COLOCADO-LECTURA (hrs+min)	Δ DE TIEMPO DESDE LA ULTIMA LECTURA (hrs+min)	LONGITUD (cm)	ESPESOR (mm)			T° CONCRETO (°C)	T° AMBIENTE (°C)	VEL. DEL VIENTO (m/s)	HUMEDAD AMBIENTE (%)
						SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR				
Mezclado	30/07/2020	08:38:00 a.m.								12.00	0.70	65%
Inicio de colocado	30/07/2020	08:50:00 a.m.							12.50	13.00	0.50	60%
Fin de colocado	30/07/2020	09:21:00 a.m.							12.40	13.00	0.43	51%
Fisura N° 01	31/07/2020	08:16:00 p.m.	34 h + 55 min	9 h + 33 min	9.00	0.48	0.67	0.37	-----	15.10	0.11	25%
Fisura N° 02	31/07/2020	08:18:00 p.m.	34 h + 57 min	9 h + 34 min	27.00	0.12	0.63	0.31	-----	15.10	0.13	25%
Fisura N° 03	31/07/2020	08:21:00 p.m.	35 h	9 h + 35 min	27.00	0.55	0.84	0.62	-----	15.15	0.11	24%
Fisura N° 04	31/07/2020	08:23:00 p.m.	35 h + 2 min	9 h + 36 min	30.00	0.52	1.00	0.47	-----	15.12	0.11	25%
Fisura N° 05	31/07/2020	08:25:00 p.m.	35 h + 4 min	9 h + 37 min	21.90	0.10	0.68	0.69	-----	15.12	0.15	25%
Fisura N° 06	31/07/2020	08:27:00 p.m.	35 h + 6 min	9 h + 37 min	33.80	0.15	0.29	0.24	-----	15.12	0.20	25%
Fisura N° 07	31/07/2020	08:28:00 p.m.	35 h + 7 min	9 h + 35 min	13.00	0.28	0.27	0.27	-----	15.13	0.18	24%
Fisura N° 08	31/07/2020	08:29:00 p.m.	35 h + 8 min	9 h + 35 min	22.50	0.38	0.73	0.71	-----	15.12	0.30	24%
Fisura N° 09	31/07/2020	08:31:00 p.m.	35 h + 10 min	9 h + 35 min	21.00	0.12	0.15	0.14	-----	15.00	0.22	24%
Fisura N° 10	31/07/2020	08:32:00 p.m.	35 h + 11 min	9 h + 34 min	25.00	0.15	0.77	0.23	-----	14.98	0.18	24%
Fisura N° 11	31/07/2020	08:34:00 p.m.	35 h + 13 min	9 h + 35 min	22.00	0.20	0.39	0.38	-----	14.80	0.15	24%
<b>TOTAL DE 11 FISURAS</b>	<b>31/07/2020</b>				<b>252.20</b>	<b>3.05</b>	<b>6.42</b>	<b>4.43</b>				
<b>PROMEDIO</b>					<b>22.93</b>	<b>0.28</b>	<b>0.58</b>	<b>0.40</b>				

**Omar A. Huamani Salazar**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 146898

**FICHA DE REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS EN LA SUPERFICIE DEL CONCRETO DE LA LOSA CON PLANCHA METALICA  
ACANALADA FIRME-EXPERTA, F' C : 210 kg/cm2, e = 0.25 mm.**

Nombre de la Tesista: Bach. Ing. Alexis Antony Segura Millan.

Nombre de la Tesis: Comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metalicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, Chilca, Junin.

Ubicacion: Av. General Cordova N° 523.

Chilca - Huancayo - Junin

Fecha de Emision: 01/08/2020

N° DE FISURAS	FECHA	HORA DE LECTURA	Δ DE TIEMPO DESDE EL COLOCADO-LECTURA (hrs+min)	Δ DE TIEMPO DESDE LA ULTIMA LECTURA (hrs+min)	LONGITUD (cm)	ESPESOR (mm)			T° CONCRETO (°C)	T° AMBIENTE (°C)	VEL. DEL VIENTO (m/s)	HUMEDAD AMBIENTE (%)
						SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR				
<b>DATOS</b>												
Mezclado	30/07/2020	08:38:00 a.m.								12.00	0.70	65%
Inicio de colocado	30/07/2020	08:50:00 a.m.							12.50	13.00	0.50	60%
Fin de colocado	30/07/2020	09:21:00 a.m.							12.40	13.00	0.43	51%
Fisura N° 01	30/07/2020	10:05:00 a.m.	0.77 h	-----	2.20	0.13	0.25	0.21	13.50	15.50	0.80	44%
Fisura N° 02	30/07/2020	10:06:00 a.m.	0.78 h	-----	1.50	0.10	0.08	0.05	13.50	15.78	0.33	44%
Fisura N° 03	30/07/2020	10:08:00 a.m.	0.79 h	-----	2.30	0.07	0.08	0.08	13.90	15.78	0.33	43%
<b>TOTAL DE 3 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>				<b>6.00</b>	<b>0.30</b>	<b>0.41</b>	<b>0.34</b>				
<b>PROMEDIO</b>					<b>2.00</b>	<b>0.10</b>	<b>0.14</b>	<b>0.11</b>				
Fisura N° 01	30/07/2020	11:24:00 a.m.	2 h + 3 min	1 h + 19 min	2.20	0.13	0.30	0.21	17.60	19.70	0.50	38%
Fisura N° 02	30/07/2020	11:25:00 a.m.	2 h + 4 min	1 h + 19 min	1.50	0.10	0.08	0.05	17.60	19.70	0.40	37%
Fisura N° 03	30/07/2020	11:26:00 a.m.	2 h + 5 min	1 h + 18 min	2.40	0.06	0.08	0.06	18.10	19.50	0.33	36%
Fisura N° 04	30/07/2020	11:27:00 a.m.	2 h + 5 min	-----	1.00	0.20	0.09	0.07	18.10	19.50	0.50	36%
<b>TOTAL DE 3 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>				<b>7.10</b>	<b>0.49</b>	<b>0.55</b>	<b>0.39</b>				
<b>PROMEDIO</b>					<b>1.78</b>	<b>0.12</b>	<b>0.14</b>	<b>0.10</b>				
Fisura N° 01	30/07/2020	12:00:00 p.m.	2 h + 39 min	0.60 h	2.20	0.13	0.30	0.21	21.60	20.00	0.40	28%
Fisura N° 02	30/07/2020	12:02:00 p.m.	2 h + 41 min	0.61 h	1.50	0.12	0.08	0.05	21.60	20.00	0.20	27%
Fisura N° 03	30/07/2020	12:04:00 p.m.	2 h + 43 min	0.63 h	2.40	0.07	0.09	0.06	21.50	20.01	0.50	27%
Fisura N° 04	30/07/2020	12:06:00 p.m.	2 h + 45 min	0.65 h	1.00	0.20	0.09	0.07	21.50	20.01	0.53	27%
<b>TOTAL DE 3 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>				<b>7.10</b>	<b>0.52</b>	<b>0.56</b>	<b>0.39</b>				
<b>PROMEDIO</b>					<b>1.78</b>	<b>0.13</b>	<b>0.14</b>	<b>0.10</b>				

N° DE FISURAS	FECHA	HORA DE LECTURA	Δ DE TIEMPO DESDE EL COLOCADO-LECTURA (hrs+min)	Δ DE TIEMPO DESDE LA ULTIMA LECTURA (hrs+min)	LONGITUD (cm)	ESPESOR (mm)			T° CONCRETO (°C)	T° AMBIENTE (°C)	VEL. DEL VIENTO (m/s)	HUMEDAD AMBIENTE (%)
						SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR				
<b>DATOS</b>												
Mezclado	30/07/2020	08:38:00 a.m.								12.00	0.70	65%
Inicio de colocado	30/07/2020	08:50:00 a.m.							12.50	13.00	0.50	60%
Fin de colocado	30/07/2020	09:21:00 a.m.							12.40	13.00	0.43	51%
Fisura N° 01	31/07/2020	10:35:00 a.m.	25 h + 14 min	22 h + 35 min	2.20	0.14	0.30	0.21	-----	15.80	0.40	43%
Fisura N° 02	31/07/2020	10:37:00 a.m.	25 h + 16 min	22 h + 35 min	1.50	0.12	0.08	0.05	-----	15.80	0.34	43%
Fisura N° 03	31/07/2020	10:38:00 a.m.	25 h + 17 min	22 h + 34 min	2.40	0.07	0.09	0.06	-----	15.80	0.35	43%
Fisura N° 04	31/07/2020	10:40:00 a.m.	25 h + 19 min	22 h + 34 min	1.00	0.20	0.09	0.09	-----	15.82	0.34	42%
<b>TOTAL DE 3 FISURAS</b>	<b>31/07/2020</b>				<b>7.10</b>	<b>0.53</b>	<b>0.56</b>	<b>0.41</b>				
<b>PROMEDIO</b>					<b>1.78</b>	<b>0.13</b>	<b>0.14</b>	<b>0.10</b>				
Fisura N° 01	31/07/2020	08:06:00 p.m.	34 h + 45 min	9 h + 31 min	2.20	0.14	0.30	0.21	-----	15.20	0.12	26%
Fisura N° 02	31/07/2020	08:08:00 p.m.	34 h + 47 min	9 h + 31 min	1.50	0.11	0.08	0.05	-----	15.80	0.12	26%
Fisura N° 03	31/07/2020	08:11:00 p.m.	34 h + 50 min	9 h + 33 min	2.40	0.07	0.09	0.06	-----	15.42	0.11	25%
Fisura N° 04	31/07/2020	08:13:00 p.m.	34 h + 52 min	9 h + 33 min	1.00	0.20	0.09	0.08	-----	15.10	0.15	26%
<b>TOTAL DE 3 FISURAS</b>	<b>31/07/2020</b>				<b>7.10</b>	<b>0.52</b>	<b>0.56</b>	<b>0.40</b>				
<b>PROMEDIO</b>					<b>1.78</b>	<b>0.13</b>	<b>0.14</b>	<b>0.10</b>				

**Omar A. Huamani Salazar**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 146898

**FICHA DE REGISTRO DE CONTROL DE FISURAS EN LA SUPERFICIE DEL CONCRETO DE LA LOSA CON PLANCHA METALICA ACANALADA INDUSTRIAL, F' C : 210 kg/cm2, e = 0.30 mm.**

Nombre de la Tesista **Bach. Ing. Alexis Antony Segura Millan.**

Nombre de la Tesis: **Comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metalicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, Chilca, Junin.**

Ubicacion: **Av. General Cordova N° 523.  
Chilca - Huancayo - Junin**

Fecha de Emision: **01/08/2020**

N° DE FISURAS	FECHA	HORA DE LECTURA	Δ DE TIEMPO DESDE EL COLOCADO-LECTURA (hrs+min)	Δ DE TIEMPO DESDE LA ULTIMA LECTURA (hrs+min)	LONGITUD (cm)	ESPESOR (mm)			T° CONCRETO (°C)	T° AMBIENTE (°C)	VEL. DEL VIENTO (m/s)	HUMEDAD AMBIENTE (%)
						SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR				
<b>DATOS</b>												
Mezclado	30/07/2020	08:38:00 a.m.								12.00	0.70	65%
Inicio de colocado	30/07/2020	08:50:00 a.m.							12.50	13.00	0.50	60%
Fin de colocado	30/07/2020	09:21:00 a.m.							12.40	13.00	0.43	51%
Fisura N° 01	30/07/2020	10:00:00 a.m.	0.65 h	---	4.00	0.23	0.33	0.20	13.40	15.50	0.31	44%
Fisura N° 02	30/07/2020	10:02:00 a.m.	0.68 h	---	1.90	0.14	0.12	0.08	13.40	15.50	0.40	44%
<b>TOTAL DE 2 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>				<b>5.90</b>	<b>0.37</b>	<b>0.45</b>	<b>0.28</b>				
<b>PROMEDIO</b>						<b>2.95</b>	<b>0.19</b>	<b>0.23</b>	<b>0.14</b>			
Fisura N° 01	30/07/2020	11:21:00 a.m.	2 h	1 h + 21 min	4.00	0.23	0.33	0.20	17.70	19.50	0.43	38%
Fisura N° 02	30/07/2020	11:22:00 a.m.	2 h + 1 min	1 h + 20 min	1.90	0.14	0.12	0.08	17.70	19.50	0.39	38%
<b>TOTAL DE 2 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>				<b>5.90</b>	<b>0.37</b>	<b>0.45</b>	<b>0.28</b>				
<b>PROMEDIO</b>						<b>2.95</b>	<b>0.19</b>	<b>0.23</b>	<b>0.14</b>			
Fisura N° 01	30/07/2020	11:56:00 p.m.	2 h + 35 min	0.58 h	4.00	0.23	0.34	0.20	21.60	21.00	0.38	28%
Fisura N° 02	30/07/2020	11:58:00 p.m.	2 h + 37 min	0.60 h	2.00	0.12	0.12	0.08	21.60	21.00	0.35	28%
<b>TOTAL DE 2 FISURAS</b>	<b>30/07/2020</b>				<b>6.00</b>	<b>0.35</b>	<b>0.46</b>	<b>0.28</b>				
<b>PROMEDIO</b>						<b>3.00</b>	<b>0.18</b>	<b>0.23</b>	<b>0.14</b>			

N° DE FISURAS	FECHA	HORA DE LECTURA	Δ DE TIEMPO DESDE EL COLOCADO-LECTURA (hrs+min)	Δ DE TIEMPO DESDE LA ULTIMA LECTURA (hrs+min)	LONGITUD (cm)	ESPESOR (mm)			T° CONCRETO (°C)	T° AMBIENTE (°C)	VEL. DEL VIENTO (m/s)	HUMEDAD AMBIENTE (%)
						SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR				
<b>DATOS</b>												
Mezclado	30/07/2020	08:38:00 a.m.								12.00	0.70	65%
Inicio de colocado	30/07/2020	08:50:00 a.m.							12.50	13.00	0.50	60%
Fin de colocado	30/07/2020	09:21:00 a.m.							12.40	13.00	0.43	51%
Fisura N° 01	31/07/2020	10:30:00 a.m.	25 h + 9 min	22 h + 34 min	4.00	0.24	0.34	0.20	---	15.80	0.38	41%
Fisura N° 02	31/07/2020	10:32:00 a.m.	25 h + 11 min	22 h + 36 min	1.90	0.12	0.12	0.08	---	15.80	0.40	41%
<b>TOTAL DE 2 FISURAS</b>	<b>31/07/2020</b>				<b>5.90</b>	<b>0.36</b>	<b>0.46</b>	<b>0.28</b>				
<b>PROMEDIO</b>						<b>2.95</b>	<b>0.18</b>	<b>0.23</b>	<b>0.14</b>			
Fisura N° 01	31/07/2020	08:00:00 p.m.	34 h + 39 min	9 h + 30 min	4.00	0.23	0.34	0.20	---	16.00	0.16	26%
Fisura N° 02	31/07/2020	08:03:00 p.m.	34 h + 42 min	9 h + 31 min	1.90	0.12	0.11	0.08	---	15.90	0.14	26%
<b>TOTAL DE 2 FISURAS</b>	<b>31/07/2020</b>				<b>5.90</b>	<b>0.35</b>	<b>0.45</b>	<b>0.28</b>				
<b>PROMEDIO</b>						<b>2.95</b>	<b>0.18</b>	<b>0.23</b>	<b>0.14</b>			

**Omar A. Huamani Salazar**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 148898

**FICHA DE CONTROL DE DEFLEXIONES**

Nombre de la Tesista:	Bach. Ing. Alexis Antony Segura Millan.
Nombre de la Tesis:	Comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metalicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, Chilca, Junin.
Ubicacion:	Av. General Cordova N° 523. Chilca - Huancayo - Junin
Fecha de Evaluacion:	28/08/2020

**LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CONVENCIONAL**

Dimensiones:	0.10 m x 0.34 m x 3.6 m	
Peso propio estimado:	293.76 kg.	
Peso real:	304.09 kg.	
Peso del concreto:	293.76 kg.	
Peso de la varilla:	Ø 1/2"	7.152 kg.
Peso de la varilla:	Ø 3/8"	5.18 kg.
Fecha de despuntamiento	28/08/2020	
Hora de descenso total a los apoyos:	09:51:00 am	
Deflexión inicial al momento del desencofrado por peso propio:	09:55:00 am	4.45 mm
Deflexión media por peso propio:	10:00:00 am	4.95 mm
Deflexión media por peso propio:	10:05:00 am	5.16 mm
Deflexión final por peso propio:	10:10:00 am	5.16 mm
Deja de flectarse por peso propio a los 5.16 mm		
Hora de inicio:	11:00:00 am	

**Primera porcion de cargas.**

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
1	Bloque de concreto	20x20x40	19.2 kg
2	Bloque de concreto	20x20x40	19.2 kg
3	Bloque de concreto	20x20x40	18.7 kg
4	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg
5	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg
6	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
			Total: 115.6 kg

Deflexion por 1era carga:	6.30 mm
Variacion entre deflexiones:	1.14 mm

**Segunda porcion de cargas.**

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
7	Bloque de concreto	20x20x40	20.0 kg



8	Bloque de concreto	20x20x40	20.0 kg
9	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg
10	Bloque de concreto	20x20x40	19.1 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
Total:			194.2 kg

Deflexion por 2da carga:	7.33 mm
Variacion entre deflexiones:	1.03 mm

**Tercera porcion de cargas.**

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
11	Bloque de concreto	20x20x40	19.9 kg
12	Bloque de concreto	20x20x40	19.9 kg
13	Bloque de concreto	20x20x40	19.4 kg
14	Bloque de concreto	20x20x40	19.7 kg
15	Bloque de concreto	20x20x40	18.9 kg
16	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
Total:			311.8 kg

Deflexion por 3ra carga:	7.98 mm
Variacion entre deflexiones:	0.65 mm

**Cuarta porcion de cargas.**

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
17	Bloque de concreto	20x20x40	20.4 kg
18	Bloque de concreto	20x20x40	18.6 kg
19	Bloque de concreto	20x20x40	19.7 kg
20	Bloque de concreto	20x20x40	19.3 kg
21	Bloque de concreto	20x20x40	20.1 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
Total:			409.9 kg

Deflexion por 4ta carga:	8.75 mm
Variacion entre deflexiones:	0.77 mm

**Quinta porcion de cargas.**

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
22	Bloque de concreto	20x20x40	19.1 kg
23	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg
24	Bloque de concreto	20x20x40	20.5 kg
25	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg
26	Bloque de concreto	20x20x40	18.4 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	

Bloque de concreto	20x20x40
Bloque de concreto	20x20x40
Bloque de concreto	20x20x40
Total: 507.5 kg	

Deflexion por 5ta carga:	9.56 mm
Variacion entre deflexiones:	0.81 mm

**Sexta porcion de cargas.**

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
27	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg
28	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg
29	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg
30	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
31	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
32	Bloque de concreto	11x20x30	5.8 kg
33	Bloque de concreto	11x20x30	5.8 kg
34	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
35	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
36	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
37	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
38	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
39	Bloque de concreto	11x20x30	5.7 kg
40	Bloque de concreto	11x20x30	6.7 kg
41	Bloque de concreto	11x20x30	7.8 kg
Total:			600.4 kg

Deflexion por 6ta carga:	10.21 mm
Variacion entre deflexiones:	0.65 mm

**Deflexion por descarga.**

Tiempo con carga: 1 hora después

Hora final del retiro de los bloques (carga): 12:10:00 pm		
Deflexión inicial al momento de retirar la carga total:	12:11:00 pm	8.10mm
Deflexión media:	12:15:00 pm	8.05mm
Deflexión final al momento que deja de retornar:	12:20:00 pm	8.05mm
Deja de retornar a su posición inicial a los 8.05mm		

**Omar A. Huamani Salazar**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 146898

**FICHA DE CONTROL DE DEFLEXIONES**

<b>Nombre de la Tesista:</b>	Bach. Ing. Alexis Antony Segura Millan.
<b>Nombre de la Tesis:</b>	Comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metalicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, Chilca, Junin.
<b>Ubicacion:</b>	Av. General Cordova N° 523. Chilca - Huancayo - Junin
<b>Fecha de Evaluacion:</b>	28/08/2020

**LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CON PLANCHA ACANALADA FIRME - EXPERTA, e=0.25MM.**

Dimensiones:	0.10 m x 0.34 m x 3.6 m		
Espesor de la plancha metalica ondulada:		<b>0.25 mm.</b>	
Peso propio estimado de la probeta:		<b>264.0 kg.</b>	
Peso real de la probeta:		<b>276.40 kg.</b>	
Peso de la plancha:		3.54 kg.	
Peso del concreto:		264.0 kg.	
Peso de la varilla:	Ø 1/2"	7.152 kg.	
Peso de la varilla:	Ø 3/8"	1.71 kg.	
Fecha de despuntamiento:	28/08/2020		
Hora de descenso total a los apoyos:	09:21:00 am		
<b>Deflexión inicial al momento del desencofrado por peso propio:</b>	09:25:00 am	0.85 mm	
<b>Deflexión media por peso propio:</b>	09:30:00 am	0.88 mm	
<b>Deflexión media por peso propio:</b>	09:35:00 am	0.93 mm	
<b>Deflexión por peso propio:</b>	09:40:00 am	0.93 mm	
Deja de flexarse por peso propio a los 0.93 mm			
Hora de inicio:	12:26:00 pm		
<b>Primera porcion de cargas.</b>			
<b>N°</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Dimensiones(cm)</b>	<b>Peso (kg)</b>
1	Bloque de concreto	20x20x40	19.2 kg
2	Bloque de concreto	20x20x40	19.2 kg
3	Bloque de concreto	20x20x40	18.7 kg
4	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg
5	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg
6	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
			<b>Total: 115.6 kg</b>
Deflexion por 1era carga:	2.33 mm		
Variacion entre deflexiones:	1.40 mm		

