



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño Sísmico En Edificio Nicolini Malvinas Empleando Concreto  
 $f'c=210\text{kg/cm}^2$  Con Agregado De Lana De Roca, Sometido a Fuego,  
Lima-2020”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Lopez Padilla Percy Rodolfo (ORCID: 0000-0002-1636-7814)

Apaestegui Huaman Luis Alexander (ORCID: 0000-0001-8534-2760)

**ASESOR:**

Msg. Paccha Rufasto Cesar Augusto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2020**

### **Dedicatoria**

En primer lugar, agradezco al creador a Dios por las bendiciones que me ha dado, y de igual manera a mis padres Moner y Bertha y a mi amada esposa Deysse e hijos Kevin, Abelardo, Piero y André, por ser la motivación de mi esfuerzo el cual fueron un gran apoyo invaluable en mí, a pesar de las dificultades nunca dejaron de creer en mí.

### **Lopez Padilla Percy Rodolfo**

#### **Dedicatoria**

Mi primer agradecimiento a Dios por no soltar su mano de la mía, y de igual modo a mis padres Mario y Olga y a mis hermanas Esther, Mariflor y a mi sobrino Adriano, por ser el impulso de todo mi esfuerzo y motivación para terminar mi carrera, los e teniendo en cuenta a ellos en mis momentos más difíciles porque nunca dejaron de confiar en mí.

### **Apaestegui Human Luis Alexander**

## **Agradecimientos**

Nuestro agradecimiento fraternal y en especial a nuestro asesor el Msg. Ing. Paccha Rufasto Cesar Augusto, por tener la dedicación y el empeño de enseñanza y querer que sus alumnos puedan dar lo mejor de sí, transmitiendo confianza como docente y profesional.

Como no agradecemos a la Universidad Cesar Vallejo como institución a cargo del Ingeniero Luis Segura Terrones, el cual afronto todos estos nuevos retos de cambio en la educación Universitario sede San Juan de Lurigancho.

hemos vivido momentos difíciles todos los peruanos, el Covid – 19 nos dio un giro de 360° y nos cambió la vida y nos llevó al encierro en nuestros hogares para poder vivir, pero todo ello no nos quitó las ganas de seguir estudiando.

No podemos dejar de mencionar al área de SUBE a cargo del señor Barco Solari Esteban, el cual nunca nos dejó de brindar su ayuda para cualquier consulta y estar pendiente de toda información como ayuda al alumnado universitario.

De la misma forma agradecer al Mag. Ing. Marcos Tejada, el cual facilito el apoyo en realizar varios ensayos en el laboratorio del LEM de la Universidad Nacional de Ingeniería

## ÍNDICE

Caratula	
Jurado	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	1
Resumen	3
Abstract	4
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
1.1 Realidad problemática	5
<b>II MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
2.1 Trabajos previos	7
2.2 Antecedentes Internacional	7
2.3 Antecedentes Nacionales	9
2.4 Teorías relacionadas al problema	12
2.5 Variables independientes	12
2.6 Variables Dependientes	21
2.7 Formulación del problema	25
2.8 Problema General	25
2.9 Problema específico	26
2.10 Justificación del estudio	26
2.11 Teórica	26
2.12 Practica	28
2.13 Teoría Fundamental del desarrollo de incendio en edificaciones	38
2.14 Normativa	49
2.15 Hipótesis	56
2.16 Hipótesis general	56
2.17 Hipótesis especifica	56



2.18	Objetivos	57
2.19	Objetivo general	57
2.20	Objetivo específico	57
<b>III MÉTODO</b>		<b>58</b>
3.1	Tipo y diseño de investigación	58
3.2	Diseño de Investigación	59
3.3	Variables Operacionalización	61
3.4	Población, muestra y muestreo	62
3.5	Población	62
3.6	Muestra	65
3.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	67
3.8	Instrumentos de recolección de datos	67
3.9	validez y confiabilidad	72
3.10	Procedimientos	79
<b>IV. RESULTADOS</b>		<b>81</b>
4.1	Ensayo de fuerza a Comprensión por medio del Esclerómetro	81
4.1.1	Generalidades	81
4.2	Análisis de Mecánica de Suelos	117
4.2.1	Objetivo del análisis de suelo	117
4.2.2	Condiciones Climáticas	118
4.3	Diseño de Mezcla	128
4.4	Procedimiento y resultados obtenidos para el diseño de concreto	133
4.5	Granulometría del agregado fino	137
4.6	Granulometría del agregado grueso	144
4.7	Diseño de mezcla final ( $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ ) cemento Sol tipo I	147
4.8	Diseño de concreto con agregado de lana de roca ( $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ )	149
4.9	Elaboración de probetas	157
4.10	Resistencia de la lana de roca a temperaturas de 340°C hasta los 440°C	168
4.11	Quemado de las Probetas en el Horno Semi Industrial	169
4.12	Temperaturas alcanzadas de las probetas	180
4.13	Tablas de lectura de temperatura a los 340°C, 400°C y 440°C promedio	184

4.14	Resultados de la f´c de las probetas sometidas a fuego	188
5.1	Levantamiento de medidas	192
5.2	Predimensionamiento	206
5.3	Metrados de Cargas	217
5.4	Modelación estructural en el Etabs	235
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	261
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	267
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	272
	<b>REFERENCIAS</b>	279