**Segunda porcion de cargas.**

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
7	Bloque de concreto	20x20x40	20.0 kg
8	Bloque de concreto	20x20x40	20.0 kg
9	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg
10	Bloque de concreto	20x20x40	19.1 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	

Total: 194.2 kg

Deflexion por 2da carga: 3.48 mm

Variacion entre deflexiones: 1.15 mm

**Tercera porcion de cargas.**

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
11	Bloque de concreto	20x20x40	19.9 kg
12	Bloque de concreto	20x20x40	19.9 kg
13	Bloque de concreto	20x20x40	19.4 kg
14	Bloque de concreto	20x20x40	19.7 kg
15	Bloque de concreto	20x20x40	18.9 kg
16	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	

Total: 311.8 kg

Deflexion por 3ra carga: 4.20 mm

Variacion entre deflexiones: 0.72 mm

**Cuarta porcion de cargas.**

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
17	Bloque de concreto	20x20x40	20.4 kg
18	Bloque de concreto	20x20x40	18.6 kg
19	Bloque de concreto	20x20x40	19.7 kg
20	Bloque de concreto	20x20x40	19.3 kg
21	Bloque de concreto	20x20x40	20.1 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	

Total: 409.9 kg

Deflexion por 4ta carga: 5.03 mm

Variacion entre deflexiones: 0.83 mm

**Quinta porcion de cargas.**

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
22	Bloque de concreto	20x20x40	19.1 kg
23	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg

24	Bloque de concreto	20x20x40	20.5 kg
25	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg
26	Bloque de concreto	20x20x40	18.4 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x41	
	Bloque de concreto	20x20x42	
	Bloque de concreto	20x20x40	
			Total: 507.5 kg

Deflexion por 5ta carga: 5.77 mm  
 Variacion entre deflexiones: 0.74 mm

**Sexta porcion de cargas.**

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
27	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg
28	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg
29	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg
30	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
31	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
32	Bloque de concreto	11x20x30	5.8 kg
33	Bloque de concreto	11x20x30	5.8 kg
34	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
35	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
36	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
37	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
38	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
39	Bloque de concreto	11x20x30	5.7 kg
40	Bloque de concreto	11x20x30	6.7 kg
41	Bloque de concreto	11x20x30	7.8 kg
			Total: 600.4 kg

Deflexion por 6ta carga: 6.53 mm  
 Variacion entre deflexiones: 0.76 mm

**Deflexion por descarga.**

Tiempo con carga: 1 hora despues

Hora final del retiro de los bloques (carga): 01:30:00 pm

Deflexión inicial al momento de retirar la carga total: 01:31:00 pm 2.60 mm

Deflexión media: 01:35:00 pm 2.60 mm

Deflexión final al momento que deja de retornar: 01:40:00 pm 2.59 mm

Dejó de retornar a su posición inicial a los 2.59 mm

  
 Omar A. Huamani Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 146698

**FICHA DE CONTROL DE DEFLEXIONES**

Nombre de la Tesista:	Bach. Ing. Alexis Antony Segura Millan.
Nombre de la Tesis:	Comportamiento estructural de losas macizas unidireccionales incorporando planchas metalicas de secciones onduladas para edificaciones multifamiliares, Chilca, Junin.
Ubicacion:	Av. General Cordova N° 523. Chilca - Huancayo - Junin
Fecha de Evaluacion:	28/08/2020

**LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CON PLANCHA ACANALADA DE ONDA INDUSTRIAL, e=0.30MM.**

Dimensiones:	0.10 m x 0.34 m x 3.6 m	
Espesor de la plancha metalica:		<b>0.30 mm.</b>
Peso propio estimado de la probeta:		<b>264.0 kg.</b>
Peso real de la probeta:		<b>276.65 kg.</b>
Peso de la plancha:		3.79 kg.
Peso del concreto:		264.0 kg.
Peso de la varilla:	Ø 1/2"	7.152 kg.
Peso de la varilla:	Ø 3/8"	1.71 kg.

Fecha de despuntamiento:	28/08/2020	
Hora de descenso total a los apoyos:	08:56:00 am	
<b>Deflexión inicial al momento del desencofrado por peso propio:</b>	09:00:00 am	0.60 mm
<b>Deflexión media por peso propio:</b>	09:05:00 am	0.62 mm
<b>Deflexión media por peso propio:</b>	09:10:00 am	0.63 mm
<b>Deflexión por peso propio:</b>	09:15:00 am	0.63 mm
Deja de flexarse por peso propio a los 0.63 mm		
Hora de inicio:	03:30:00 pm	

**Primera porcion de cargas.**

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
1	Bloque de concreto	20x20x40	19.2 kg
2	Bloque de concreto	20x20x40	19.2 kg
3	Bloque de concreto	20x20x40	18.7 kg
4	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg
5	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg
6	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
Total:			115.6 kg

Deflexion por 1era carga:	1.77 mm
Variacion entre deflexiones:	1.14 mm

**Segunda porcion de cargas.**

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
----	-------------	-----------------	-----------

7	Bloque de concreto	20x20x40	20.0 kg
8	Bloque de concreto	20x20x40	20.0 kg
9	Bloque de concreto	20x20x40	19.5 kg
10	Bloque de concreto	20x20x40	19.1 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
			Total: 194.2 kg

Deflexion por 2da carga:	2.85 mm
Variacion entre deflexiones:	1.08 mm

#### Tercera porcion de cargas.

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
11	Bloque de concreto	20x20x40	19.9 kg
12	Bloque de concreto	20x20x40	19.9 kg
13	Bloque de concreto	20x20x40	19.4 kg
14	Bloque de concreto	20x20x40	19.7 kg
15	Bloque de concreto	20x20x40	18.9 kg
16	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
			Total: 311.8 kg

Deflexion por 3ra carga:	3.70 mm
Variacion entre deflexiones:	0.85 mm

#### Cuarta porcion de cargas.

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
17	Bloque de concreto	20x20x40	20.4 kg
18	Bloque de concreto	20x20x40	18.6 kg
19	Bloque de concreto	20x20x40	19.7 kg
20	Bloque de concreto	20x20x40	19.3 kg
21	Bloque de concreto	20x20x40	20.1 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
			Total: 409.9 kg

Deflexion por 4ta carga:	4.56 mm
Variacion entre deflexiones:	0.86 mm

#### Quinta porcion de cargas.

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
22	Bloque de concreto	20x20x40	19.1 kg
23	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg
24	Bloque de concreto	20x20x40	20.5 kg
25	Bloque de concreto	20x20x40	19.8 kg

26	Bloque de concreto	20x20x40	18.4 kg
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
	Bloque de concreto	20x20x40	
			Total: 507.5 kg

Deflexion por 5ta carga: 5.27 mm  
 Variacion entre deflexiones: 0.71 mm

**Sexta porcion de cargas.**

N°	Descripcion	Dimensiones(cm)	Peso (kg)
27	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg
28	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg
29	Bloque de concreto	11x20x30	5.9 kg
30	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
31	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
32	Bloque de concreto	11x20x30	5.8 kg
33	Bloque de concreto	11x20x30	5.8 kg
34	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
35	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
36	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
37	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
38	Bloque de concreto	11x20x30	6.2 kg
39	Bloque de concreto	11x20x30	5.7 kg
40	Bloque de concreto	11x20x30	6.7 kg
41	Bloque de concreto	11x20x30	7.8 kg
			Total: 600.4 kg

Deflexion por 6ta carga: 6.09 mm  
 Variacion entre deflexiones: 0.82 mm

**Deflexion por descarga.**

Tiempo con carga: 1 hora despues

**Hora final del retiro de los bloques (carga):** 04:35:00 pm  
**Deflexión inicial al momento de retirar la carga total:** 04:36:00 pm 2.41 mm  
**Deflexión media:** 04:40:00 pm 2.39 mm  
**Deflexión final al momento que deja de retornar:** 04:45:00 pm 2.39 mm  
 Hora de retornar a su posición inicial a los 2.39 mm

  
 Omar A. Huamant Salazar  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 148898



## ANEXO D: MEMORIAS DE CÁLCULO

Calculo del refuerzo necesario para el ítem B – tramo 4-3:

### Tramo 4-3

$$Mu = 1.424 \text{ Ton.m} , b = 100 \text{ cm} , d = 7.37 \text{ cm}$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 , Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

- Cuantía mecánica:

Aplicando la ecuación 7.

Remplazando datos:

$$W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times Mu}{\phi \times F'c \times b \times d^2}} = W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 1.424 \text{ Ton.m} \times 10^5 \text{ kg.cm}^2}{0.90 \times 210 \text{ kg/cm}^2 \times 100 \text{ cm} \times (7.37 \text{ cm})^2}}$$

$$W = 0.15$$

- Cuantía de diseño:

Aplicando la ecuación 8.

Remplazando datos:

$$P = W \times \frac{F'c}{Fy} = P = 0.15 \times \frac{210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$P = 0.0076$$

Verificamos el tipo de falla, para ello empleamos la tabla numero 15:

$P$	$<$	$P \text{ Max}$
$0.0076$	$<$	$0.016$

Falla dúctil OK!!!

- Calculo del área de acero de refuerzo:

Aplicando la ecuación 9.

Remplazando datos:

$$\begin{aligned} \underline{\underline{As = P \times b \times d}} &= \underline{\underline{As = 0.0076 \times 100 \text{ cm} \times 7.37 \text{ cm}}} \\ \underline{\underline{As}} &= \underline{\underline{5.60 \text{ cm}^2}} \end{aligned}$$

Comprobamos el acero mínimo para la losa maciza con la ecuación siguiente:

Aplicamos la ecuación 10.

$$\begin{aligned} \underline{\underline{\text{Reemplazando datos:}}} \\ \underline{\underline{As \text{ min} = 0.0018 \times b \times h}} &= \underline{\underline{As \text{ min} = 0.0018 \times 100 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}}} \\ \underline{\underline{As \text{ min}}} &= \underline{\underline{1.80 \text{ cm}^2}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{\underline{As}} &> \underline{\underline{As \text{ min}}} \\ \underline{\underline{5.60 \text{ cm}^2}} &> \underline{\underline{1.80 \text{ cm}^2}} \end{aligned}$$

Basado en los resultados de espaciamiento seleccionamos el menor de  $S = 30 \text{ cm}$ , así que el espaciamiento de las varillas de refuerzo no deben exceder a  $30 \text{ cm}$ .

Aplicamos la ecuación 13.

$$\begin{aligned} \underline{\underline{\text{Reemplazando datos:}}} \\ \underline{\underline{S \emptyset = \frac{Asb \times b}{As}}} &= \underline{\underline{S \emptyset = \frac{1.29 \text{ cm}^2 \times 100 \text{ cm}}{5.60 \text{ cm}^2}}} \\ \underline{\underline{S}} &= \underline{\underline{23.03 \text{ cm}}} \end{aligned}$$

El espaciamiento para una barra corrugada de diámetro  $\emptyset 1/2''$  la separación es de  $23.03 \text{ cm}$  que es redondeado a  $23 \text{ cm}$ , dentro del parámetro de espaciamiento máximo de  $30 \text{ cm}$ .

Por ello se selecciona la barra corrugada para el ítem B – tramo 4-3.

**USAREMOS  $\Rightarrow$   $\emptyset 1/2'' @ 0.23 \text{ m}$**

**Calculo del refuerzo necesario para el ítem C, E y G – apoyo 3, 2 y 1:**

**Apoyo 3, 2 y 1**

$$Mu = 1.567 \text{ Ton.m} , b = 100 \text{ cm} , d = 7.37 \text{ cm}$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 , Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

- Cuantía mecánica:

Aplicando la ecuación 7.

Remplazando datos:

$$W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times Mu}{\phi \times F'c \times b \times d^2}} = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 1.567 \text{ Ton.m} \times 10^5 \text{ kg/cm}^2}{0.90 \times 210 \text{ kg/cm}^2 \times 100 \text{ cm} \times (7.37 \text{ cm})^2}}$$

$$W = 0.17$$

- Cuantía de diseño:

Aplicando la ecuación 8.

Remplazando datos:

$$P = W \times \frac{F'c}{Fy} = 0.17 \times \frac{210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$P = 0.0085$$

Verificamos el tipo de falla, para ello empleamos la tabla numero 15:

$P$	<	$P \text{ Max}$
<b>0.0085</b>	<	<b>0.016</b>

**Falla dúctil OK!!!**

- Calculo del área de acero de refuerzo:

Aplicando la ecuación 9.

Remplazando datos:

$$\begin{aligned} \underline{\underline{As = P \times b \times d}} &= \underline{\underline{As = 0.0085 \times 100 \text{ cm} \times 7.37 \text{ cm}}} \\ \underline{\underline{As}} &= \underline{\underline{6.26 \text{ cm}^2}} \end{aligned}$$

Comprobamos el acero mínimo para la losa maciza con la ecuación siguiente:

Aplicamos la ecuación 10.

$$\begin{aligned} \underline{\underline{\text{Reemplazando datos:}}} \\ \underline{\underline{As \text{ min} = 0.0018 \times b \times h}} &= \underline{\underline{As \text{ min} = 0.0018 \times 100 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}}} \\ \underline{\underline{As \text{ min}}} &= \underline{\underline{1.80 \text{ cm}^2}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{\underline{As}} &> \underline{\underline{As \text{ min}}} \\ \underline{\underline{6.26 \text{ cm}^2}} &> \underline{\underline{1.80 \text{ cm}^2}} \end{aligned}$$

Basado en los resultados de espaciamiento seleccionamos el menor de  $S = 30 \text{ cm}$ , así que el espaciamiento de las varillas de refuerzo no deben exceder a 30 cm.

Aplicamos la ecuación 13.

$$\begin{aligned} \underline{\underline{\text{Reemplazando datos:}}} \\ \underline{\underline{S \emptyset = \frac{Asb \times b}{As}}} &= \underline{\underline{S \emptyset = \frac{1.29 \text{ cm}^2 \times 100 \text{ cm}}{5.60 \text{ cm}^2}}} \\ \underline{\underline{S}} &= \underline{\underline{20.61 \text{ cm}}} \end{aligned}$$

El espaciamiento para una barra corrugada de diámetro  $\emptyset 1/2''$  la separación es de 20.61 cm que es redondeado a 21 cm, dentro del parámetro de espaciamiento máximo de 30 cm.

Por ello se selecciona la barra corrugada para el ítem C – apoyo 3.

$$\underline{\underline{\text{USAREMOS} \rightarrow \emptyset 1/2'' @ 0.21 \text{ m}}}}$$

Calculo del refuerzo necesario para el ítem D y F – tramo 3-2 y tramo 2-1:

**Tramo 3-2 y Tramo 2-1**

$$Mu = 0.979 \text{ Ton.m} , b = 100 \text{ cm} , d = 7.37 \text{ cm}$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 , Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

- Cuantía mecánica:

Aplicando la ecuación 7.

Remplazando datos:

$$W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times Mu}{\phi \times F'c \times b \times d^2}} = W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 0.979 \text{ Ton.m} \times 10^5 \text{ kg/cm}^2}{0.90 \times 210 \text{ kg/cm}^2 \times 100 \text{ cm} \times (7.37 \text{ cm})^2}}$$

$$W = 0.10$$

- Cuantía de diseño:

Aplicando la ecuación 8.

Remplazando datos:

$$P = W \times \frac{F'c}{Fy} = P = 0.10 \times \frac{210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$P = 0.0051$$

Verificamos el tipo de falla, para ello empleamos la tabla numero 16:

$P$	<	$P \text{ Max}$
0.0051	<	0.016

**Falla dúctil OK!!!**

- Calculo del área de acero de refuerzo:

Aplicando la ecuación 9.

Remplazando datos:

$$\begin{aligned} \underline{\underline{As = P \times b \times d}} &= \underline{\underline{As = 0.0051 \times 100 \text{ cm} \times 7.37 \text{ cm}}} \\ \underline{\underline{As}} &= \underline{\underline{3.76 \text{ cm}^2}} \end{aligned}$$

Comprobamos el acero mínimo para la losa maciza con la ecuación siguiente:

Aplicamos la ecuación 10.

Remplazando datos:

$$\begin{aligned} \underline{\underline{As \text{ min} = 0.0018 \times b \times h}} &= \underline{\underline{As \text{ min} = 0.0018 \times 100 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}}} \\ \underline{\underline{As \text{ min}}} &= \underline{\underline{1.80 \text{ cm}^2}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{\underline{As}} &> \underline{\underline{As \text{ min}}} \\ \underline{\underline{3.76 \text{ cm}^2}} &> \underline{\underline{1.80 \text{ cm}^2}} \end{aligned}$$

Basado en los resultados de espaciamiento seleccionamos el menor de  $S = 30 \text{ cm}$ , así que el espaciamiento de las varillas de refuerzo no deben exceder a  $30 \text{ cm}$ .

Aplicamos la ecuación 13.

Remplazando datos:

$$\begin{aligned} \underline{\underline{S \emptyset = \frac{Asb \times b}{As}}} &= \underline{\underline{S \emptyset = \frac{0.71 \text{ cm}^2 \times 100 \text{ cm}}{3.76 \text{ cm}^2}}} \\ \underline{\underline{S}} &= \underline{\underline{18.88 \text{ cm}}} \end{aligned}$$

El espaciamiento para una barra corrugada de diámetro  $\emptyset 3/8''$  la separación es de  $18.88 \text{ cm}$  que es redondeado a  $19 \text{ cm}$ , dentro del parámetro de espaciamiento máximo de  $30 \text{ cm}$ .

Por ello se selecciona la barra corrugada para el ítem D – tramo 3-2 y tramo 2-1.

**USAREMOS ➡  $\emptyset 3/8'' @ 0.19 \text{ m}$**

- Diseño de la losa maciza usando planchas acanalada de onda industrial - ( $e_s = 0.30 \text{ mm}$ )

Calculo del refuerzo necesario para el ítem B – tramo 4-3:

**Tramo 4-3**

$$Mu = 1.428 \text{ Ton.m} , b = 100 \text{ cm} , d = 8.00 \text{ cm}$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 , Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

- Cuantía mecánica:

Aplicando la ecuación 7.

Reemplazando datos:

$$W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7xMu}{\phi x F'c x b x d^2}} = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7x1.428 \text{ Ton.m} x 10^5 \text{ kg/cm}^2}{0.90x210\text{kg/cm}^2x100\text{cm}x(8.00\text{cm})^2}}$$

$$W = 0.12$$

- Cuantía de diseño:

Aplicando la ecuación 8.

Reemplazando datos:

$$P = W X \frac{F'c}{Fy} = 0.12 x \frac{210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$P = 0.006$$

Verificamos el tipo de falla, para ello empleamos la tabla numero 15:

$P$	<	$P \text{ Max}$
<b>0.006</b>	<	<b>0.016</b>

**Falla dúctil OK!!!**

- Calculo del área de acero de refuerzo:

Aplicando la ecuación 9.

Remplazando datos:

$$A_s = P \times b \times d = A_s = 0.006 \times 100 \text{ cm} \times 8.00 \text{ cm}$$

$$A_s = 4.80 \text{ cm}^2$$

Comprobamos el acero mínimo para la losa maciza con la plancha metálica de secciones onduladas con la ecuación siguiente:

Aplicamos la ecuación 10.

Remplazando datos:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 \times b \times h = A_{s \text{ min}} = 0.0018 \times 100 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ min}} = 1.80 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s \text{ min}}$$

$$4.80 \text{ cm}^2 > 1.80 \text{ cm}^2$$

Basado en los resultados de espaciamiento seleccionamos el menor de  $S = 30 \text{ cm}$ , así que el espaciamiento de las varillas de refuerzo no deben exceder a  $30 \text{ cm}$ .

Aplicamos la ecuación 13.

Remplazando datos:

$$S \emptyset = \frac{A_s b \times b}{A_s} = S \emptyset = \frac{1.29 \text{ cm}^2 \times 100 \text{ cm}}{4.80 \text{ cm}^2}$$

$$S = 26.88 \text{ cm}$$

El espaciamiento para una barra corrugada de diámetro  $\emptyset 1/2''$  la separación es de  $26.88 \text{ cm}$  que es redondeado a  $27 \text{ cm}$ , medida dentro el parámetro de espaciamiento máximo de  $30 \text{ cm}$ .

Por ello se selecciona la barra corrugada para el ítem B – tramo 4-3.

**USAREMOS** ➡  $\emptyset 1/2'' @ 0.27 \text{ m}$



**Calculo del refuerzo necesario para el ítem C, E y G – apoyo 3, 2 y 1:**

**Apoyo 3, 2 y 1**

$$Mu = 1.571 \text{ Ton.m} , b = 100 \text{ cm} , d = 8.00 \text{ cm}$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 , Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

- Cuantía mecánica:

Aplicando la ecuación 7.

Remplazando datos:

$$W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times Mu}{\phi \times F'c \times b \times d^2}} = W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 1.571 \text{ Ton.m} \times 10^5 \text{ kg/cm}^2}{0.90 \times 210 \text{ kg/cm}^2 \times 100 \text{ cm} \times (8.00 \text{ cm})^2}}$$

$$W = 0.14$$

- Cuantía de diseño:

Aplicando la ecuación 8.

Remplazando datos:

$$P = W \times \frac{F'c}{Fy} = P = 0.14 \times \frac{210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$P = 0.007$$

Verificamos el tipo de falla, para ello empleamos la tabla numero 16:

$P$	$<$	$P \text{ Max}$
$0.007$	$<$	$0.016$

**Falla dúctil OK!!!**

- Calculo del área de acero de refuerzo:

Aplicando la ecuación 9.

Remplazando datos:

$$\begin{aligned} \underline{\underline{As = P \times b \times d}} &= \underline{\underline{As = 0.007 \times 100 \text{ cm} \times 8.00 \text{ cm}}} \\ \underline{\underline{As}} &= \underline{\underline{5.66 \text{ cm}^2}} \end{aligned}$$

Comprobamos el acero mínimo para la losa maciza con la plancha metálica de secciones onduladas con la ecuación siguiente:

Aplicamos la ecuación 10.

$$\begin{aligned} \underline{\underline{\text{Reemplazando datos:}}} \\ \underline{\underline{As \text{ min} = 0.0018 \times b \times h}} &= \underline{\underline{As \text{ min} = 0.0018 \times 100 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}}} \\ \underline{\underline{As \text{ min}}} &= \underline{\underline{1.80 \text{ cm}^2}} \\ \underline{\underline{As}} &> \underline{\underline{As \text{ min}}} \\ \underline{\underline{5.66 \text{ cm}^2}} &> \underline{\underline{1.80 \text{ cm}^2}} \end{aligned}$$

Basado en los resultados de espaciamiento seleccionamos el menor de  $S = 30 \text{ cm}$ , así que el espaciamiento de las varillas de refuerzo no deben exceder a  $30 \text{ cm}$ .

Aplicamos la ecuación 13.

$$\begin{aligned} \underline{\underline{\text{Reemplazando datos:}}} \\ \underline{\underline{S \emptyset = \frac{Asb \times b}{As}}} &= \underline{\underline{S \emptyset = \frac{1.29 \text{ cm}^2 \times 100 \text{ cm}}{5.66 \text{ cm}^2}}} \\ \underline{\underline{S}} &= \underline{\underline{22.79 \text{ cm}}} \end{aligned}$$

El espaciamiento para una barra corrugada de diámetro  $\emptyset 1/2''$  la separación es de  $22.79 \text{ cm}$  que es redondeado a  $23 \text{ cm}$ , medida dentro el parámetro de espaciamiento máximo de  $30 \text{ cm}$ .

Por ello se selecciona la barra corrugada para el ítem C, E y G – apoyo 3, 2 y 1.

**USAREMOS  $\Rightarrow$   $\emptyset 1/2'' @ 0.23 \text{ m}$**

**Calculo del refuerzo necesario para el ítem D y F – tramo 3-2 y tramo 2-1:**

**Tramo 3-2 y tramo 2-1**

$$Mu = 0.982 \text{ Ton.m} , b = 100 \text{ cm} , d = 8.00 \text{ cm}$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2 , Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

- Cuantía mecánica:

Aplicando la ecuación 7.

Remplazando datos:

$$W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times Mu}{\phi F'c b x d^2}} = W = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 1.571 \text{ Ton.m} \times 10^5 \text{ kg/cm}^2}{0.90 \times 210 \text{ kg/cm}^2 \times 100 \text{ cm} \times (8.00 \text{ cm})^2}}$$

$$W = 0.085$$

- Cuantía de diseño:

Aplicando la ecuación 8.

Remplazando datos:

$$P = W \times \frac{F'c}{Fy} = 0.085 \times \frac{210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$P = 0.0043$$

Verificamos el tipo de falla, para ello empleamos la tabla numero 16:

$P$	<	$P \text{ Max}$
0.0043	<	0.016

**Falla dúctil OK!!!**

- Calculo del área de acero de refuerzo:

Aplicando la ecuación 9.

Remplazando datos:

$$\begin{aligned} \underline{As = P \times b \times d} &= \underline{As = 0.0043 \times 100 \text{ cm} \times 8.00 \text{ cm}} \\ \underline{As} &= \underline{3.44 \text{ cm}^2} \end{aligned}$$

Comprobamos el acero mínimo para la losa maciza con la plancha metálica de secciones onduladas con la ecuación siguiente:

Aplicamos la ecuación 10.

$$\begin{aligned} \underline{\text{Remplazando datos:}} \\ \underline{As \text{ min} = 0.0018 \times b \times h} &= \underline{As \text{ min} = 0.0018 \times 100 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}} \\ \underline{As \text{ min}} &= \underline{1.80 \text{ cm}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{As} &> \underline{As \text{ min}} \\ \underline{3.44 \text{ cm}^2} &> \underline{1.80 \text{ cm}^2} \end{aligned}$$

Basado en los resultados de espaciamiento seleccionamos el menor de  $S = 30 \text{ cm}$ , así que el espaciamiento de las varillas de refuerzo no deben exceder a  $30 \text{ cm}$ .

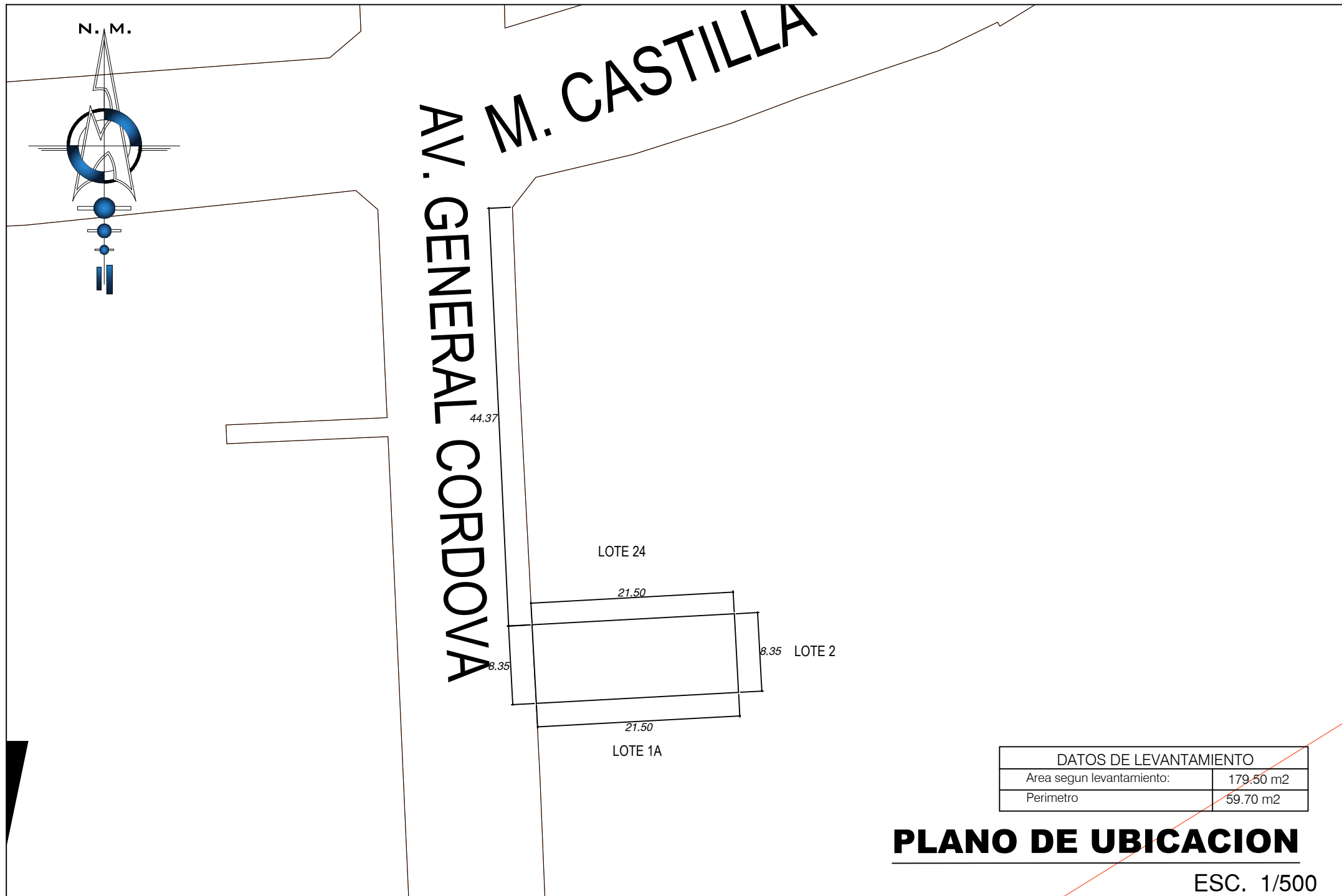
Aplicamos la ecuación 13.

$$\begin{aligned} \underline{\text{Remplazando datos:}} \\ \underline{S \emptyset = \frac{Asb \times b}{As}} &= \underline{S \emptyset = \frac{0.71 \text{ cm}^2 \times 100 \text{ cm}}{3.44 \text{ cm}^2}} \\ \underline{S} &= \underline{20.63 \text{ cm}} \end{aligned}$$

El espaciamiento para una barra corrugada de diámetro  $\emptyset 3/8''$  la separación es de  $20.63 \text{ cm}$  que es redondeado a  $21 \text{ cm}$ , medida dentro el parámetro de espaciamiento máximo de  $30 \text{ cm}$ .

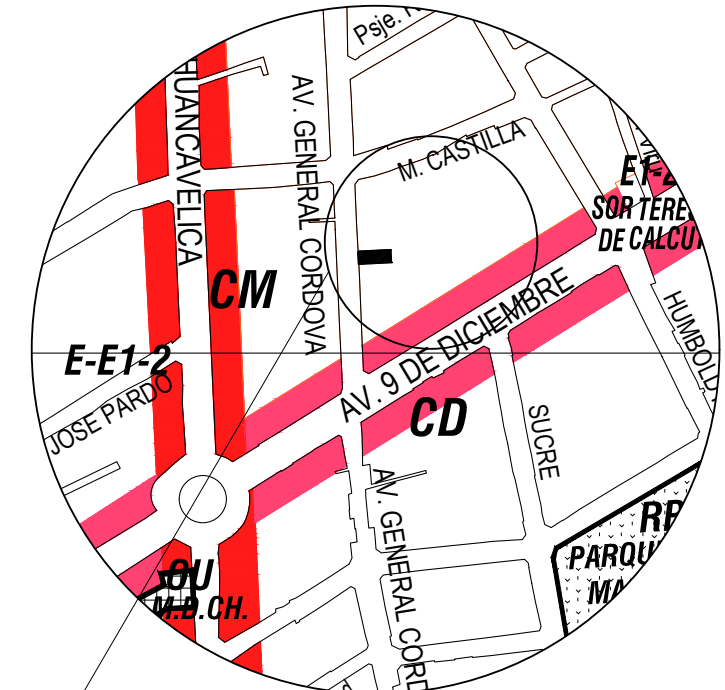
Por ello se selecciona la barra corrugada para el ítem D y F – tramo 3-2 y tramo 2-1.

$$\underline{\text{USAREMOS} \rightarrow \emptyset 3/8'' @ 0.21 \text{ m}}$$



### PLANO DE UBICACION

ESC. 1/500



### ESQUEMA DE LOCALIZACION

ESC. 1/5000

ZONIFICACION R6 - VIVIENDA MULTIFAMILIAR

AREA DE ESTRUCTURACIÓN URBANA

DEPARTAMENTO : JUNIN  
 PROVINCIA : HUANCAYO  
 DISTRITO : TAMBO  
 URBANIZACION : ---  
 NOMBRE DE VIA : AV. GENERAL CORDOVA  
 N° DE INMUEBLE : 523  
 MANZANA : R  
 LOTE : 1B  
 SUB LOTE : ---

PROPIETARIO:

FIRMA Y SELLO DEL PROFESIONAL

PROYECTO:

### LICENCIA DE EDIFICACION

PLANO: LOCALIZACION Y UBICACION

LAMINA:

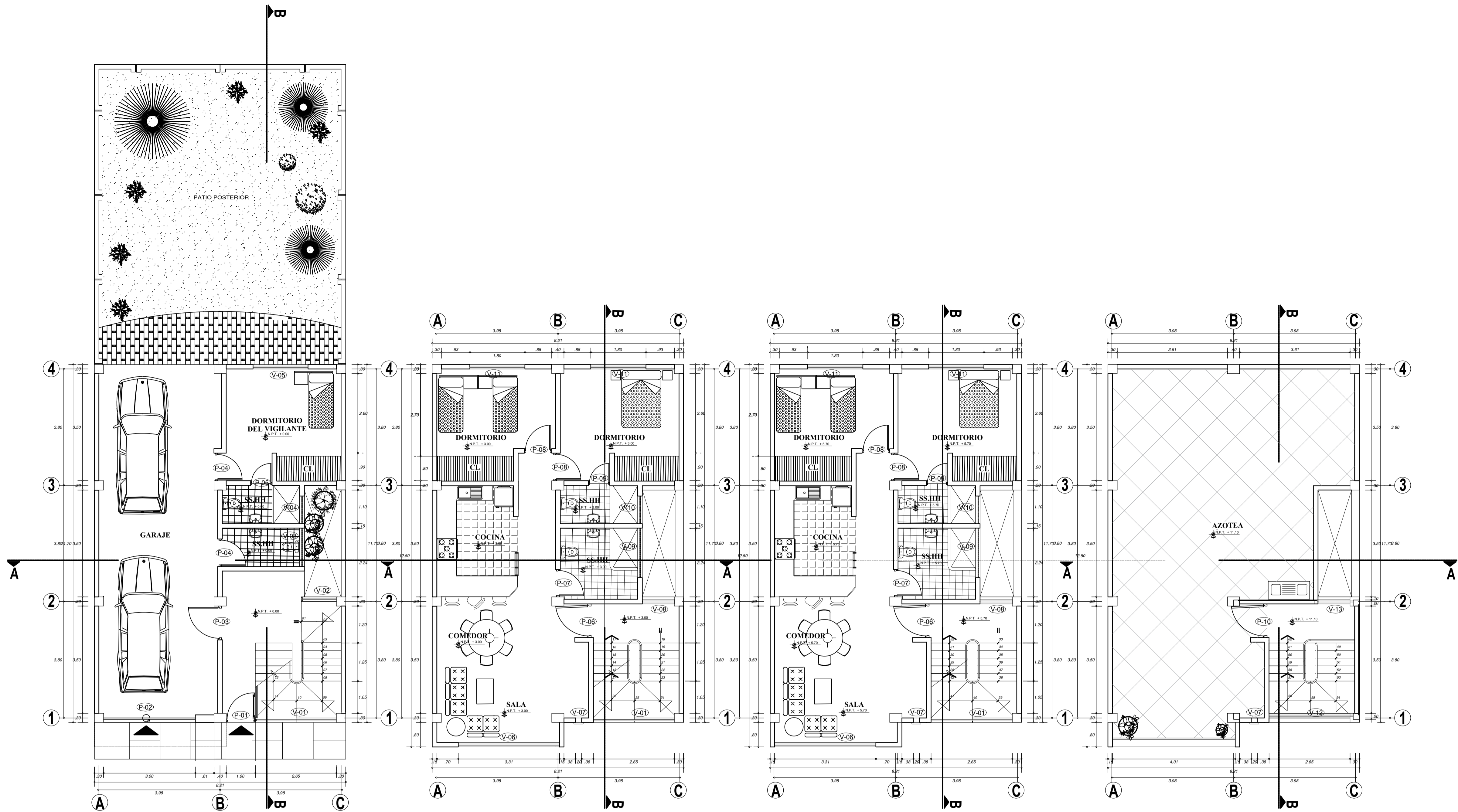
U-1

ESCALA: INDICADA  
 FECHA: NOVIEMBRE 2020

### CUADRO NORMATIVO

### CUADRO DE ÁREAS (m2)

PARÁMETROS	NORMATIVO	PROYECTO	PISOS	ÁREAS DECLARADAS					SUB-TOTAL
				Nueva (*)	Existente	Demolicion (**)	Ampliacion	Remodelacion	
USOS	(Viv. Comercio, Viv. multifamiliar, Viv. en condominio)	Viv. Multifamiliar							
DENSIDAD NETA	550 Hab./ Ha.	12 Hab./ Ha.	1° piso	96.05 m2					96.05 m2
COEF. DE EDIFICACION	6.00	0.06	2° piso	99.50 m2					99.50 m2
% AREA LIBRE	30 %	44.82 %	3° piso	99.50 m2					99.50 m2
ALTURA MAXIMA	6 pisos	04 Pisos	4° piso	99.50 m2					99.50 m2
RETIRO MINIMO	Frontal	5ml	Consolidado	Azotea	17.66 m2				17.66 m2
	Lateral								
	Posterior								
ALINEAMIENTO FACHADA	-----		ÁREA PARCIAL						
AREA DE LOTE NORMATIVO	450-600 m2	179.500 m2	ÁREA TECHADA TOTAL						412.21 m2
FRENTE MINIMO NORMATIVO	10-15 ml	8.35 ml	ÁREA DEL TERRENO						179.500 m2
N° ESTACIONAMIENTO	01 Estacionamiento	02 Estacionamiento	ÁREA LIBRE					( 44.82 ) %	80.46 m2



CUADRO DE VENTANAS						
CANTIDAD	CODIGO	ANCHO	ALFEIZAR	ALTO	MATERIAL	PRIMER PISO
						04
01	V-02	1.15 m	0.50 m	2.15 m	SISTEMA FIJO	
01	V-03	1.25 m	2.00 m	0.65 m	SISTEMA PROYECTANTE	
01	V-04	0.90 m	2.00 m	0.65 m	SISTEMA PROYECTANTE	
01	V-05	1.80 m	1.00 m	1.65 m	SISTEMA CORREDIZA	
01	V-06	3.31 m	0.50 m	2.00 m	SISTEMA PROYECTANTE	
03	V-07	0.30 m	0.50 m	9.95 m	SISTEMA FIJO	
03	V-08	1.05 m	0.20 m	2.15 m	SISTEMA PROYECTANTE	
03	V-09	1.62 m	2.00 m	0.35 m	SISTEMA PROYECTANTE	
03	V-10	0.90 m	2.00 m	0.35 m	SISTEMA PROYECTANTE	
06	V-11	1.80 m	0.90 m	1.45 m	SISTEMA CORREDIZA	
01	V-12	2.65 m	1.10 m	1.20 m	SISTEMA FIJO	
01	V-13	1.15 m	0.20 m	2.10 m	SISTEMA PROYECTANTE	


CUADRO DE PUERTAS						
CANTIDAD	CODIGO	PUERTA DE MADERA, APANELADO TORILLO	PUERTA DE ESTRUCT. ENROLLABLE	PUERTA DE ESTRUCT. METALICA CON ALUMINIO	ALTO	ANCHO
01	P1	●			2.65 m	1.00 m
01	P2		●		2.65 m	3.00 m
01	P3	●			2.65 m	1.10 m
02	P4	●			2.65 m	0.90 m
01	P5			●	2.65 m	0.70 m
03	P6	●			2.35 m	1.10 m
03	P7			●	2.35 m	0.90 m
06	P8	●			2.35 m	0.90 m
03	P9			●	2.35 m	0.70 m
01	P10			●	2.30 m	1.10 m