## **ANEXOS**

Anexo 1	Operacionalización de Variables
Anexo 2	Operacionalización de Variables
Anexo 3	Validación de Instrumentos a través de juicio de expertos
Anexo 4	Hoja de formato de guía de evaluación Ensayo F´c k/cm2
Anexo 5	Hoja de formato de guía de evaluación Esclerómetro
Anexo 6	Hoja de formato de guía de evaluación en sayo a fuego
Anexo 7	Aceptación de Validación de Instrumentos a través de juicio de expertos
Anexo 8	Validación de Instrumentos a través de juicio de expertos
Anexo 9	Aceptación de Validación de Instrumentos a través de juicio de expertos
Anexo 10	Hoja técnica de la lana de roca.
Anexo 11	Hoja técnica de la lana de roca.
Anexo 12	Pistola laser DM301B Lector de Temperatura Industrial
Anexo 13	Análisis del agregado fino del TRANSTIDEC
Anexo 14	Análisis del agregado fino del TRANSTIDEC
Anexo 15	Análisis del agregado fino del TRANSTIDEC
Anexo 16	Informe del Laboratorio del LEM Universidad Nacional de Ingeniería del Perú
Anexo 16	Informe del Laboratorio del LEM Universidad Nacional de Ingeniería del Perú
Anexo 18	Informe del Laboratorio del LEM Características del Agregado Fino
Anexo 19	Informe del Laboratorio del LEM Características del Agregado Grueso
Anexo 20	Informe del Laboratorio del LEM Características del agregado global
Anexo 21	Informe del Laboratorio del LEM ensayo de Resistencia a la Compresión
Anexo 22	Informe del Laboratorio del LEM ensayo de Resistencia a la Compresión
Anexo 23	Informe del Laboratorio del LEM ensayo de Resistencia a la Compresión
Anexo 24	Informe del Laboratorio del LEM ensayo de Resistencia a la Compresión
Anexo 25	Informe del Laboratorio del LEM ensayo de Resistencia a la Compresión
Anexo 26	Hoja de guía de evaluación con el esclerómetro
Anexo 27	Hoja de guía de evaluación de lectura de temperatura
Anexo 28	Hoja de guía de evaluación de lectura de temperatura
Anexo 29	Hoja de guía de evaluación de ensayo de fuerza a compresión
Anexo 30	Hoja de guía de evaluación de ensayo de fuerza a compresión

## **Anexo de imágenes**

## Anexo 32 Informe de originalidad de

### Índice de tablas

Tabla N° 1 - Composición Química de la Lana de Roca
Tabla N° 2 - Concreto y Usos
Tabla N° 3 - Filosofía de Diseño
Tabla N° 4 - Combustibles
Tabla N° 5 - Tipos de Combustibles
Tabla N° 6 - “Matriz de Operacionalización de Variables”
Tabla N° 8 - Población de cantidad de las probetas en el estudio
Tabla N° 9 - Grupo de probetas solo para ensayo a comprensión.
Tabla N° 10 - Grupo de probetas para ensayo de exposición a fuego directo
Tabla N° 11 - Tabla Proporcional de muestra a ensayar a F'c.
Tabla N° 12 - Tabla Proporcional de muestra a ensayar a Quemado.
Tabla N°12 – Clasificación de resistencia
Tabla N°13 – Elementos Estructurales a Evaluar
Tabla N°14 – Elementos Estructurales a Evaluar
Tabla N°15 – Elementos Estructurales a Evaluar
Tabla N°16 – Elementos Estructurales a Evaluar
Tabla N°17 – Elementos Estructurales a Evaluar
Tabla N°18 – Elemento C-4 Piso 2
Tabla N°19 – Elemento C- 9 Piso 2
Tabla N°20 – Elemento C- 18 Piso 2
Tabla N°21 – Elemento C- 23 Piso 2
Tabla N°22 – Elemento C- 29 Piso 2
Tabla N°23 – Elemento P-2-1 Piso 2
Tabla N°24 – Elemento P-2-2 Piso 2
Tabla N°25 – Elemento C-10 Piso 3
Tabla N°26 – Elemento C-18 Piso 3
Tabla N°27 – Elemento C- 22 Piso 3
Tabla N°28 – Elemento P-3-1 Piso 3
Tabla N°29 – Elemento M-3-1 Piso 3
Tabla N°30 – Elemento C-17 Piso 4
Tabla N°31 – Elemento C-18 Piso 4
Tabla N°32 – Elemento C-22 Piso 4
Tabla N°33 – Elemento P-4-1 Piso 4
Tabla N°34– Elemento M-4-1 Piso 4
Tabla N°35 – Elemento C-10 Piso 5
Tabla N°36 – Elemento C-27 Piso 5
Tabla N°37 – Elemento C-29 Piso 5
Tabla N°38 – Elemento P-5-1 Piso 5
Tabla N°39 – Elemento M-5-1 Piso 5
Tabla N°40 - Resultados de F'c kg/cm2
Tabla N°41 - Resultados de F'c kg/cm2