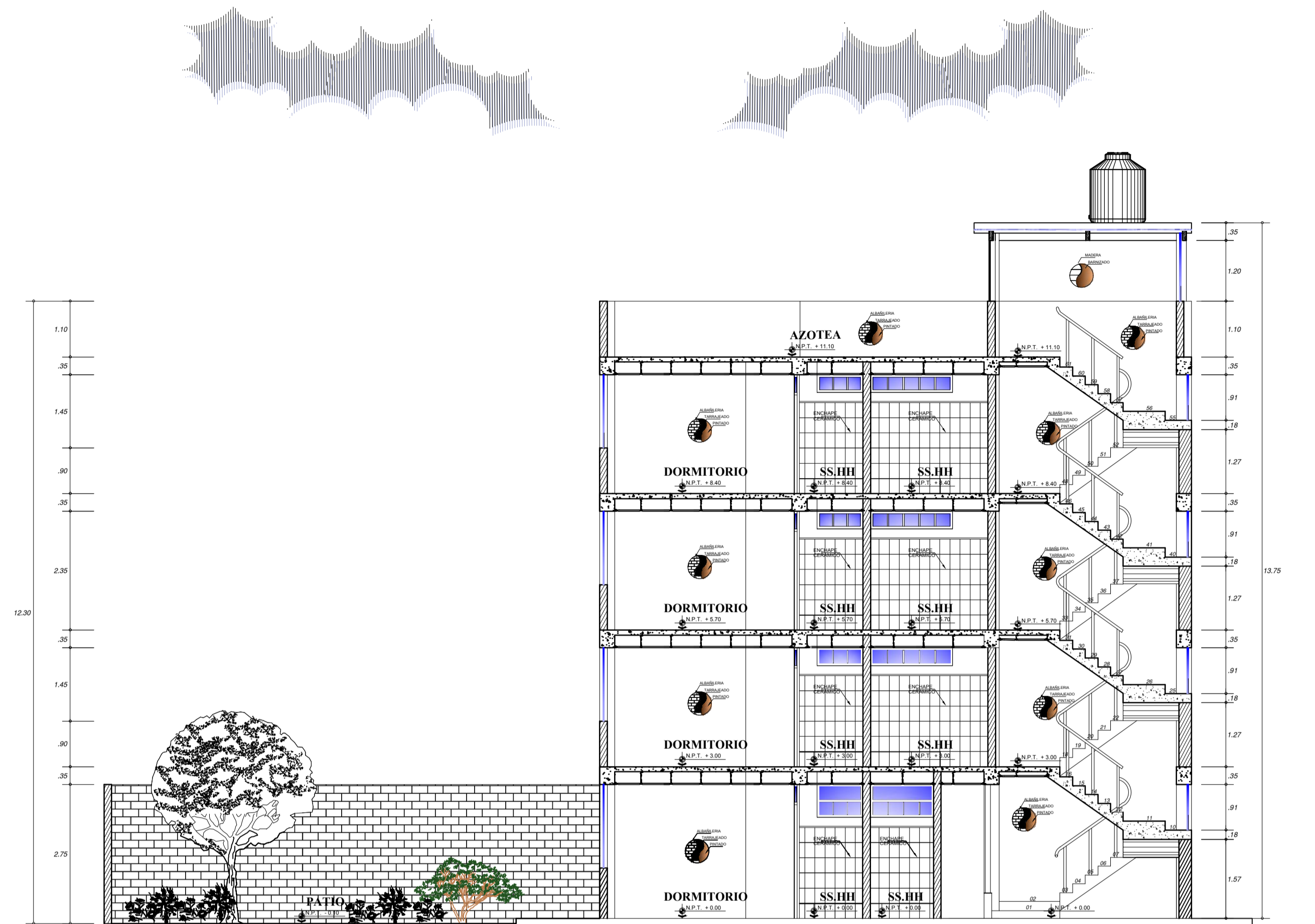
**PRIMER PISO**  
ESCALA 1:75

**SEGUNDO Y CUARTO PISO**  
ESCALA 1:75

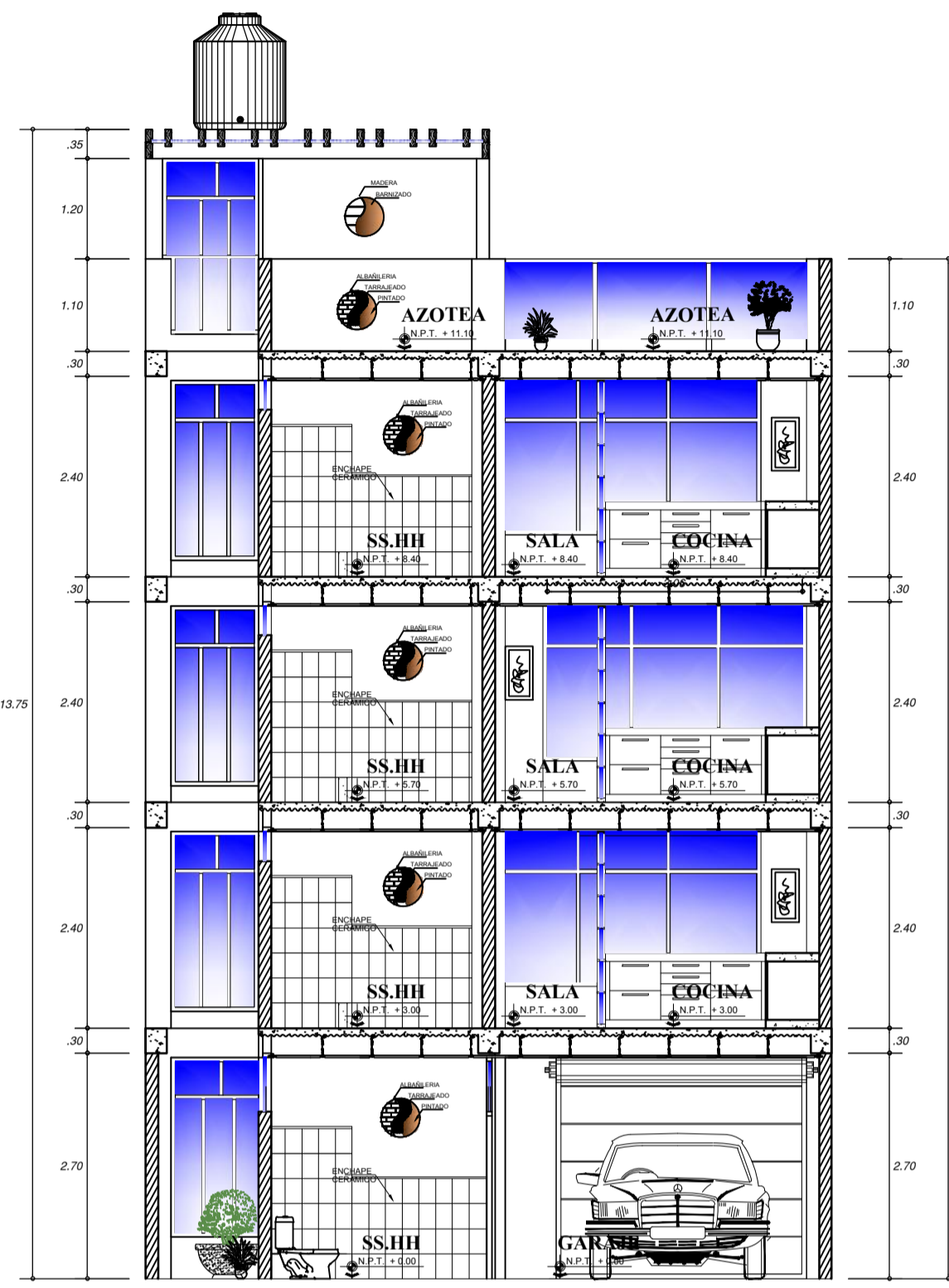
**TERCER PISO**  
ESCALA 1:75

**AZOTEA**  
ESCALA 1:75

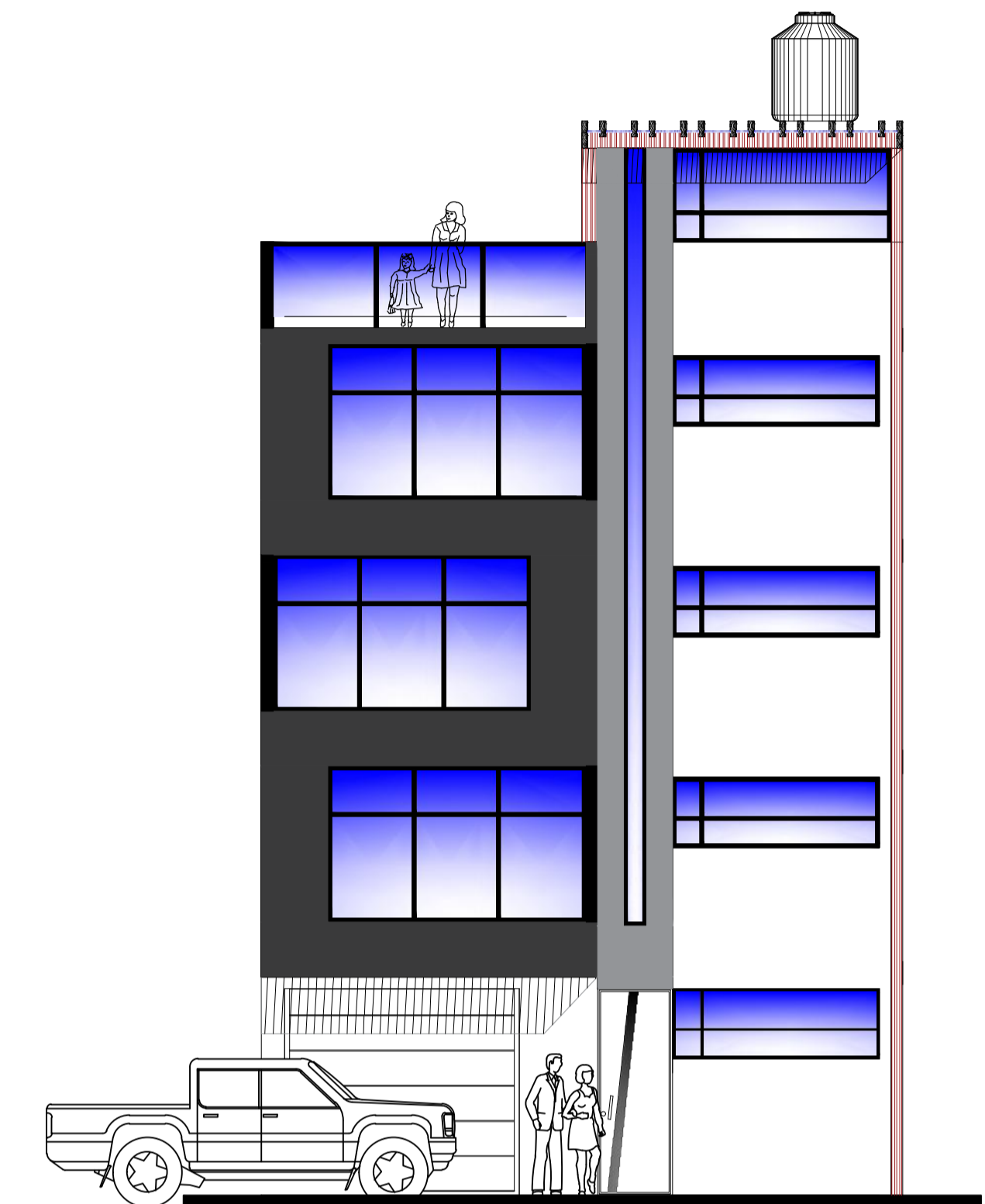
	<b>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</b>			
	PROYECTO <b>VIVIENDA MULTIFAMILIAR</b>			
DIBUJO <b>A.S.M</b> Bach. Ing. Seguro Millan Alexis Antony	ESCALA <b>Indicada</b>	FECHA <b>Octubre -2020</b>	<b>ARQUITECTURA</b> <b>DISTRIBUCION</b>	
			UBIACION <b>Junin - Huancayo - Chilca</b> <b>Av. General Cordova N° 523</b>	
				<b>LAMINA</b> <b>A-01</b>



**CORTE B - B**  
ESCALA 1:75

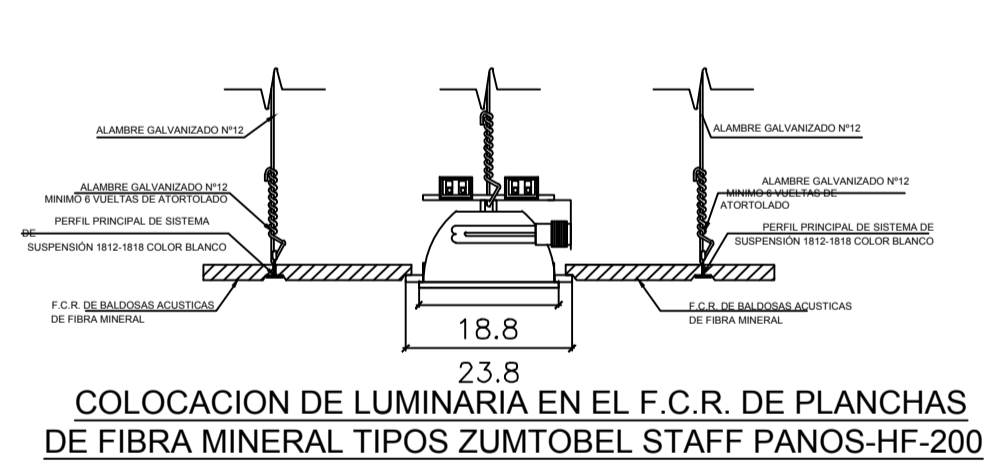


**CORTE A - A**  
ESCALA 1:75

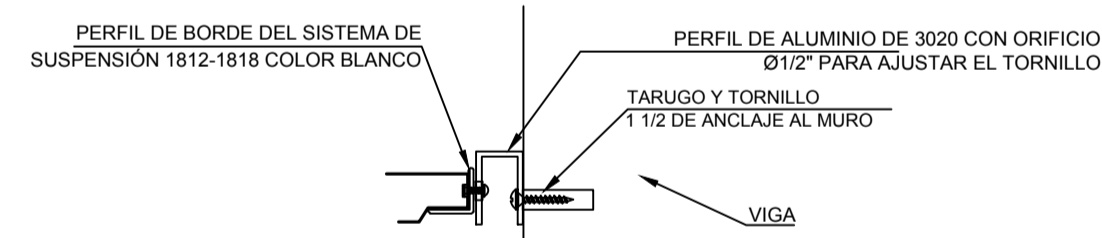


**ELEVACION PRINCIPAL**  
ESCALA 1:75

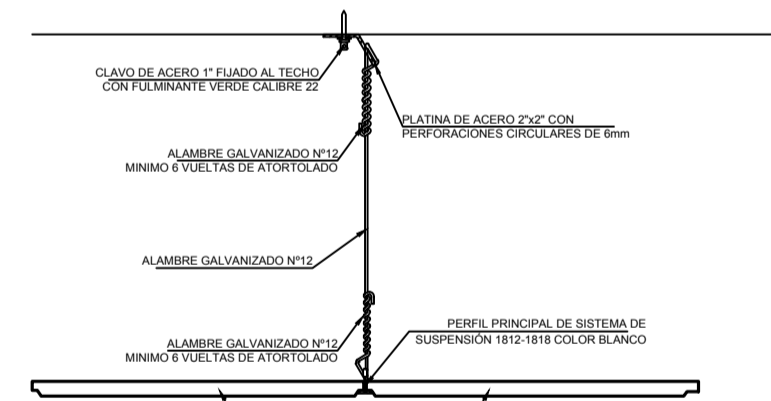
**DETALLES DEL CIELORASO SUSPENDIDO**



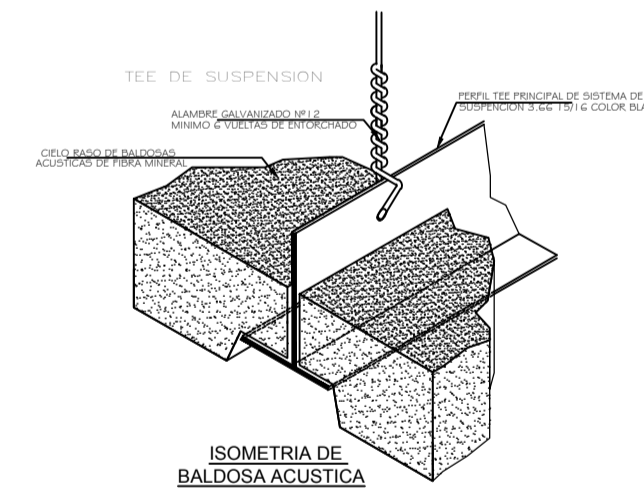
COLOCACION DE LUMINARIA EN EL F.C.R. DE PLANCHAS DE FIBRA MINERAL TIPOS ZUMTOBEL STAFF PANOS-HF-200