Tabla N°42 - Resultados de  $F'c$  kf/cm<sup>2</sup>  
 Tabla N°42 - Resultados de  $F'c$  kf/cm<sup>2</sup>  
 Tabla N°43 – Resultados Obtenidos  
 Tabla N°44 – Resultados de Asentamiento  
 Tabla N°48 – Materiales  
 Tabla N°49 - Equipos de laboratorio  
 Tabla N°50- Equipos de Granulometría  
 Tabla N°51- Pesos obtenidos  
 Tabla N°52 – Análisis Granulométrico  
 Tabla N°53 – Propiedades Físicas  
 Tabla N°54 – Análisis Granulométrico  
 Tabla N°55 – Propiedades Físicas  
 Tabla N°56 – Análisis granulométrico global  
 Tabla N°57 – Características generales del diseño  
 Tabla N°58 – Características generales del diseño  
 Tabla N°59 – Cantidad de material m<sup>3</sup> de concreto  
 Tabla N°60 – Cantidad de material m<sup>3</sup> de concreto en obra  
 Tabla N°61 – Cantidad de material por bolsa de cemento en obra  
 Tabla N°62 – Proporción aprox. - en volumen  
 Tabla N°63 – Peso material por m<sup>3</sup> de concreto en obra  
 Tabla N°64 – Cantidad de Materiales a Utilizar en la Población  
 Tabla N°65 – Cantidad de material a utilizar por grupo de muestra de 13 P.  
 Tabla N°66 – Diseño de concreto 4% con agregado de lana de roca  
 Tabla N°67 – Diseño de concreto 8% con agregado de lana de roca  
 Tabla N°68 – Diseño de concreto 12% con agregado de lana de roca  
 Tabla N°69 – Diseño de concreto 16% con agregado de lana de roca  
 Tabla N°70 – “Fecha de elaboración de la población total de las probetas”  
 Tabla N°71 – “Cantidad de las probetas hacer sometidas  $F'c$ ”  
 Tabla N°72 – “Resultado de ensayo a los 7 días de curado”  
 Tabla N°73 – “Resultado de ensayos a los 7 días de curado, tipo de fallas”  
 Tabla N°74 – “Resultado de ensayo a los 14 días de curado”  
 Tabla N°75 – “Resultado de ensayos a los 14 días de curado, tipo de fallas”  
 Tabla N°76 – “Resultado de ensayo a los 28 días de curado”  
 Tabla N°77 – “Resultado de ensayos a los 28 días de curado, tipo de fallas”  
 Tabla N°78 – “Peso inicial y Final de las probetas CP-1 a los 36 días de curado”  
 Tabla N°79 – “Peso inicial de las probetas CP-2 patrón a los 36 días de curado”  
 Tabla N°80 – “Peso inicial de las probetas CP-3 patrón a los 36 días de curado”  
 Tabla N°81 – “Peso inicial de las probetas CP- 4 patrón a los 36 días de curado”  
 Tabla N°82 – “Peso inicial de las probetas CP- 5 patrón a los 36 días de curado”  
 Tabla N°81 – Lectura de las probetas en su parte interna y externa a 340°C  
 Tabla N°82 – Lectura de las probetas a 400°C Temperatura de Horno  
 Tabla N°83 – Lectura de las probetas a 440°C Temperatura del Horno  
 Tabla N°84 – “Resultado de ensayo a los 36 días de curado”  
 Tabla N°85 – Resultado de ensayos sometido a temperatura de Horno de 400°C  
 Tabla N°86 – “Resultado de ensayo a los 36 días de curado”  
 Tabla N°87 – “Resultado de ensayos a los 36 días de curado sometido

Tabla N° 88 - Predimensionamiento de columna C1  
Tabla N° 89 - Predimensionamiento de columna C2  
Tabla N° 90 - Predimensionamiento de columna C2  
Tabla N° 91 - Predimensionamiento de Losa Maciza  
Tabla N° 92 – Metrado de carga en Vigas  
Tabla N°93 – Metrado de carga de Columnas  
Tabla N°94 – Metrado de carga de Losa Maciza

Tabla N°95 – Metrado de carga de Pared y Tabiquería  
Tabla N°96 – Metrado de Carga Viva

Tabla N° 97 – Metrado de carga en Vigas

Tabla N°98 – Metrado de carga de Columnas  
Tabla N°99 – Metrado de carga de Losa Maciza  
Tabla N°100 – Metrado de carga de Pared  
Tabla N°101 – Metrado de carga de Pared y Tabiquería  
Tabla N°102 – Metrado de Carga Viva  
Tabla N° 103 – Metrado de Cargas en Vigas  
Tabla N°104 – Metrado de carga de Columnas  
Tabla N°105 – Metrado de carga de Losa Maciza  
Tabla N°106 – Metrado de carga de Pared  
Tabla N°107 – Metrado de carga de Pared y Tabiquería  
Tabla N°108 – Metrado de Carga Viva  
Tabla N° 109 – Metrado de Cargas en Vigas  
Tabla N°110 – Metrado de carga de Columnas  
Tabla N°111 – Metrado de carga de Losa Maciza  
Tabla N°112 – Metrado de carga de Pared  
Tabla N° 113 – Metrado de carga de Pared y Tabiquería  
Tabla N°114 – Metrado de Carga Viva  
Tabla N°115 – Metrado de carga de Columnas  
Tabla N°116 – Metrado de carga de Losa Maciza  
Tabla N°117 – Metrado de carga de Pared  
Tabla N° 118 – Metrado de carga de Pared y Tabiquería  
Tabla N°119 – Metrado de Carga Viva  
Tabla N°120 – Fuerzas Sísmicas  
Tabla N° 121 – “Peso inicial y Final de las probetas CP-1 a los 36 días de curado”  
Tabla N°122 – “Peso inicial de las probetas CP-2 patrón a los 36 días de curado”  
Tabla N°123 – “Peso inicial de las probetas CP-3 patrón a los 36 días de curado”

### **Índice de figuras**

Figura N° 1. Proceso de la Lana de Roca  
Figura N° 2. Lana de Roca  
Figura N° 3. Datos de la Lana de Roca  
Figura N°4. Tipo de rotura de probeta

Figura N°5. Solicitud de Servicio  
Figura N°6. Conceptos de las estructuras  
Figura N°7. Modelación del diseño de edificación  
Figura N°8. Propiedades de la lana de roca  
Figura N°9. Propiedades de la lana de roca a comprensión  
Figura N°10. Fotografía satelital Earth de la edificación Nicolini  
Figura N° 11. Plano de habilitación Urbana del Cercado de Lima  
Figura N°12. Ubicación del Edificio las Malvinas  
Figura N°13. Edificio Nicolini fue construido en el año 1918  
Figura N°14. La edificación de Nicolini, tres bloques que aparentan ser uno.  
Figura N°15. Junta de dilatación de separación de la edificación Segunda  
Figura N°16. Junta de dilatación separación interna en la edificación  
Figura N°17. Junta de dilatación separación de la edificación tercera  
Figura N°18. Junta de dilatación separación interna  
Figura N°19. Toma de medidas longitudinales de la edificación  
Figura N°20. Toma de medidas de las columnas exteriores  
Figura N°21. Local abierto en la primera plata solo columnas y sin muros  
Figura N°22. Fallas en las estructuras por temperaturas altas en la edificación  
Figura N°23. Fallas en la estructura del edificio por temperaturas altas  
Figura N°24. Fallas en los techos y vigas desprendimiento de mortero y fisuras  
Figura N°25. Fallas en los muros de la parte posterior de la edificación  
Figura N°26. Se trabajará en el diseño sísmico en la segunda edificación  
Figura N°27 Triángulo del Fuego  
Figura N°28 Celeridad de la reacción de combustión, trabajado en AutoCAD  
Figura N° 29 Desarrollo de incendio en edificación, trabajo realizado AutoCAD  
Figura N° 30 Clasificación de evaluación al fuego de un elemento estructural  
Figura N°31 - Propagación por Conducción, trabajado en AutoCAD  
Figura N°32 - Convección, Transferencia de la energía de calor  
Figura N°33 - Radiación de Calor, trabajo realizado en AutoCAD  
Figura N°34 - Radiación de Calor en Edificio, trabajo realizado en AutoCAD  
Figura N°35 - Norma NTP ISO 834-1:2012 - Art. 42.  
Figura N°36 - Norma NTP ISO 834-1:2012 - Art. 42  
Figura N°37 - Norma NTP ISO 834-1:2012 - Art. 43, 43, 45  
Figura N°38 - Norma NTP ISO 834-1:2012 – Tabla 1  
Figura N°39 - Norma NTP ISO 834-1:2012 – Tabla 2  
Figura N°40 - Norma NTP ISO 834-1:2012 –Tabla 3  
Figura N° 41- Euroclases  
Figura N°42 - Euroclases Flash-Over- Trabajo realizado en AutoCAD  
Figura N°43 – Hernández y Fernández (2014). Estudio Exploratorio  
Figura N°44 – Hernández y Fernández (2014). Enfoque Cuantitativo  
Figura N°45 – Hernández y Fernández (2014). Diseño Cuasiexperimental  
Figura N° 46 Metodología de Investigación tipo y diseño  
Figura N°47 – Hernández y Fernández (2014). Población  
Figura N°48 – Población de las probetas 65 unidades  
Figura N° 49: Población de las probetas  
Figura N°50 – Hernández y Fernández (2014) - Muestra

Figura N°51 – Hernández y Fernández (2014) - Grafico de Muestra  
 Figura N°52 – Hernández y Fernández (2014) - Recolección de Datos  
 Figura N°53 – Ing. Hernández Eliud (Manual de Aplicación del Programa SAP200  
 Figura N° 54 - Formato de hoja de evaluación a  $f'c=210\text{kg}/\text{mc}^2$   
 Figura N° 55 - Formato de hoja de evaluación con Esclerómetro  
 Figura N° 56 - Formato de hoja de evaluación de Quemado a temperaturas  $C^\circ$   
 Figura N°57 – Hernández y Fernández (2014) - Validez  
 Imagen N°58 – Hernández y Fernández (2014) - Confiabilidad  
 Figura N°59 – Hernández y Fernández (2014) – Muestra Estratificada  
 Figura N°60 – Manual de estadística de sistema de gestión UPN  
 Figura N° 61: Grafico Proporcional  
 Figura N° 62: Grafico Proporcional  
 Figura N° 63: Grafico Proporcional de Muestras para en sayos  
 Figura N° 64 – Ubicación de la edificación Nicolini (Malvinas)  
 Figura N°65 – Ubicación de la edificación Nicolini  
 Figura N°66 – Ubicación de la edificación Nicolini  
 Figura N°67 – componentes del esclerómetro  
 Figura N°68 – componentes del esclerómetro HT-225B  
 Figura N°69 – Ángulos a trabajar con el Esclerómetro  
 Figura N°70 – Cuadrante de diapiro con el Esclerómetro  
 Figura N°71 – Limpieza de superficie  
 Figura N°72 – dibujo de cuadrante  
 Figura N° 73 - Posiciones de toma de lectura con el Esclerómetro  
 Figura N°74 – Grafico de todas las  $f'c=\text{kg}/\text{mc}^2$  de Columnas  
 Figura N°75 – Grafico de todas las  $f'c=\text{kg}/\text{mc}^2$  de Losa de Piso o Techo  
 Figura N°76 – Grafico de todas las  $f'c=\text{kg}/\text{mc}^2$  Pared  
 Figura N°77 – Distancia del Edificio Nicolini y Teatro Municipal  
 Figura N°78 – “Territorio Nacional Dividido en cuatro Zonas  
 Figura N°79 – “El Factor de Zona”  
 Figura N°80 – “El Factor de Zona”  
 Figura N°81 – “El Factor de Suelo”  
 Figura N°82 – “Periodo “ $T_P$ ” y  $T_L$ ”  
 Figura N°83 – “Calicata – C - 1”  
 Figura N°84 – “Perfil Estratigráfico – C - 1”  
 Figura N°85 – “Características Físicas”  
 Figura N°86 – “Curva de Granulometría”  
 Figura N°87 - Formula para hallar  $q_{ult}$  y  $q_{ad}$   
 Figura N°88 – Materiales adquiridos  
 Figura N°89 – ASTM / NTP  
 Figura N°70 – Materiales  
 Figuras N°71 – Materiales en el Horno  
 Figura N°72 – Llenado agregado F.  
 Figura N°73  
 Figura N°74  
 Figura N°75 – Llenado agregado G.  
 Figura N°76 – AG.