**DETALLE 1**



**DETALLE "A"  
BALDOSA ACUSTICAS**



ISOMETRIA DE BALDOSA ACUSTICA



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

PROYECTO **VIVIENDA MULTIFAMILIAR**

PLANO **ARQUITECTURA  
CORTES Y ELEVACIONES**

LAMINA

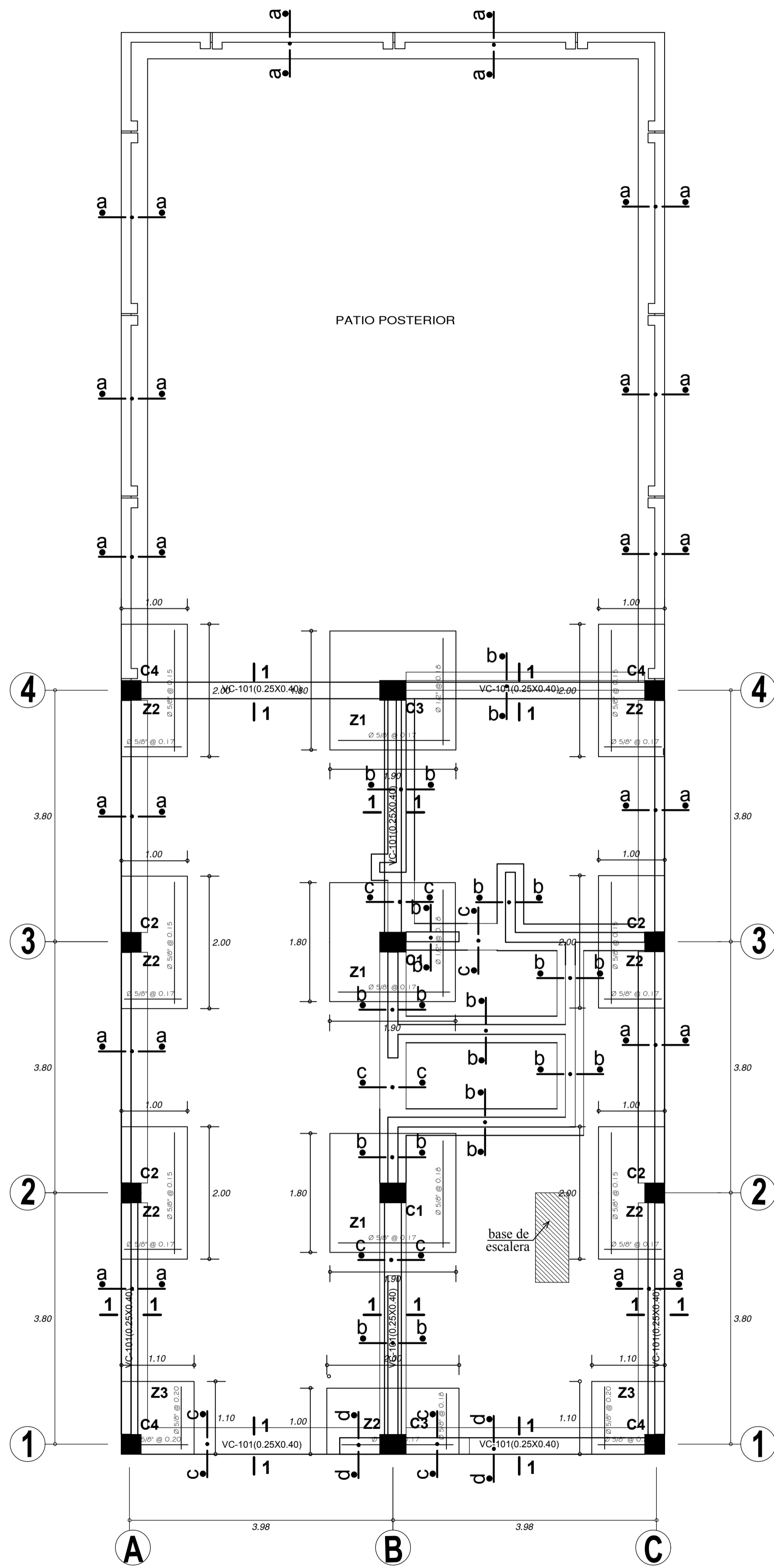
**A-02**

DIBUJO **A.S.M**  
Bach. Ing. Seguro Millan  
Alexis Antony

ESCALA **Indicada**

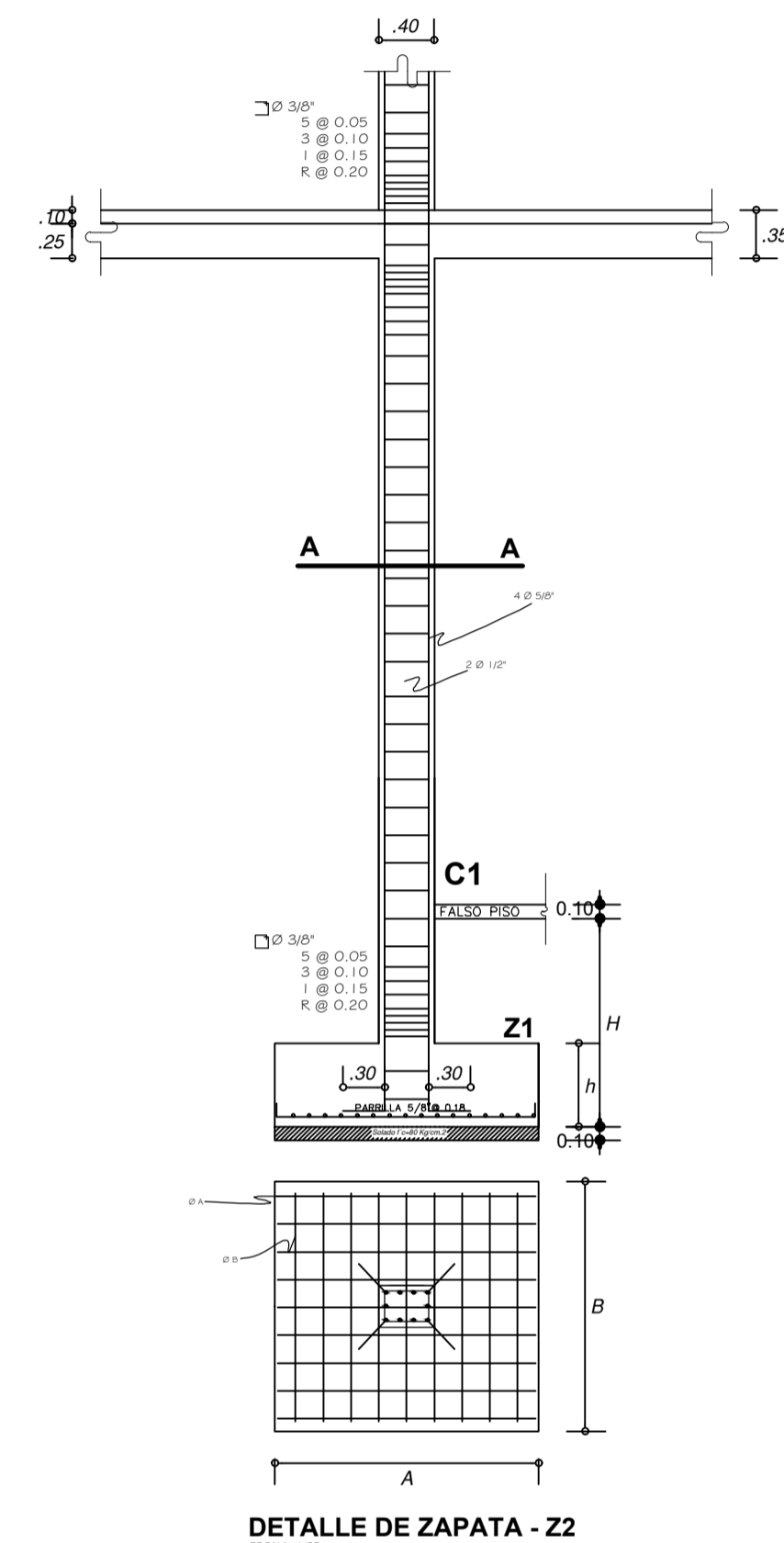
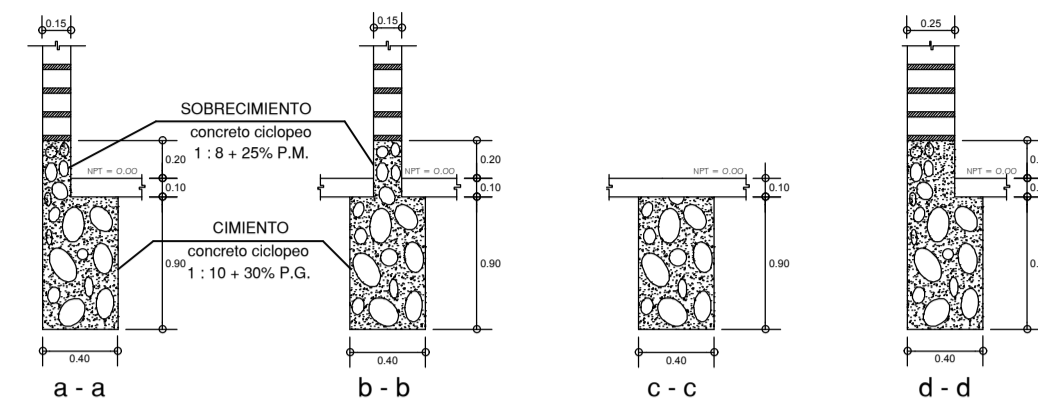
FECHA **Noviembre -2020**

UBICACION **Junin - Huancayo - Chilca  
Av. General Cordova N° 523**



**CIMENTACION**

ESCALA 1 / 50

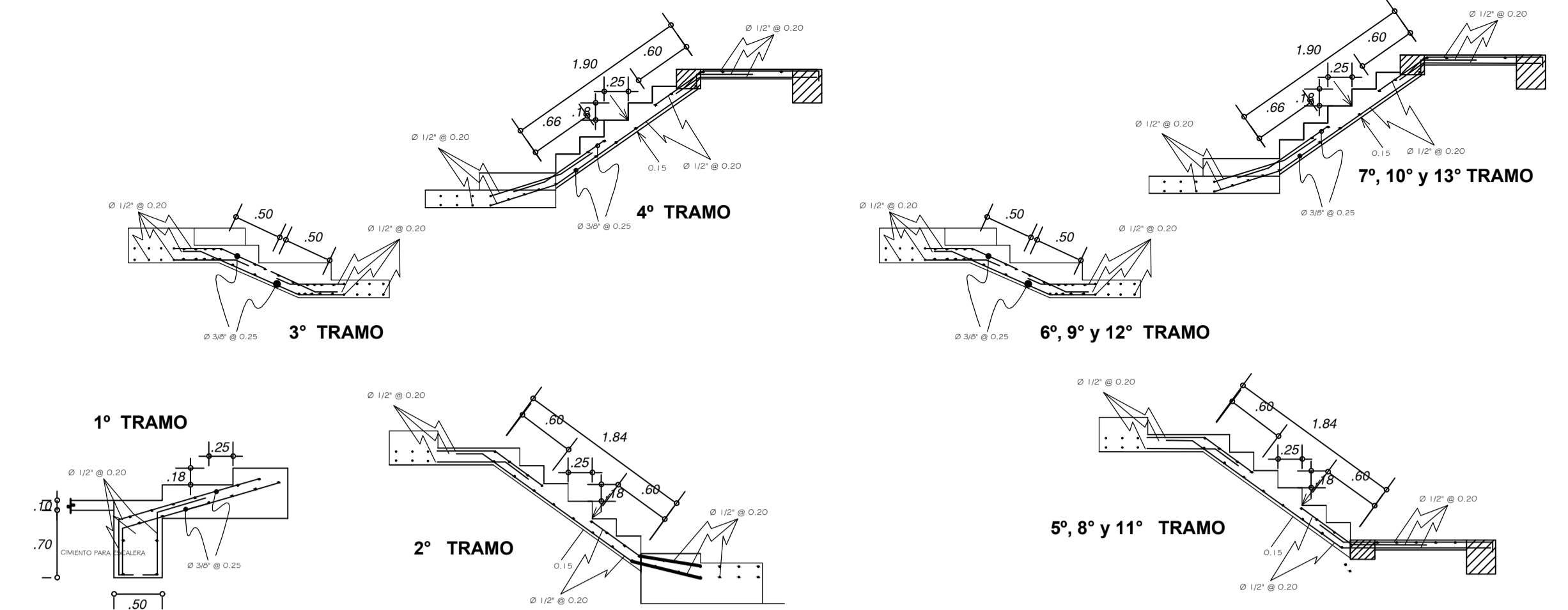


DETALLE DE ZAPATA - Z2

ESPECIFICACIONES	RECUBRIMENTOS
$F_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$	Losas = 2.00 Cm.
$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$	Columnas y Vigas = 4.00 Cm.
$t = 1.00 \text{ Kg/cm}^2$	Escaleras = 2.00 Cm.
SOBRE CARGA EN LOSA MACIZA = 250 Kg/cm <sup>2</sup> .	
SOBRE CARGA EN ESCALERA = 400 Kg/cm <sup>2</sup> .	

CUADRO DE ZAPATAS					
TIPO	A x B	H	h	Ø	
				A	B
Z1	1.90 x 1.80	1.50	0.60	Ø 5/8" @ 0.17	Ø 5/8" @ 0.18
Z2	1.00 x 2.00	1.50	0.60	Ø 5/8" @ 0.17	Ø 5/8" @ 0.15
Z3	1.10 x 1.10	1.50	0.60	Ø 5/8" @ 0.20	Ø 5/8" @ 0.20

SOBRE SOLADO DE CONCRETO

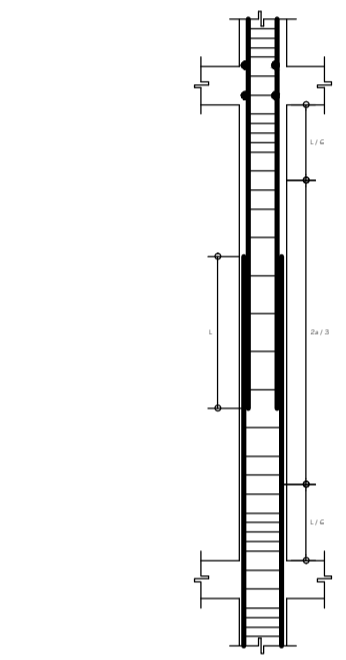


DETALLE DE ESCALERA

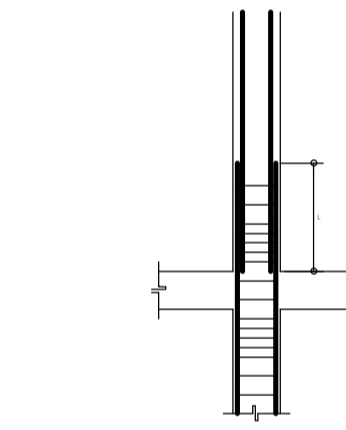
**CUADRO DE TRASLAPES EN COLUMNAS**

LONGITUD DE EMPALME ( L )	
Ø 3/4"	0.65 m.
Ø 5/8"	0.50 m.
Ø 1/2"	0.40 m.

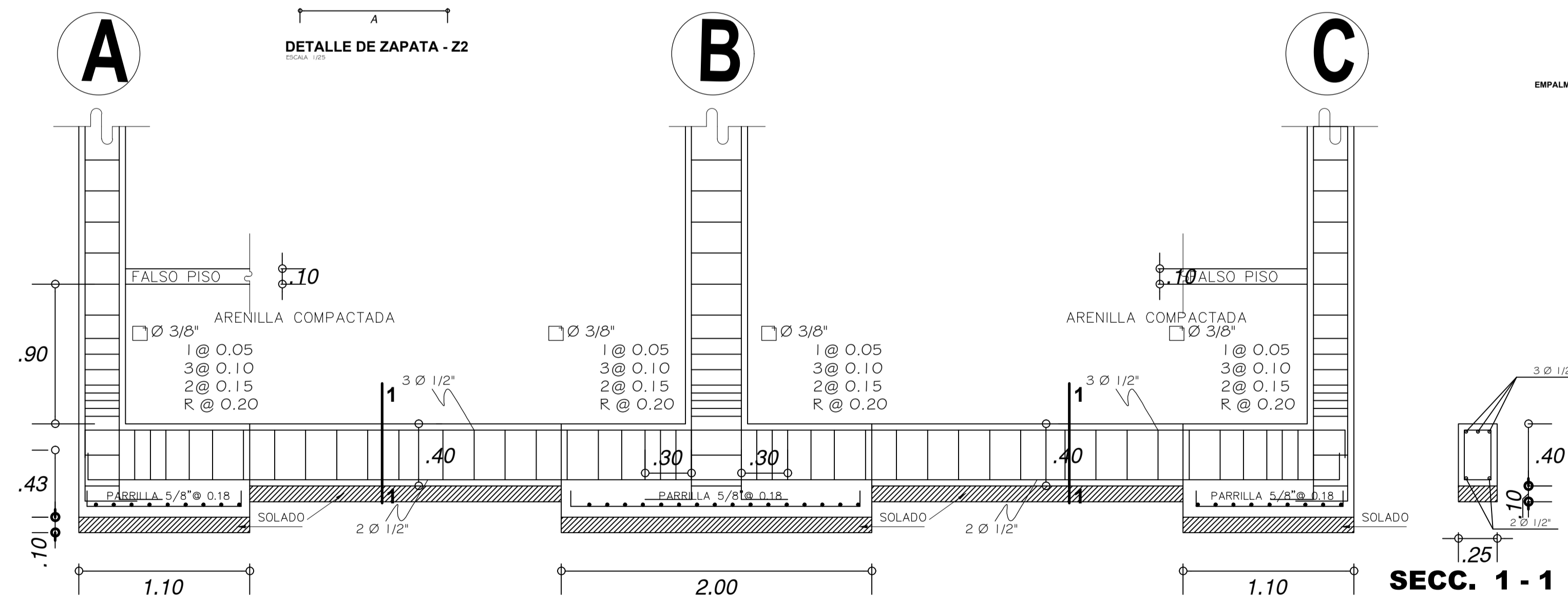
NOTA : EMPALMAR EN DIFERENTES PARTES, TRATANDO DE HACER LOS EMPALMES FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO.



EMPALMES TRASLAPADOS PARA COLUMNAS



EMPALMES TRASLAPADOS PARA COLUMNAS



**DETALLE DE VIGA DE CIMENTACION**

ESCALA 1 / 25

CUADRO DE COLUMNAS		
TIPO	C1	C2
b x t	0.40 x 0.30	0.30 x 0.30
ACERO	4 Ø 5/8" + 6 Ø 1/2"	4 Ø 5/8" + 4 Ø 1/2"
ESTRIBOS	Ø 3/8" 5 @ .05 ; 3 @ .10 1 @ .15 ; R @ .20	Ø 3/8" 5 @ .05 ; 3 @ .10 1 @ .15 ; R @ .20
SECCION ESCALA 1/25		



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

PROYECTO VIVIENDA MULTIFAMILIAR

PLANO

**ESTRUCTURAS  
CIMENTACIONES**

LAMINA

**E-01**

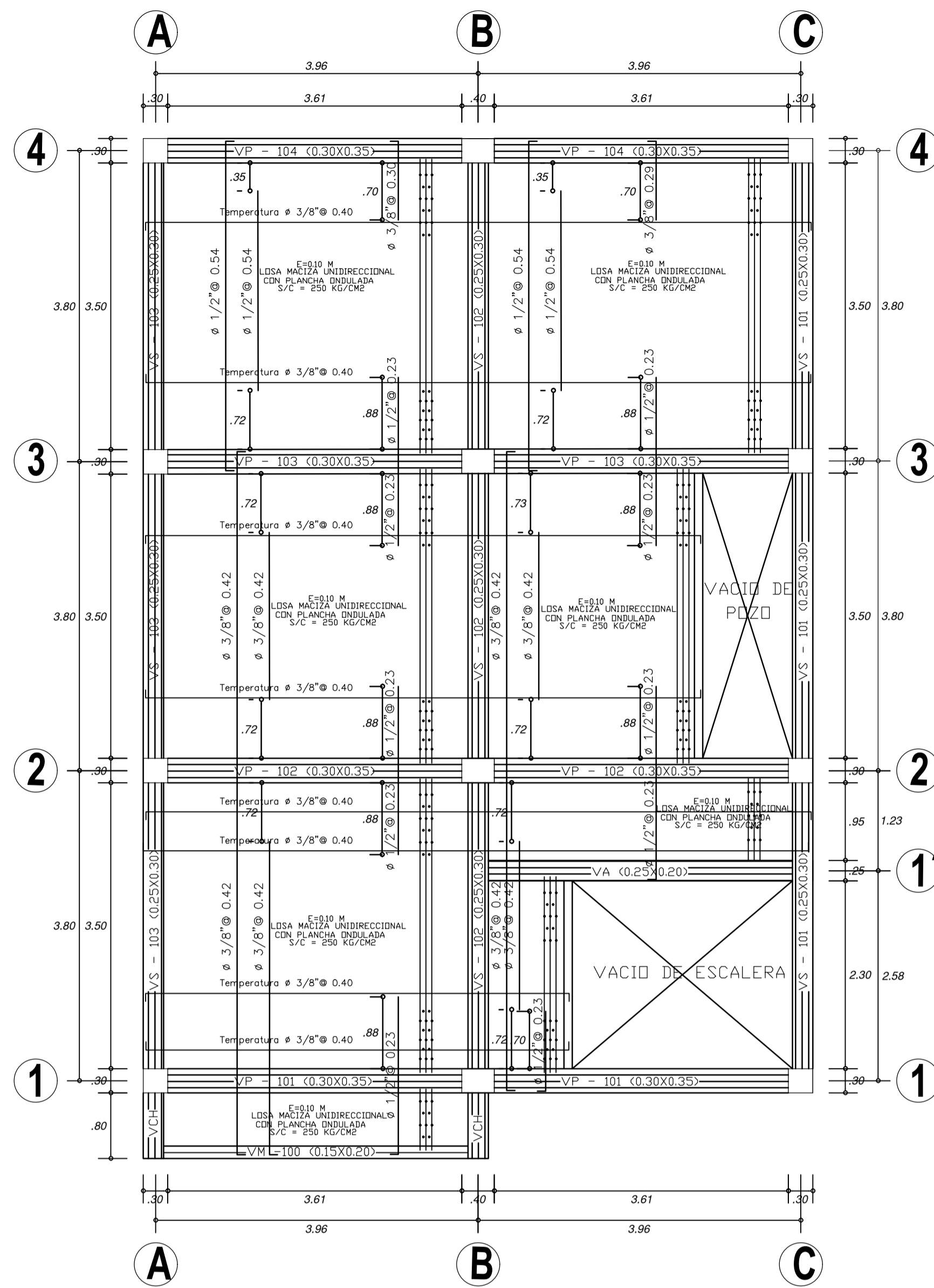
DIBUJO **A.S.M**  
Bach. Ing. Seguro Milan  
Alexis Antony

ESCALA **Indicada**

FECHA **Noviembre -2020**

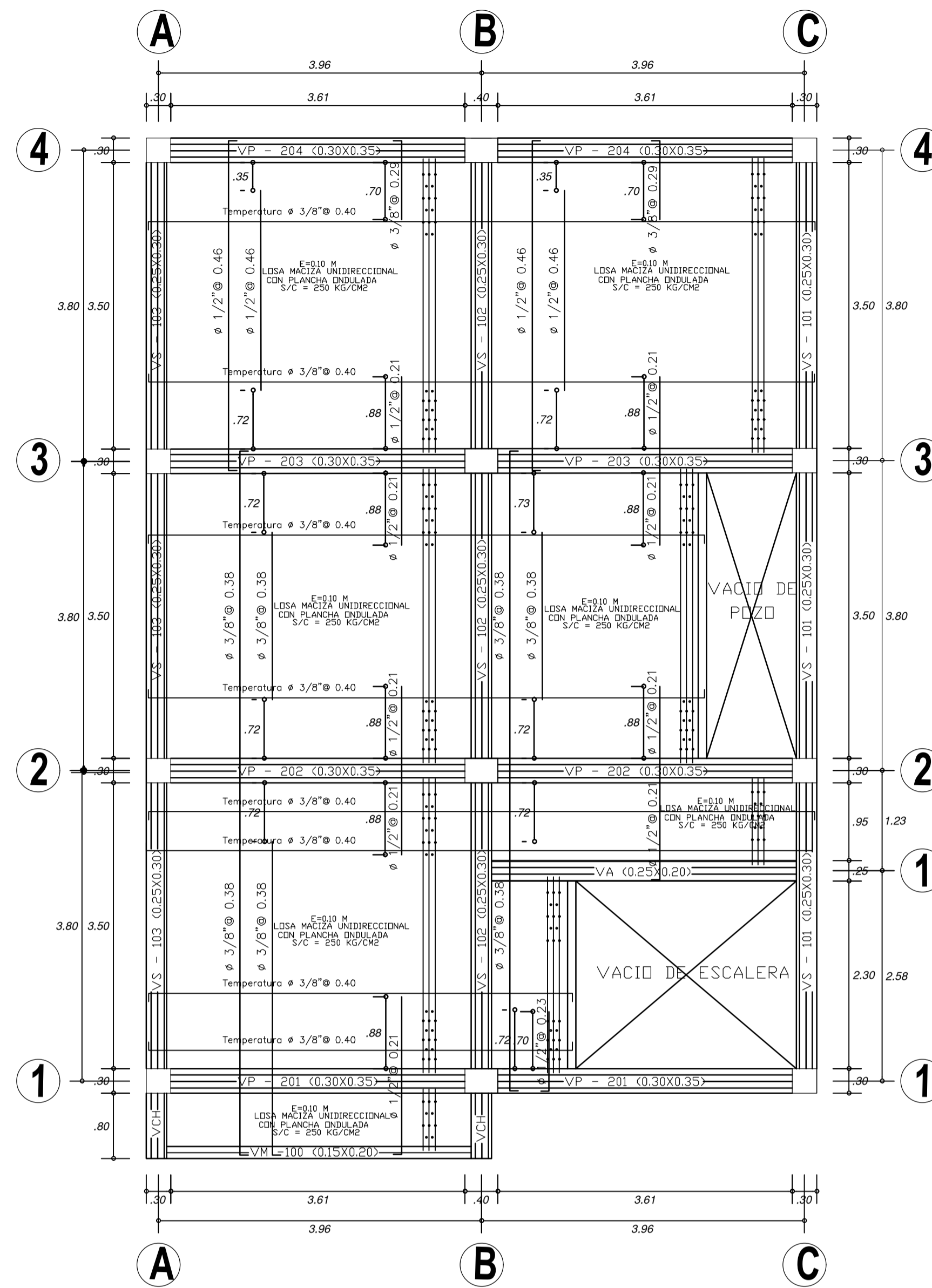
UBICACION **Junin - Huancayo - Chilca  
Av. General Cordova N° 523**