Figura N°77 – AG.  
Figura N°78 – AF.  
Figura N°79 – AF.  
Figura N°80 – AF.  
Figura N°81 – AF.  
Figura N° 82 – El peso del AF. Para la granulometría  
Figura N°83 – Tamices para la granulometría  
Figura N°84 – Proceso de (zarandeo o agitar) en equipo electrónico  
Figura N°85 – Proceso por 3 minutos aproximado  
Figura N°86 – Malla 3/8  
Figura N°87 – Malla N°4  
Figura N°88– Malla N°8  
Figura N°89 – Malla N°16  
Figura N°90 – M. N°30  
Figura N°91 – M. N°50  
Figura N°92 – M. N°50  
Figura N°93 – Agregados por granulometría  
Figura N°94 – Gráfico de granulometría del agregado fino  
Figura N°95 – Agregado F.  
Figura N°96 – Agregado sumergido F. agua  
Figura N°97 – Agregado grueso cuarteo  
Figura N°98 – Proceso de (zarandeo o agitar) en equipo electrónico  
Figura N°99 – Gráfico de granulometría del agregado grueso  
Figura N°100 – Mezclado  
Figura N°101 – Toma del material  
Figura N°102 – Cono de abrams  
Figura N°103 – Chuseo  
Figura N°104 – medición Slump  
Figura N°105 – Dimensión de la probeta  
Figura N°106 – Equipos y herramientas  
Figura N°107 – Moldes de las probetas  
Figura N°108 – LR. Fibra  
Figura N°109 – LR mezclado con AF y AG  
Figura N°110 – LR. Molido  
Figura N°111 – Materiales  
Figura N°112 – AG.  
figura N°113 – AF.  
Figura N°114 – Llenado de agregado  
Figura N°115 – Apisonado  
Figura N°115–Probetas  
Figura N°116– C.  
Figura N°117 – Grupo de Probetas  
Figura N°118 – Código de ensayo F´c  
Figura N°119 – Sometido a fuego  
Figura N°120 – Sometido a fuego  
Figura N°121 – Maquina.



Figura N°122 – Toma de M.  
Figura N°123 – Rotura.  
Figura N°124 – Rotura.  
Figura N°125 – Rotura.  
Figura N°126 – Rotura  
Figura N°127 – Rotura.  
Figura N°128 – Rotura.  
Figura N°129 – Rotura  
Figura N°130 – Fracturas.  
Figura N°131 – Fracturas  
Figura N°132 – Fracturas.  
Figura N°133 – Fracturas  
Figura N°134 – Fracturas.  
Figura N°135 – Fracturas.  
Figura N°136 – Grafico de las  $f'c=kg/mc^2$  obtenidas a los 7 días  
Figura N°137 – Grafico de las  $f'c=kg/mc^2$  obtenidas a los 14 días  
Figura N°138 – Grafico de las  $f'c=kg/mc^2$  obtenidas a los 28 días  
Figura N°139 – Termómetro bimetálico  
Figura N°140 – Termómetro Laser  
Figura N°141 – Probetas  
Figura N°142 – Probetas dentro del horno  
Figura N°143 – Quemado  
Figura N°144 – Quemado  
Figura N°145 – Primera lectura 340°C  
Figura N°146 – Presencia de fisura a los 340°C  
Figura N°147 – Presencia de fisura a los 400°C de temperatura del horno  
Figura N°148 – Con lana de roca no se visualiza fisuras visibles  
Figura N°149 – P. inicial 4%.  
Figura N°150 – P. inicial 8%  
Figura N°151 – P. inicial 12%.  
Figura N°152 – P. inicial 16%  
ImagenN°153 – P. inicial CP Patrón  
Figura N°154 – P. final  
Figura N°155 – P. final 4%  
Figura N°156 – P. final 8%  
Figura N°157 – P. final 12%  
Figura N°158 – P. final 16%  
Figura N°159 – Peso Inicial y Peso Final de CP- 1 Diferencia de peso y Porcentaje  
Figura N°160 – Peso Inicial y Peso Final de CP-2 Diferencia de peso y Porcentaje  
Figura N°161 – Peso Inicial y Peso Final de CP-3 Diferencia de peso y Porcentaje  
Figura N°162 – Peso Inicial y Peso Final de CP- 4 Diferencia de peso y Porcentaje  
Figura N°163 – Peso Inicial y Peso Final de CP- 5 Diferencia de peso y Porcentaje  
Figura N°164 – T. Prob.  
Figura N°165 – T. Prob.  
Figura N°166 – T. Prob  
Figura N°167 – Temp. Prob.