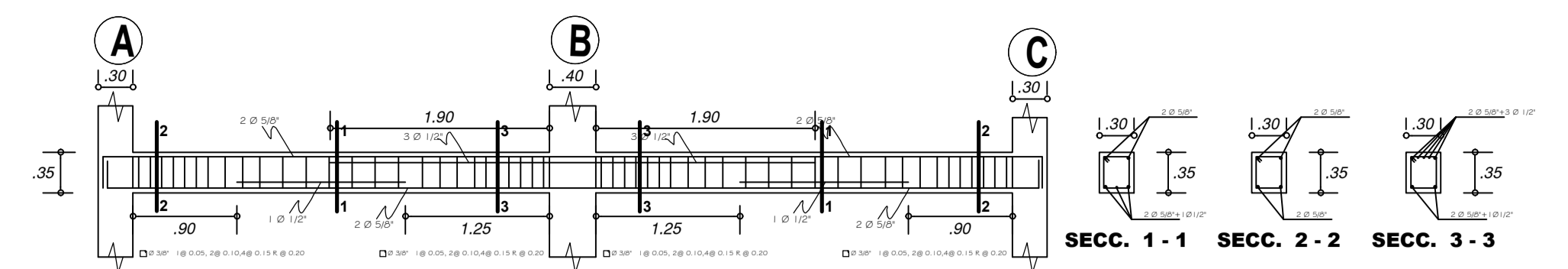
**1°, 2° Y 3° PLANTA LOSA MACIZA CON PLANCHA ONDULADA, e=0.30mm.**

ESCALA 1 / 50



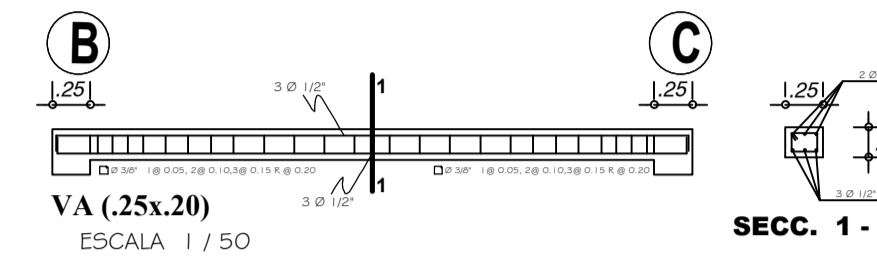
**AZOTEA PLANTA LOSA MACIZA CON PLANCHA ONDULADA, e=0.30mm.**

ESCALA 1 / 50

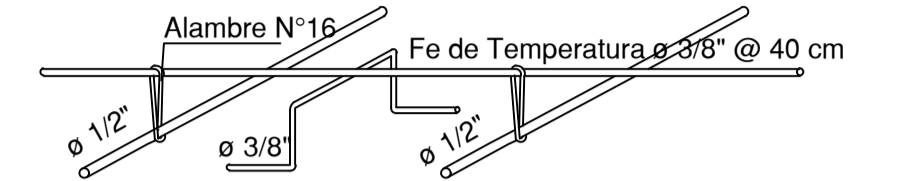


VP (30x.35)-101,102,103,104  
VP (30x.35)-201,202,203,204

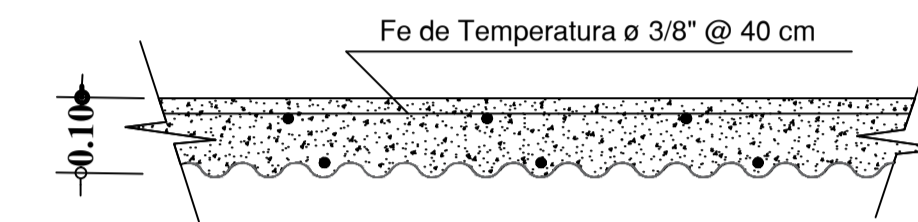
ESCALA 1 / 50



VA (25x.20)  
ESCALA 1 / 50

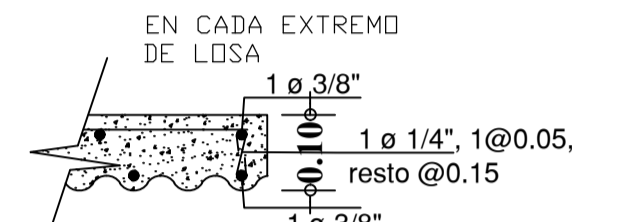


DETALLE DE SUSPENSION DEL ACERO POR TEMPERATURA  
ESCALA 140

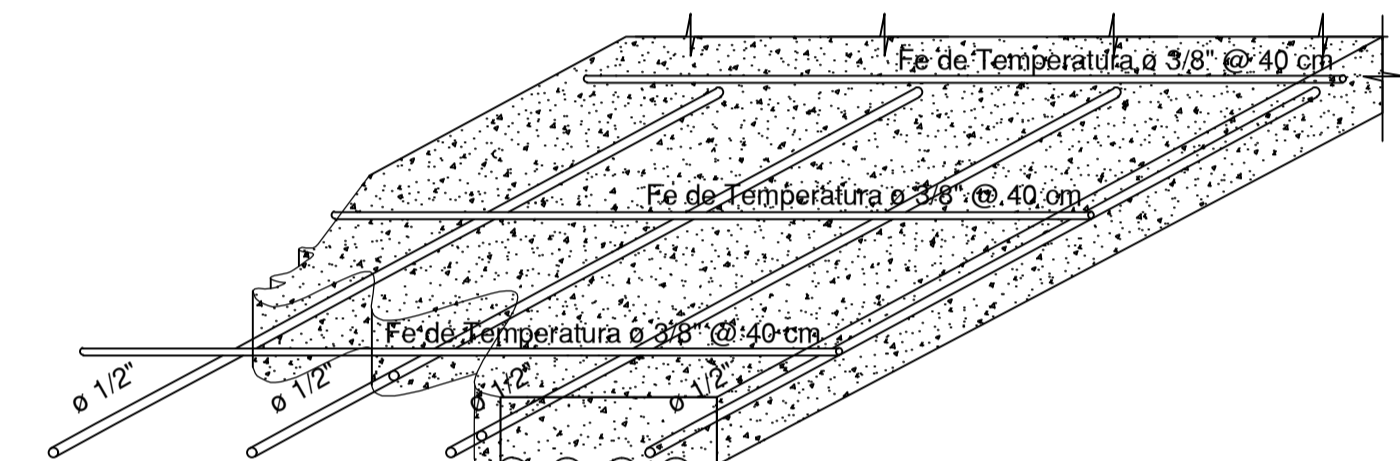


DETALLE DE LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CON PLANCHA ACANALADA DE ONDA INDUSTRIAL, e=0.30mm.

SISTEMA CONSTRUCTIVO ESCALA 1:10



DETALLE DOBLE VIGUETA  
ESCALA 1:10



ISOMETRICO

DETALLE DE LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CON PLANCHA ACANALADA DE ONDA INDUSTRIAL, e=0.30mm.

SISTEMA CONSTRUCTIVO ESCALA 1:10

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

CONCRETO CICLOPEO:

CIMIENTO :CONCRETO CICLOPEO 1 : 10 + 30% PIEDRA GRANDE  
SOBRECIMIENTO :CONCRETO CICLOPEO 1 : 8 + 25% PIEDRA MEDIANA

CONCRETO ARMADO:

ZAPATAS, COLUMNA :210 KG/M2  
VIGAS, LOSAS, ESCALERA :210 KG/CM2

CONCRETO ARMADO:

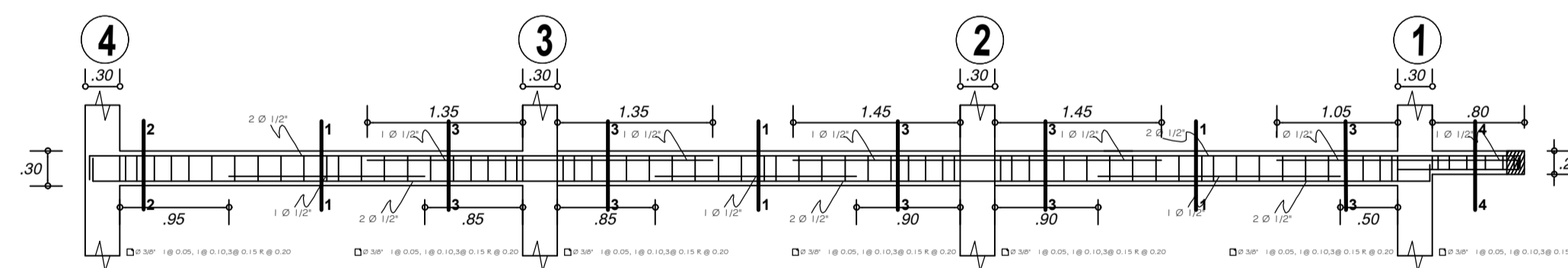
ACERO SIDER-PERU :4,200 KG/M2

TERRENO:

RESISTENCIA DEL TERRENO  
CALICATA 1 :2.04 KG/CM2

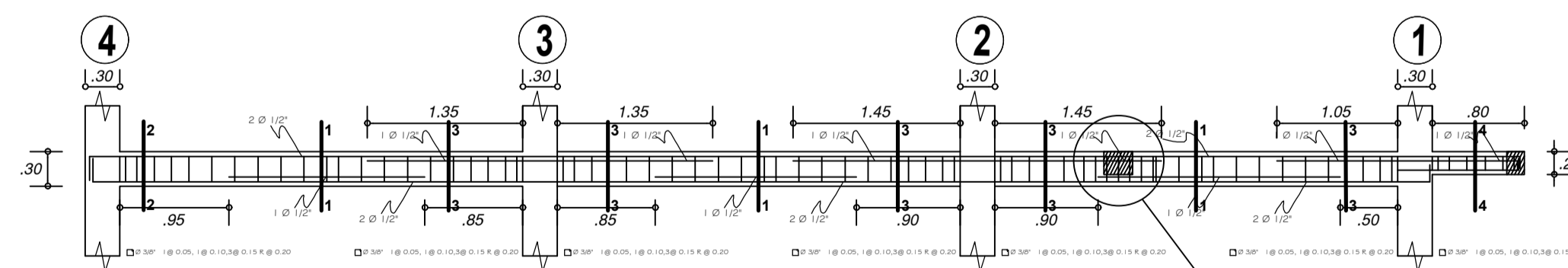
INDICACIONES

UTILIZAR MORTERO: CEMENTO-ARENA, PROPORCION 1:5, EN MURD DIVISORIOS.  
UTILIZAR ENCOFRADO QUE CUBRA TODO EL PAÑO, EVITAR DESPERDICIOS.  
DESENCOFRAR EL TECHO MACIZO POR LO MENDS A LOS 28 DIAS DE VACEADO  
COMO MINIMO, Y CURAR DURANTE POR LO MENDS HASTA DESENCOFRAR.  
LOS CLAVOS CONECTORES SE DEBEN COLOCAR EN FORMA INTERCALADA CON EL FIN DE NO DEBILITAR LA SECCION, Y UBICAR EN LOS EXTREMOS.  
LA SEPARACION MINIMA DE LOS PUNTALES O PIES DERECHOS DEBEN SER 0.70M.



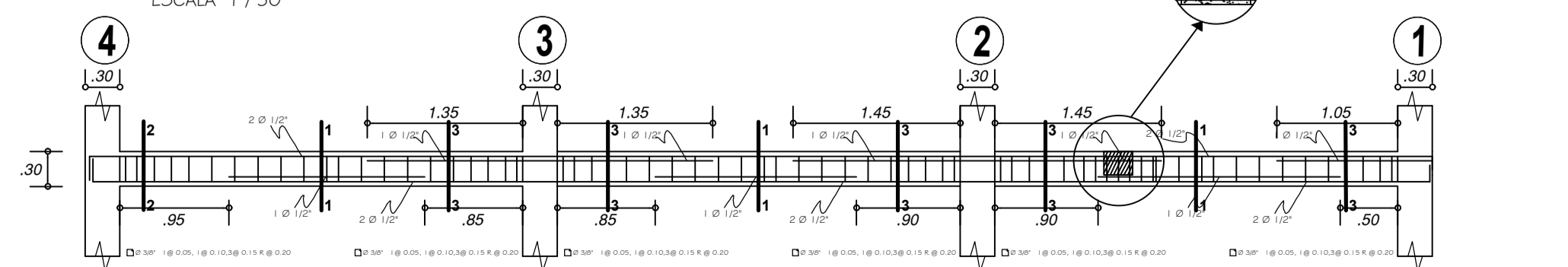
VS (25x.30)-103  
VS (25x.30)-203  
ESCALA 1 / 50

SECC. 1-1 SECC. 2-2 SECC. 3-3 SECC. 4-4



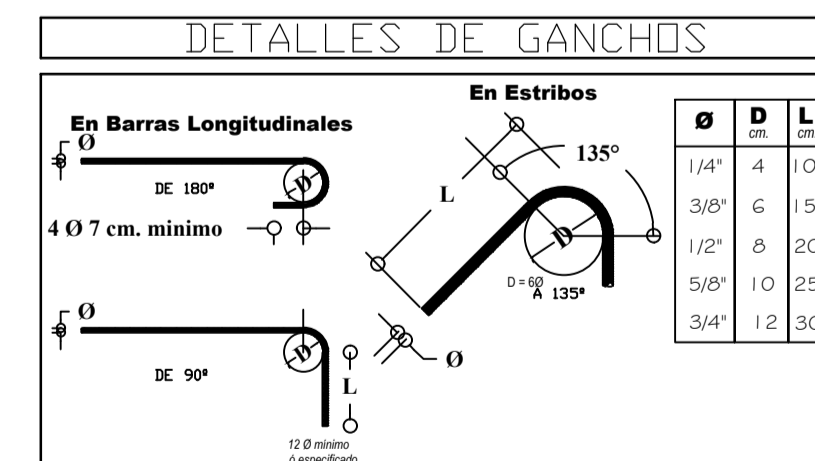
VS (25x.30)-102  
VS (25x.30)-202  
ESCALA 1 / 50

SECC. 1-1 SECC. 2-2 SECC. 3-3 SECC. 4-4



VS (25x.30)-103  
VS (25x.30)-203  
ESCALA 1 / 50

SECC. 1-1 SECC. 2-2 SECC. 3-3



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

PROYECTO **VIVIENDA MULTIFAMILIAR**

PLANO **ESTRUCTURAS**

LAMINA

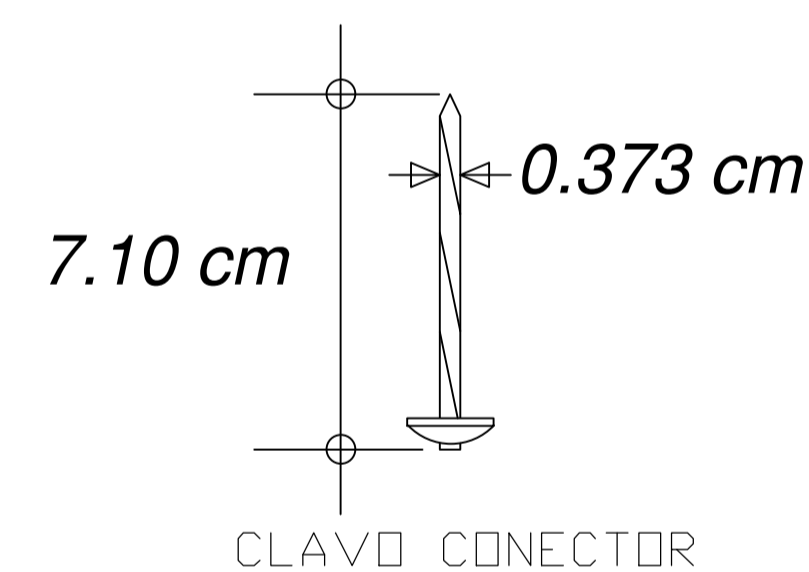
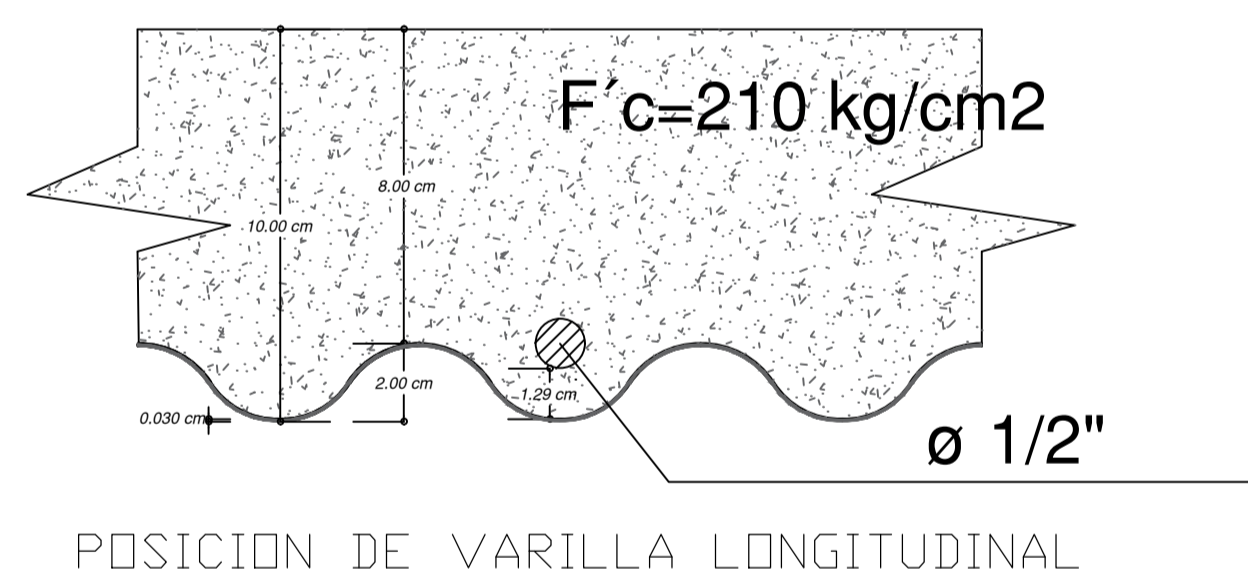
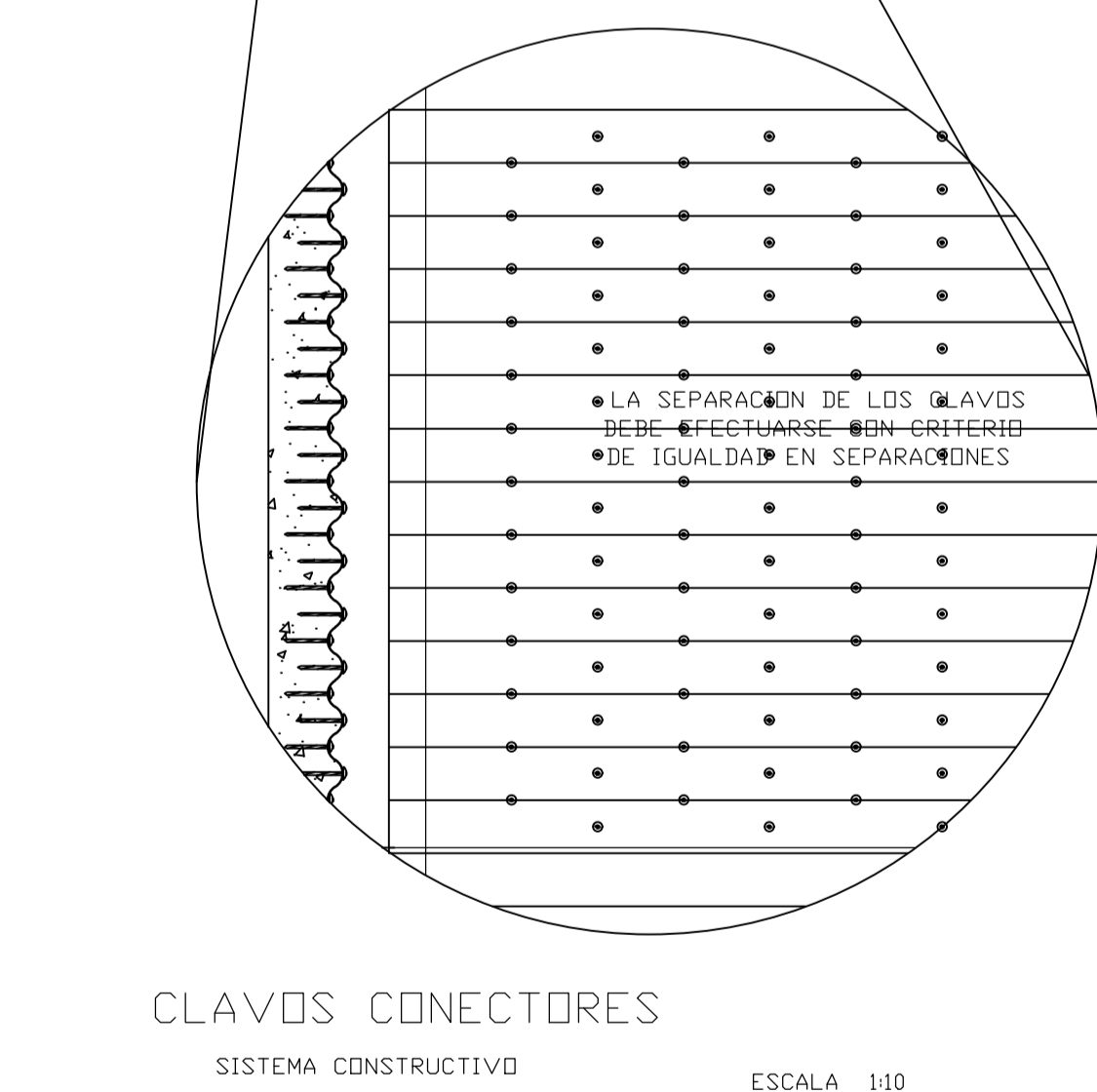
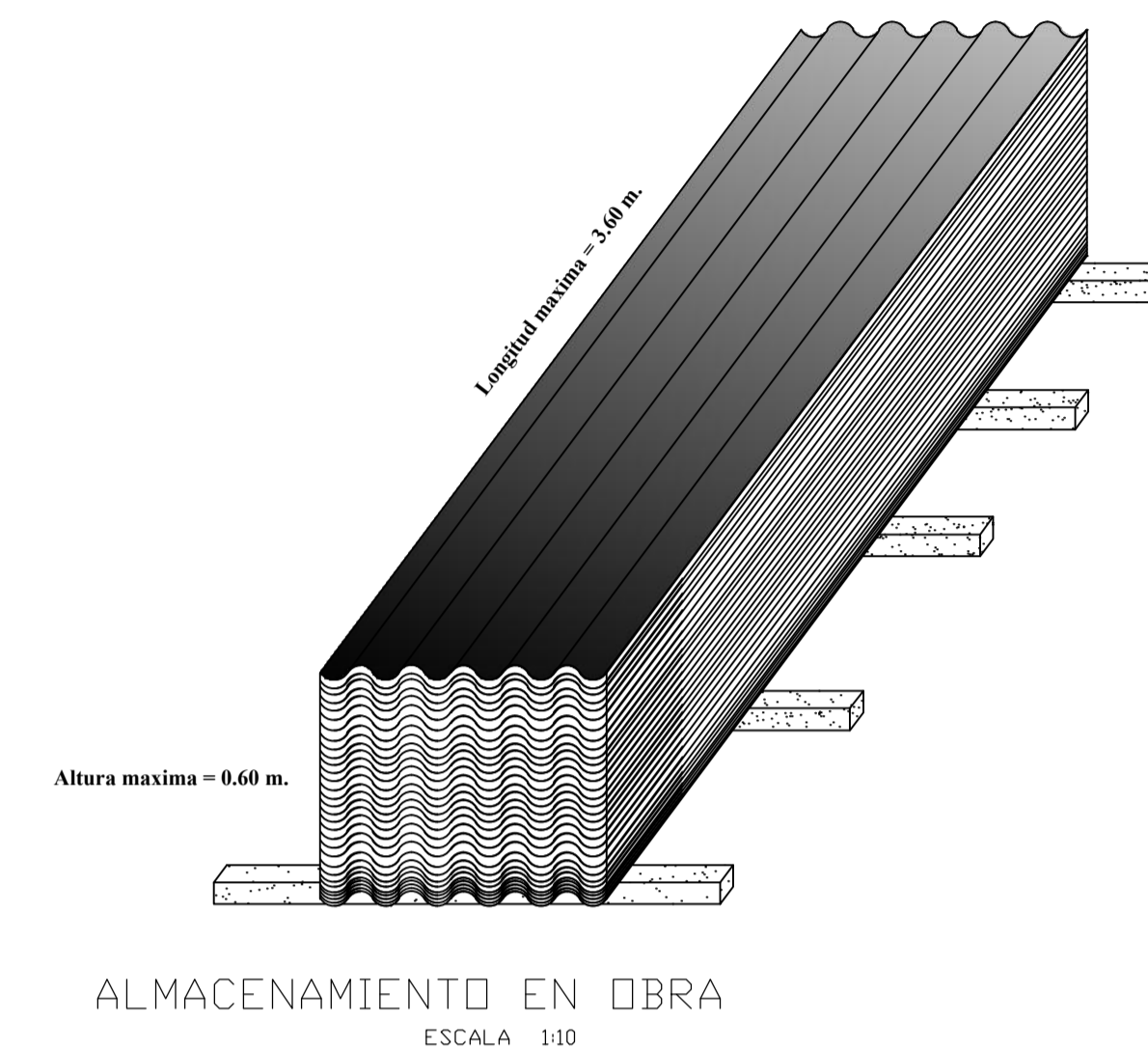
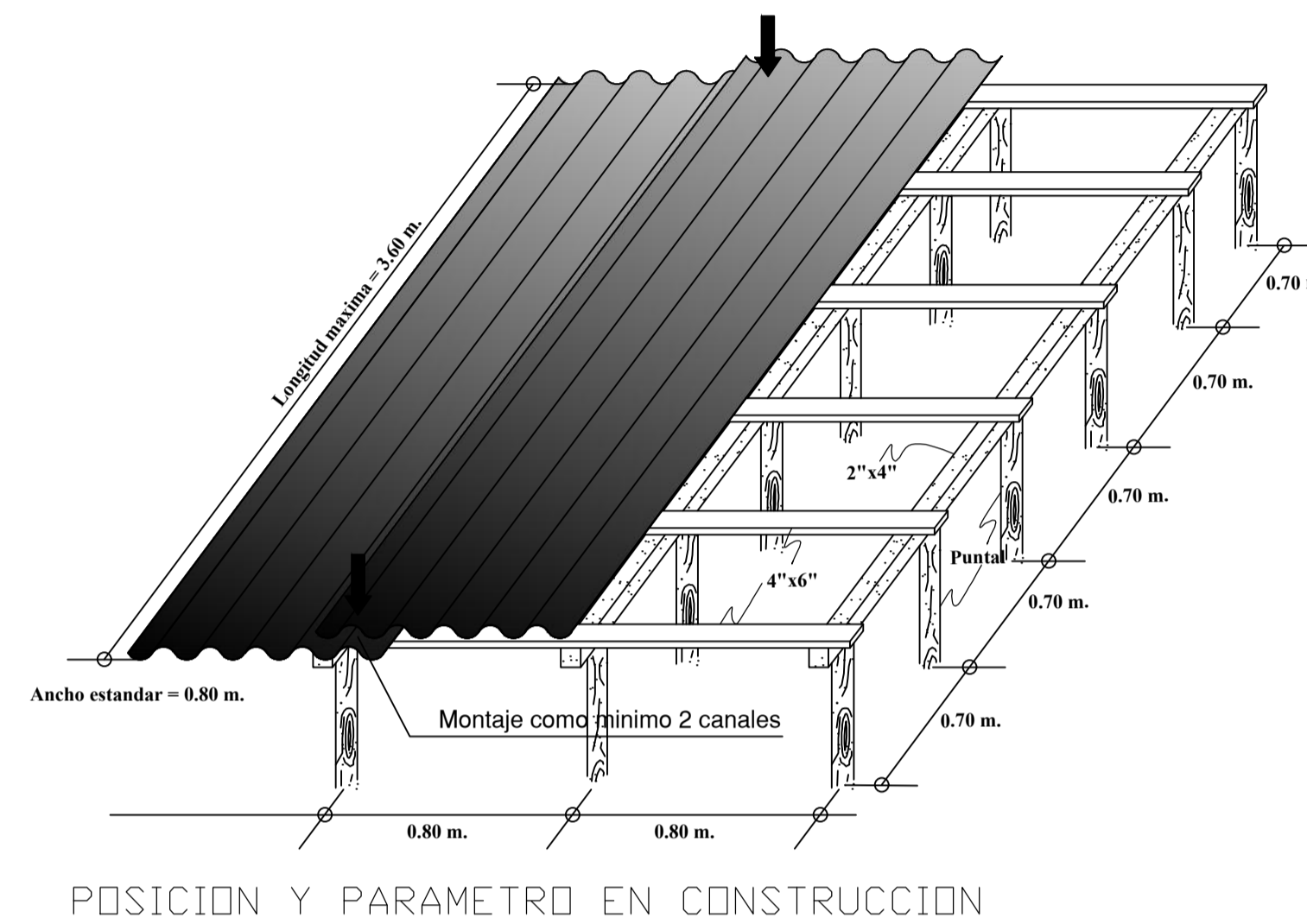
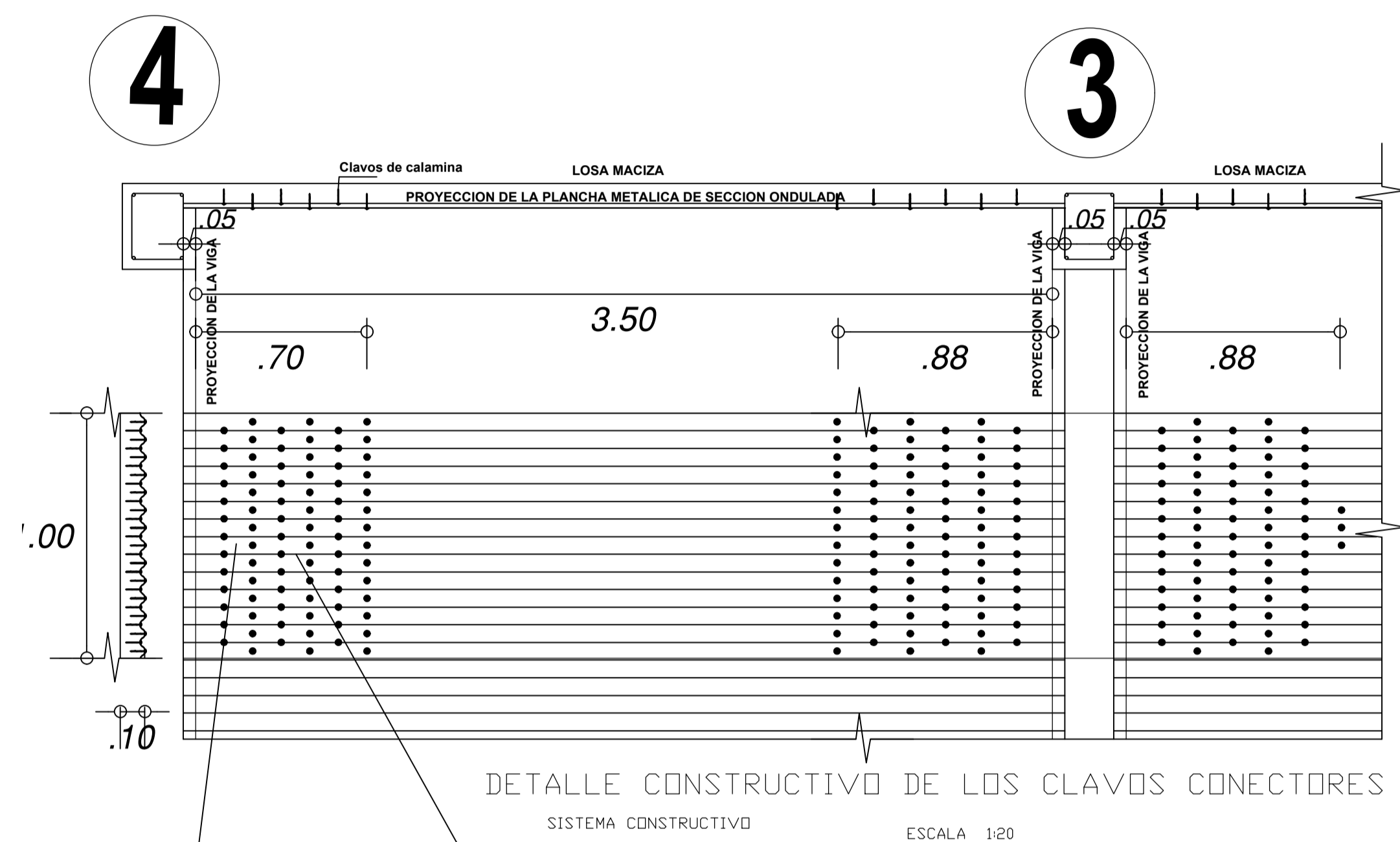
**E-02**

DIBUJO **A.S.M**  
Bach. Ing. Seguro Milan  
Alexis Antony

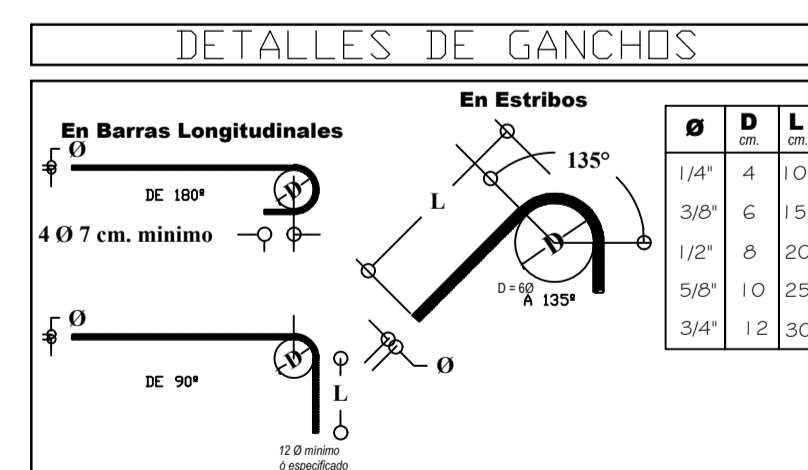
ESCALA **Indicada**

FECHA **Noviembre -2020**

UBICACION **Junin - Huancayo - Chilca  
Av. General Cordova N° 523**



CANTIDAD DE CLAVOS CONECTORES X 1M			
TRAMO	A CADA EXTREMO	UBICADO HASTA UN	
TRAMO 4-3	81	L/5	L/4
TRAMO 3-2	70	L/4	L/4
TRAMO 2-1	70	L/4	L/5
VOLADIZO	54	TOTAL DE PAÑO	



### ESPECIFICACIONES TECNICAS

#### CONCRETO CICLOPEO:

CIMIENTO :CONCRETO CICLOPEO 1 : 10 + 30% PIEDRA GRANDE  
SOBRECIMIENTO :CONCRETO CICLOPEO 1 : 8 + 25% PIEDRA MEDIANA

#### CONCRETO ARMADO:

ZAPATAS, COLUMNA :210 KG/M2  
VIGAS, LOSAS, ESCALERA :210 KG/CM2

#### CONCRETO ARMADO:

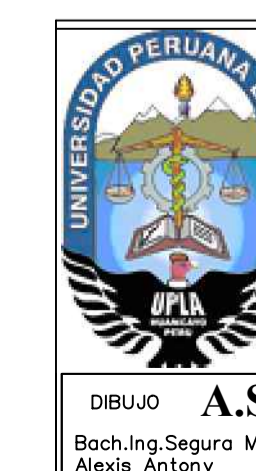
ACERO SIDER-PERU :4,200 KG/M2

#### TERRENO:

RESISTENCIA DEL TERRENO  
CALICATA 1 :2.04 KG/CM2

#### INDICACIONES

UTILIZAR MORTERO: CEMENTO-ARENA, PROPORCION 1:5, EN MURD DIVISORIOS.  
UTILIZAR ENCOFRADO QUE CUBRA TODO EL PAÑO, EVITAR DESPERDICIOS.  
DESENCOFRAR EL TECHO MACIZO POR LO MENDS A LOS 28 DIAS DE VACEADO COMO MINIMO, Y CURAR DURANTE POR LO MENDS HASTA DESENCOFRAR.  
LOS CLAVOS CONECTORES SE DEBEN COLOCAR EN FORMA INTERCALADA CON EL FIN DE NO DEBILITAR LA SECCION, Y UBICAR EN LOS EXTREMOS.  
LA SEPARACION MINIMA DE LOS PUNTALES O PIES DERECHOS DEBEN SER 0.70M.