Figura N°168 – Temp. Prob.  
Figura N°169 – Temp. Prob.  
Figura N°170 – Temp. Prob.  
Figura N°171– Temp. Prob.  
Figura N°172– Temp. Prob  
Figura N°173 – Temp. Prob.  
Figura N°174 – Temp. Prob  
Figura N°175 – Grafico Lectura de temperatura interna y externa de las probetas  
Figura N°176 – Grafico Lectura de temperatura  
Figura N°177 – Grafico Lectura de temperatura  
Figura N°178 – Grafico Lectura de  $F'c=kg/cm^2$  y Temperatura  
Figura N°179 – Grafico Lectura de  $F'c=kg/cm^2$  y Temperatura  
Figura N°180– Segundo edificio a trabajar  
Figura N°181– Toma de medida  
Figura N°182 – Toma de medida  
Figura N°183 – Toma de medida  
Figura N°184- Toma de medida  
Figura N°185 – Toma de medida  
Figura N°186 - Toma de medida  
Figura N°187 – Plano de Arquitectura Distribución Primer Piso  
Figura N°188 – Plano de Arquitectura Distribución Segundo Piso  
Figura N°189 – Plano de Arquitectura Distribución Tercer Piso  
Figura N°190 – Plano de Arquitectura Distribución Cuarto Piso  
Figura N°191 – Plano de Arquitectura Distribución Quinto Piso  
Figura N°192 – Plano de Arquitectura Distribución Quinto Piso  
Figura N°193 – Plano de Arquitectura Fachada de la edificación Nicolini  
Figura N°194 – Plano de planta primer piso  
Figura N°195 – Plano de planta del Tercero y cuarto piso  
Figura N°196 – Plano de planta del quinto piso  
Figura N°197 – Ejes X (Eje B – B)  
ImagenN°198 – Ejes Y (Eje 3 – 3)  
Figura N°199 – Viga Principal  
Figura N°200– “Cargas Vivas Mínimas Repartidas”  
Figura N°201 – Coeficiente Para el Predimensionamiento de Viga  
Figura N°202 – Valores a utilizar para el Predimensionamiento de Columnas  
Figura N°203 – Valores a utilizar para el Predimensionamiento de Columnas  
Figura N° 203 – Área tributaria C1  
Figura N°204 – Área tributaria C2  
Figura N° 205– Área tributaria C4  
Figura N°206 – Espesor de la Losa  
Figura N°207 – Espesor de la Losa Maciza 0.20 cm  
Figura N°208 – Norma E 0.20 Tiendas  
Figura N°209 – Norma E 0.20 Vivienda  
Figura N°210 – Norma E 0.20 Concreto Armado  
Figura N°211 – Norma E 0.20 Pesos Unitarios de Albañilería  
Figura N°212 – Plano general de la Primera Planta

Figura N°213 – Metrados de Carga Muerta por Piso y Elementos  
 Figura N°214 – Metrados de Carga Muerta y Viva Peso Total por cada Piso  
 Figura N°215 – Programa Etabs 18. 0.2  
 Figura N°216 – Introducción de datos al Etabs  
 Figura N° 217 – Definición de Pisos de 5 niveles  
 Imagen N° 218 – Definición de las grillas y ejes en X – Y  
 Imagen N° 219 – imágenes en 3D del edificio Nicolini  
 Imagen N° 220– imágenes en 3D del edificio Nicolini  
 Imagen N°221 – de las dimensiones de las Vigas.  
 Figura N° 222 – Dimensiones de las Columnas  
 Figura N° 223 – Factor de Zona  
 Figura N° 224 – Zonificación Sísmica  
 Figura N° 225 – Edificaciones y Factor “U”  
 Figura N° 226 – Perfil de Tipo de Suelo  
 Figura N° 227 – Perfil de Tipo de “S”  
 Figura N° 228 – Factor de Ampliación Sísmica  
 Figura N° 229 – Periodo Fundamental de Vibración  
 Figura N° 230 – Fuerza Cortante en la Base  
 Figura N° 231 – Coeficiente Básico de Reducción Fuerzas Sísmicas ( $R_o$ )  
 Figura N°232 – Espectro de Sismo  
 Figura N°233 – Diafragma Rígido del edificio Nicolini  
 Figura N° 234 – Diagrama de fuerzas de miembro para marcos y columnas  
 Figura N° 235 – Modal de masa participante  
 Figura N° 236 – Modal de periodos y frecuencias  
 Figura N°237 Modal de dirección de factores  
 Figura N° 238 - Modelamiento con agregado de lana de roca  
 Figura N° 239 – Vigas propuestas con el agregado de lana de roca  
 Figura N° 240 – Vigas y Columnas propuestas con diseño de concreto  
 Figura N° 241 – Máximo desplazamiento en X de la edificación Nicolini  
 Figura N° 242 – Máximo desplazamiento en X del Edificio Nicolini con concreto de lana roca  
 Figura N° 243 – Diagrama de evaluación de refuerzo de con concreto simple  
 Figura N° 244 – Diagrama de evaluación de refuerzo con agregado de lana de roca  
 Figura N° 245 – Grafico de desplazamiento máximo en X comparación entre el concreto simple y el concreto con lana de roca  
 Figuras N° 246 – Probeta con lana de roca, pero fibra y no molida  
 Figuras N° 247 – Molido de la lana de roca  
 Figuras N° 248 – formas de transmisión de calor  
 Figuras N° 249 – Quemado de Probetas  
 Figura N° 250 Norma NTP ISO 834-1:2012  
 Figura N° 251 Pesado de concretos antes del quemado y posterior  
 Figura N° 252 – Grafico de todas las  $f'c=kg/mc^2$  de Columnas  
 Figura N° 253 – Grafico de todas las  $f'c=kg/mc^2$  de Losa de Piso o Techo  
 Figura N° 254 – Grafico de todas las  $f'c=kg/mc^2$  Pared  
 Figura N° 255 – Daños en losa de techo y paredes del edificio Nicolini.

## RESUMEN

La presente tesis, está basada en experimentar y estudiar los resultados y cambios mecánicos que tendrá el concreto, con el agregado de lana de roca como sustitución de un elemento en el diseño de mezcla, teniendo como material a usar en estado de fibra o granel industrial la lana de roca, en su estado bruto se encuentra en abundancia en la faz de la tierra como elemento natural tanto en el mar como en el suelo como materia prima, cual se le denomina roca balsámica que es procedente de las lavas volcánicas en el proceso de enfriamiento para su solidificación.

El concreto obtenido será considerado como aislante térmico como elemento natural en el concreto, para de esta manera llevarlo a pruebas de ensayos a temperaturas altas entre los rangos de 340°C a 440°C y a la  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , y de esta manera obtener los resultados de las pruebas a desarrollar.

Teniendo los valores de fuerza del concreto evaluado en su parte mecánica, se realizará el moldeado del elemento estructural en un software, los datos que se tomaran serán en base a los resultados que se obtendrá como de la  $f'c= \text{kg/cm}^2$ , serán aplicados en los elemento estructurales del Edificio Nicolini (Malvinas) de 5 pisos el cual se realizó una evaluación previa en la misma edificación para ver cuál es la fuerza actual y estructural que tiene, ubicación está en el centro de Lima Av. Argentina cuadra 2 distrito de Lima.

En relación al uso de la lana de roca como agregado sustituto en el concreto como un elemento más, no sea encontrado estudios suficientes de ello en el País, para tomar como ejemplo dosificaciones, es por ello que se tendrá varios estudios como, evaluación de resistencia con el esclerómetro al Edificio Nicolini, diseño de concreto, evaluación por temperaturas altas y resistencia a la comprensión a columnas y vigas, ensayos propiedades física de los agregados a utilizar, todo estos resultados nos darán más luz al uso de la lana de roca para posteriores investigaciones que se realizaran.

**Palabras Claves:** lana de roca, concreto, estructura, temperatura, aislante.

## **Abstract**

This thesis is based on experimenting and studying the results and mechanical changes that concrete will have, with the addition of rock wool as a replacement for an element in the mix design, having as a material to be used in the state of fiber or industrial bulk Rock wool, in its raw state, is found in abundance on the face of the earth as a natural element both in the sea and in the soil as a raw material, which is called balsamic rock that is from volcanic lavas in the process cooling for solidification.

The concrete obtained will be considered as a thermal insulator as a natural element in concrete, in order to take it to tests of tests at high temperatures between the ranges of 340 ° C to 440 ° C and at  $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ , and in this way obtain the results of the tests to be carried out.

Taking the strength values of the concrete evaluated in its mechanical part, the molding of the structural element will be executed in a software, the data that will be taken will be based on the results that are found as the  $f'c = \text{kg} / \text{cm}^2$ , they will be applied to the structural elements of the 5-story Nicolini Building (Malvinas), which was previously evaluated in the same building to see what its current and structural strength is, location is in the center of Lima Av. Argentina, block 2, district from Lima.

Regarding the use of stone wool as a substitute aggregate in concrete as one more element, not enough studies of it have been found in the country, to take dosages as an example, that is why there will be several studies such as resistance evaluation With the Nicolini Building sclerometer, concrete design, evaluation by high temperatures and resistance to compression to columns and beams, physical properties tests of the aggregates to be used, all these results will give us more light on the use of rock wool for subsequent investigations to be carried out.

**Keywords:** rock wool, concrete, structure, temperature, insulation.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad Problemática

En la actualidad en nuestro País tenemos una de las dificultades más frecuentes y recurrentes por eventos de exposición de fuego, el cual afecta a las edificaciones provocando diferentes daños por incendio fortuitos, en lo general las dificultades por fuego producen un efecto en este sobre todo la estructuras del concreto en su cuerpo y masa estas acciones elevadas de temperaturas sometidas al material hace que pierdan la ductilidad y en sus propiedades mecánicas, se toma como ejemplo los daños por incendios que han como en estructuras de centros comerciales, galerías, depósitos, viviendas e edificios multifamiliares, como lo manifiesta en su tesis según el ingeniero, Huincho, (2017) manifiesta que “el concreto a altas temperaturas es alterable, en cuanto a los agregados, sufren deformaciones y el cemento hidratado se disgrega perdiendo su cualidad ligante” (p.35), son las razones por el cual surgen las nuevas investigaciones, de esta manera orientando el estudio a una visión de cómo implementar otros agregados para buscar que el concreto sea más resistente en sus diferentes propiedades como térmicas y su resistencia a la compresión.

El principal efecto que puede presentar por incidencia de fuego el concreto, es la disminución de su resistencia cuando alcance temperaturas mayores a los 380°C, se pone como referencia la cita de Chauca y Cruz (2014) donde mencionan “puede apreciarse que el deterioro es acelerado para temperaturas desde los 500°C y superiores, cabe recalcar que esto se produciría con temperaturas oscilantes de 250°C, 350°C en adelante” (p.173), a esta información se puede sumar con otros estudios que dan de referencia que el concreto también trasfiere la temperatura al acero en el concreto armado debilitando la estructura.

La compañía de Bomberos Voluntarios del Perú, en su reporte estadístico que publica menciona que las emergencias atendidas a nivel nacional solo por incendios de enero a diciembre del 2019 han habido un total de 14,263 eventos por fuego, pero también se tiene la información del presente año de enero a agosto del 2020 se contabilizado un total de 8200 casos similares en todo el País, esto presenta un alto porcentaje de

daños por fuego directo y un gran problema existente, muchas de las construcciones he edificaciones que han tenido estos eventos por fuego no han sido evaluados luego del incidente para ver si las estructuras se encuentran estables o no.