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

PROYECTO VIVIENDA MULTIFAMILIAR

PLANO

ESTRUCTURAS

LAMINA

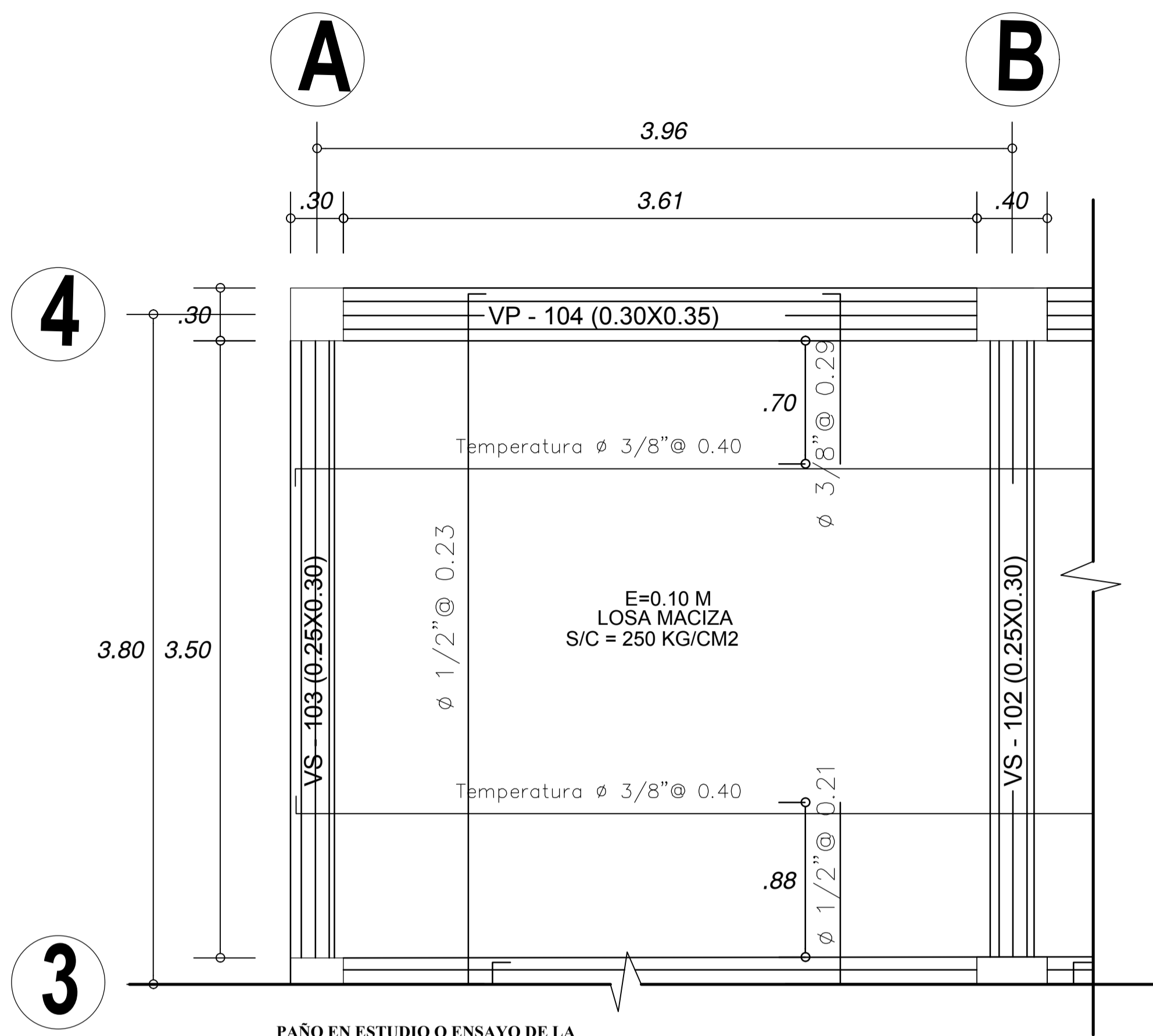
E-03

DIBUJO A.S.M  
Bach. Ing. Seguro Millan  
Alexis Antony

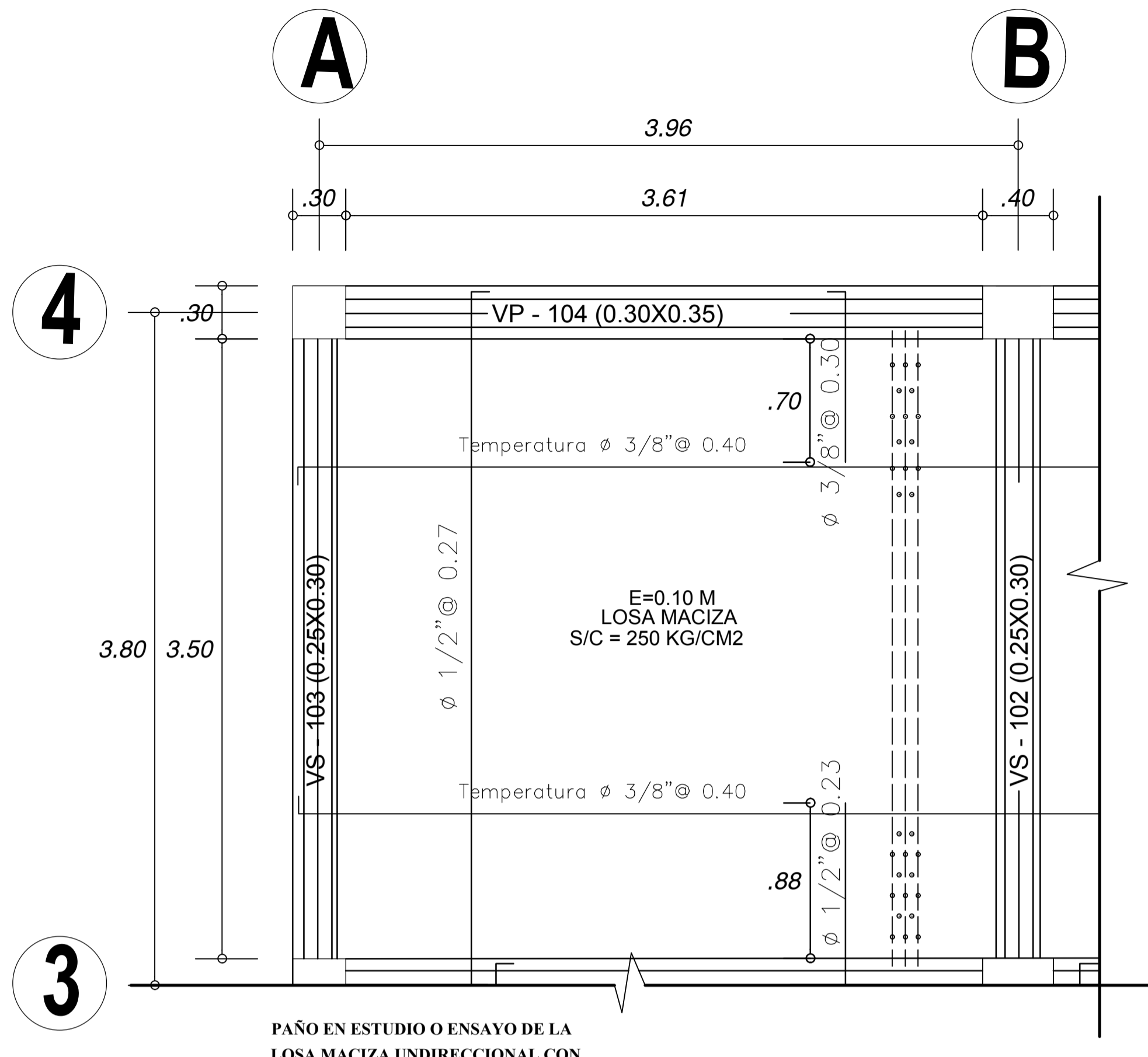
ESCALA  
Indicada

FECHA  
Noviembre -2020

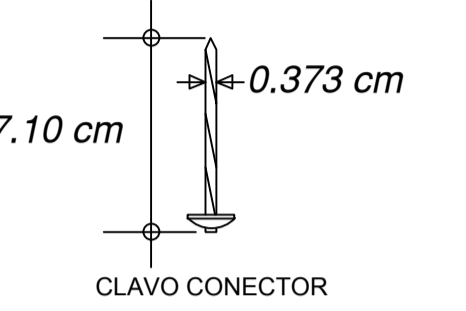
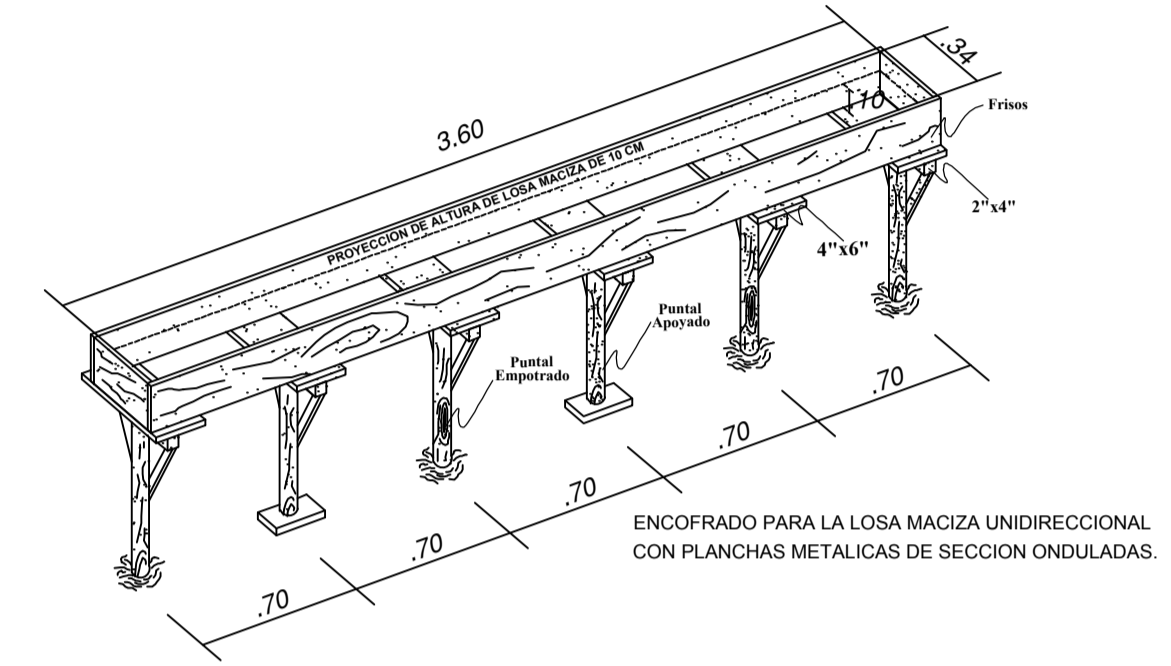
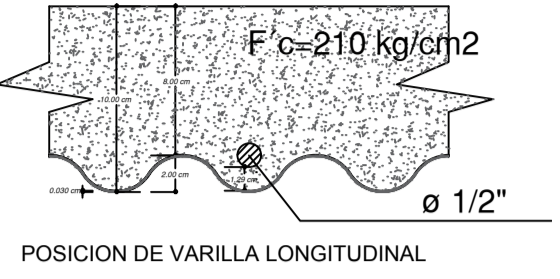
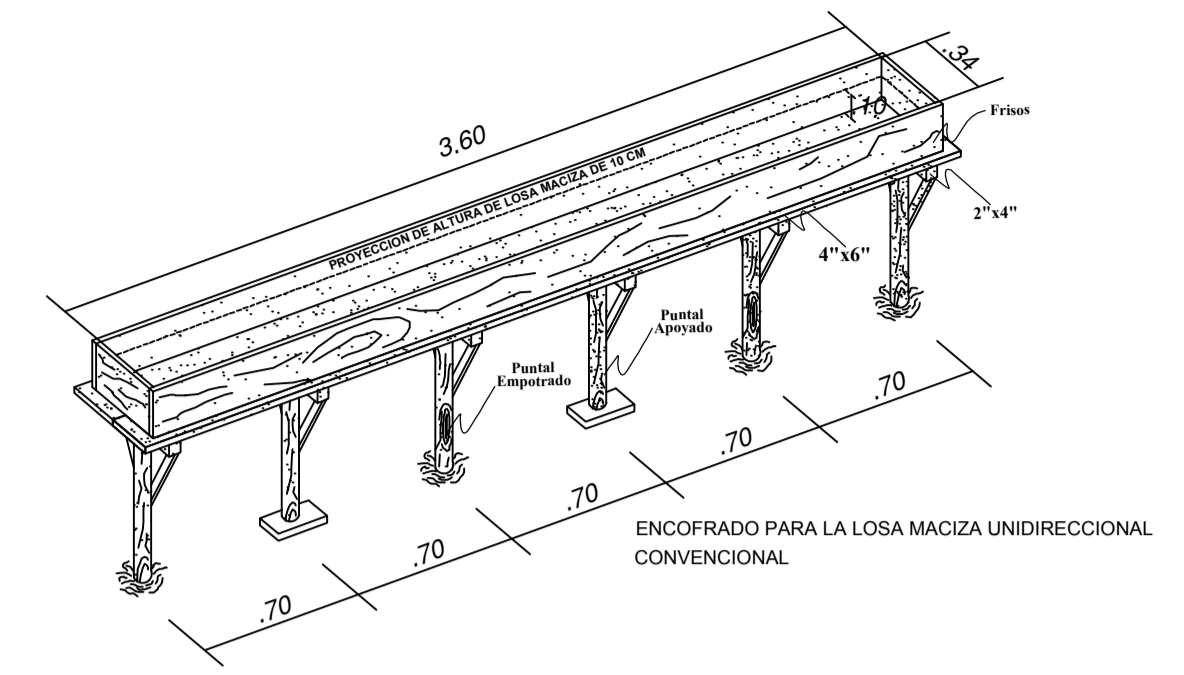
UBICACION  
Junin - Huancayo - Chilca  
Av. General Cordova Nº 523



PAÑO EN ESTUDIO O ENSAYO DE LA LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CONVENCIONAL  
ESCALA 1 / 25



PAÑO EN ESTUDIO O ENSAYO DE LA LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CON PLANCHAS METALICAS DE SECCIONES ONDULADAS.  
ESCALA 1 / 25



### ESPECIFICACIONES TECNICAS

#### PUNTALES:

- SE EMPOTRAN 4 PUNTALES A 0.40 M Y SE CONTROLA EL NIVEL DE CADA PUNTAL.
- SE APOYAN 3 PUNTALES CONTROLANDO SU NIVEL.
- CADA PUNTAL DEBE ESTAR A LA MISMA ALTURA Y REFORZADA EN T.

#### CONCRETO ARMADO:

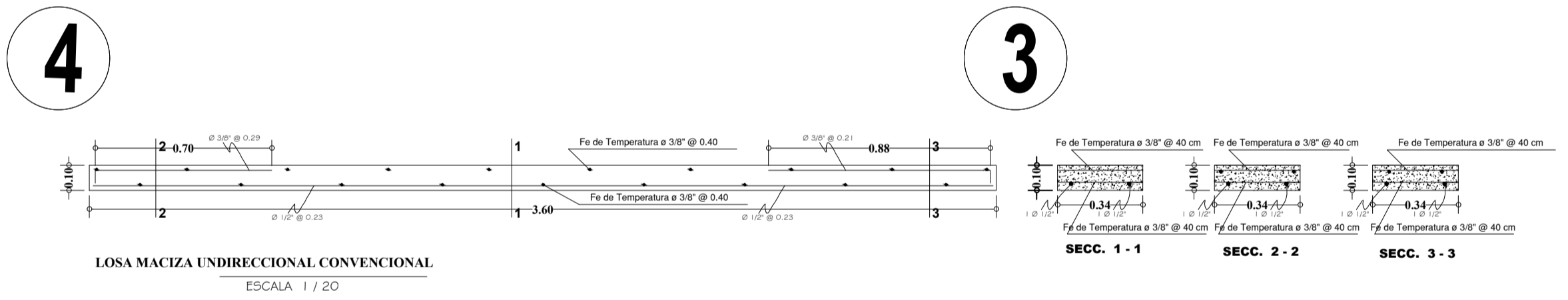
- LOSAS :210 KG/M2
- ACERO SIDER-PERU :4,200 KG/M2

#### ENCOFRADO:

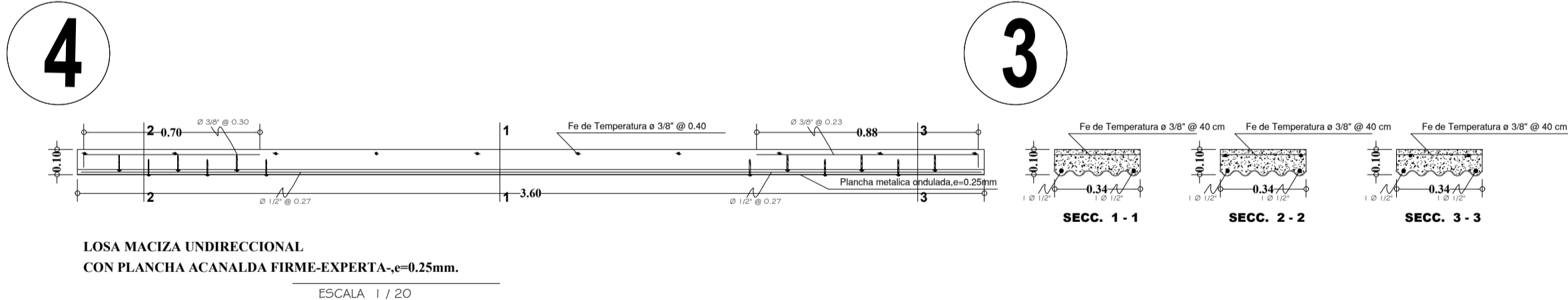
- LOS FRISOS DEBEN ESTAR TOTALMENTE RECTOS.
- SE DEBE CONTROLAR CON NIVEL DE BURBUJA QUE ESTE TOTALMENTE RECTO CADA LOSA.

#### INDICACIONES

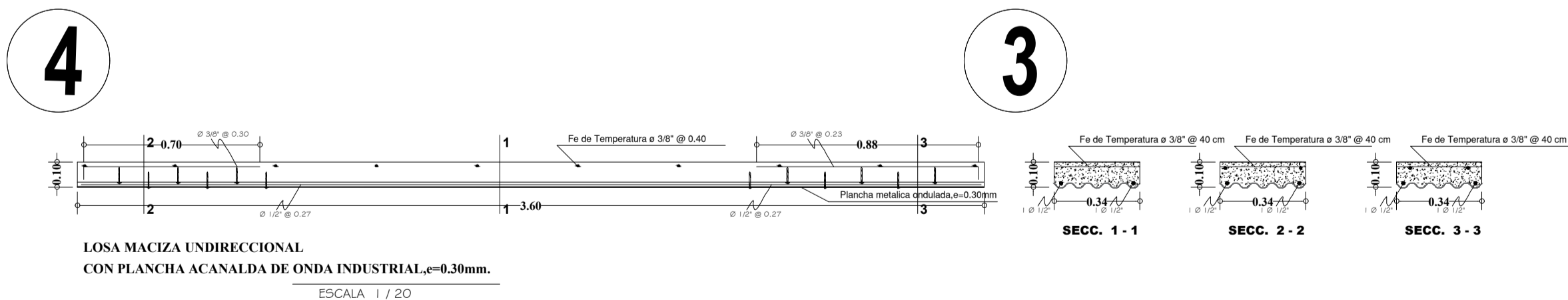
- COMO MINIMO, Y CURAR DURANTE POR LO MENOS HASTA DESENCOFRAR A LOS 28 DIAS.
- LOS CLAVOS CONECTORES SE DEBEN COLOCAR EN FORMA INTERCALADA CON EL FIN DE NO DEBILITAR LA SECCION, Y UBICAR EN LOS EXTREMOS.
- LA SEPARACION MINIMA DE LOS PUNTALES O PIES DERECHOS DEBEN SER 0.70M.
- LA SUSPENSION DEL ACERO PARA TEMPERATURA DEBE HACERSE CON ALAMBRE N°16.



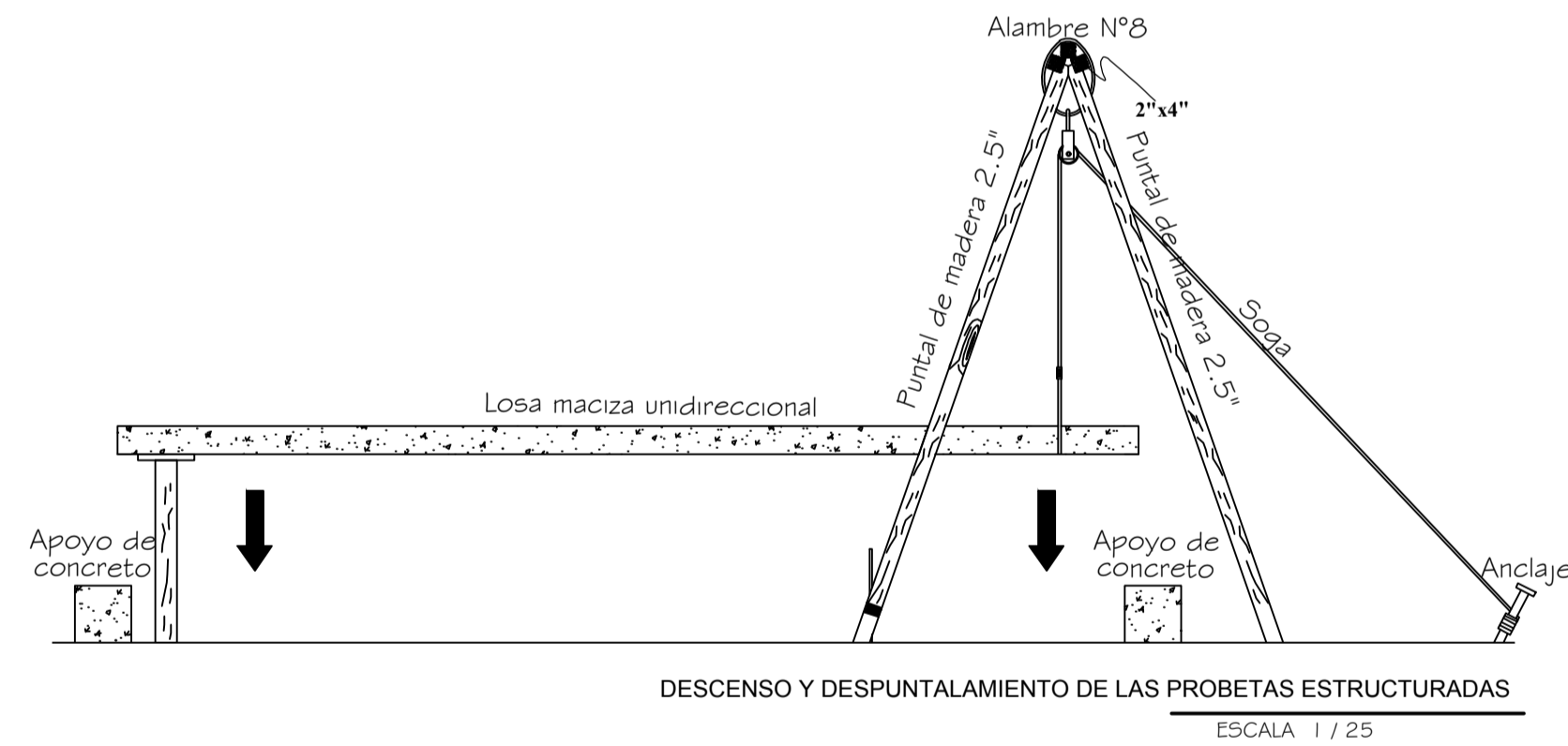
LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CONVENCIONAL  
ESCALA 1 / 20



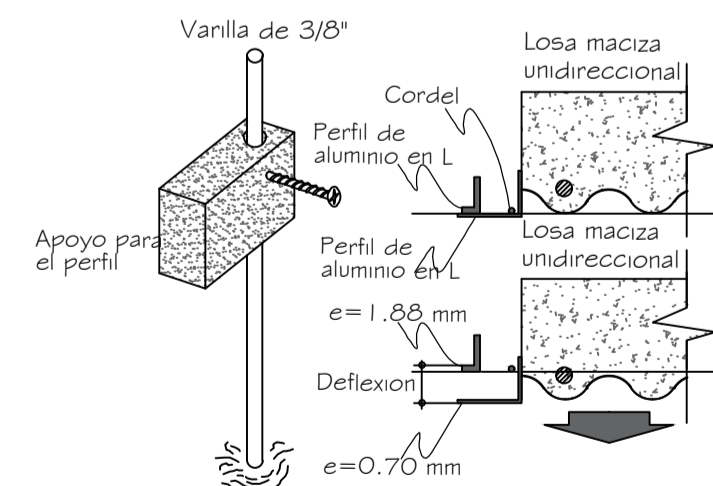
LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CON PLANCHA ACANALADA FIRME-EXPERTA, e=0.25mm.  
ESCALA 1 / 20



LOSA MACIZA UNIDIRECCIONAL CON PLANCHA ACANALADA DE ONDA INDUSTRIAL, e=0.30mm.  
ESCALA 1 / 20



DESCENSO Y DESPUNTAMIENTO DE LAS PROBETAS ESTRUCTURADAS  
ESCALA 1 / 25



METODO DE MEDICION A LA DEFLEXION



### UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

PROYECTO VIVIENDA MULTIFAMILIAR

PLANO PROBETAS ESTRUCTURADAS

LAMINA

E-01

DIBUJO A.S.M  
Bach. Ing. Seguro Millan  
Alexis Antony

ESCALA Indicada

FECHA Noviembre -2020

UBICACION Junin - Huancayo - Chilca  
Av. General Cordova N° 523

## ANEXO F: REGISTROS FOTOGRAFICOS



Armado de las losas macizas unidireccionales con planchas metálicas de sección ondulada.



Vaciado de probetas estructuradas (losas macizas).



Control de fisuras con equipo meteorológico.



Control de resistencia a la deflexión inicial por peso propio.



Control de deflexiones por carga en la losa maciza unidireccional convencional.



Control de deflexiones por carga en la losa maciza unidireccional con plancha acanalada de onda industrial,  $e=0.30$  mm.