Tomamos como ejemplo los daños por temperaturas altas por fuego directo a uno de los incendios más comentados en nuestro País de fecha 22 de junio 2017, el evento en el Ex Edificio Nicolini “Galería las Malvinas”, ubicado en la cuadra 2 de la avenida Argentina, Lima, que ahora se toma como material informativo de trabajo para el presente estudio

La construcción del edificio se Nicolini se construyó en el año 1918, el cual no cuentan con los estándares actuales y vigentes como construcción antisísmica, por ello las altas temperaturas originan que la construcción pierda ductilidad, reduciendo la capacidad de soportar movimientos sísmicos,

Las cualidades en el diseño del concreto son muy importantes. esto dependerá de los fundamentos básicos del diseño de mezcla y los cálculos que determinaran las proporciones de la adecuada en base a la resistencia a utilizar, según Llontop y Ruiz, (2019) refieren que “un concreto adecuadamente proporcionado debe presentar las siguientes cualidades: Trabajabilidad aceptable del concreto fresco; Durabilidad, resistencia y apariencia uniforme del concreto endurecido; Economía” estos fundamentos son importantes a la hora de realizar y obtener el concreto deseado.

Teniendo estos conceptos podemos mencionar que en el concreto se puede adicionar un elemento más para volverlo térmico, en la búsqueda de los diferentes materiales que sea tomado como información tenemos a la Lana de Roca y sus propiedades térmicas, mencionamos a Monge, (2016) que menciona como referencia que “es un material fabricado a partir de roca volcánica y pertenece a la familia de las lanas minerales. La lana de roca se obtiene de la fundición de la roca balsámica”, este material es usado como aislante térmico, una de sus particularidades es el aire inmóvil en su interior, esta restricción dificulta la transmisión o flujo de calor a través del mismo material, de esta manera da una protección pasiva a temperaturas altas por fuego directo, por ser un material no combustible.

En las informaciones obtenidas, se da como referencia que la lana de roca tiene propiedades térmicas y que se puede adaptar como parte de agregado en la mezcla del concreto, para probar si mejora su capacidad en su comportamiento estructural y sísmico, manteniendo su fuerza a la compresión y mejorando su aislamiento a temperaturas altas direccionando a una mejora en su trabajabilidad, durabilidad y que sea económica, estará ligada a realizar diferentes proporciones que se utilizara en porcentaje en granel de la lana de roca como parte de agregado para la preparación del concreto.

Ahora nos formulamos la pregunta: ¿de qué manera contribuirá la agregación de lana de roca en la mezcla del concreto, en el diseño sísmico en edificio Nicolini (Malvinas), sometido a fuego y  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , Lima-20?

## **II MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Trabajos Previos**

En el estudio de investigación se citará como referencia las diferentes investigaciones evaluadas que se realizó anteriormente en los siguientes temas: resistencia a la fuerza a compresión, exposición de fuego directo por temperaturas altas, propiedades térmicas de la lana de roca, el cual está incluida como información de referencia de los estudios de proyectos de tesis de investigación como nacionales e internacionales.

### **2.2 Antecedentes Internacional**

Durovic, M. (2015) nombre del artículo "Investigación Experimental de las Propiedades Higrotermicas del Aislamiento de Lana de Roca Relacionado con la Estructura del Material" el objetivo que se tiene en el estudio es corroborar las propiedades térmicas que tiene la lana de roca, diseño experimental, ya que se menciona que tiene un gran aislamiento y una excelente resistencia térmica, conclusiones claramente se evidencia que las muestras de lana de roca tiene una conductividad en este caso térmica más baja que la muestra básica esto menciona que con aditivos tiene una conductividad térmica más baja que la muestra básica en el rango de -10%, se recomienda que al



momento de la manipulación del materia tener cuidado con la aspiración por seguridad de salud.

Alvarado, G. (2016) el título “Estudio del Comportamiento del Concreto Estructural Expuesto Alfuego” la investigación esta direccionada al objetivo de estudiar el efecto de la resistencia a flexión del concreto expuesto a fuego directo en el diseño  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  y acero de refuerzo de influencia  $Fy=4200\text{kg/cm}^2$ , el diseño es experimental se trabajó con probetas elaborados en dos tipos, como conclusión manifiesta que a partir de los 120 minutos a la exposición de fuego mayores  $900^\circ\text{c}$  el concreto perderá su resistencia, se recomienda utilizar instrumentos de quemado para obtener una temperatura uniforme en los probetas.

Yliniemi, Kinnunen y Karinkata. (2016) título de la publicación “Utilización de Lanás Minerales Como Precursor de Materiales Activados por Álcalis” el objetivo mostrar las propiedades mecánicas buenas lana de roca incluso que el hormigón, teniendo otra propiedad beneficiosa, la resistencia al fuego y su peso típicamente ligeros como material, de diseño experimental, la resistencia a la compresión y a la flexión de las muestras activas con álcalis obtuvieron alta resistencia a la compresión en conjunto con la flexión, conclusiones se midieron las resistencias máximas en compresión de 48,7 y 30,0 MP a para GW y RW, la densidad de apariencia resulto en las diferentes muestras varias en referencia entre 1750 y 2100 kg/ m<sup>3</sup>. La presencia de resinas orgánicas en la lana mineral tuvo efectos positivos en las resinas.

Menon, S. (2017) artículo denominado “Investigación Experimental de Reciclaje de Aislamiento de Lana de Roca Como Aislante en Bloques de Hormigón” el objetivo él es el estudio comparativo de los aislamientos térmicos de lana de roca y poliestireno direccionado al ahorro de energía y la mejora de los materiales de la construcción, estudio es experimental es un producto inorgánico no metálico fabricado con piedra /roca, conclusiones la lana de roca de costo bajo, tiene una alta resistencia a la compresión, alta durabilidad, versatilidad y de fácil manejo, ya que la lana de roca alcanza una temperatura de  $1500^\circ\text{C}$  para que se pueda fundir y se convierta en fibras delgadas para su uso térmico, recomendaciones corroborar con diferentes (%) la

conductividad térmica del bloque de construcción se prueba mediante el método de prueba ASTM C518, el análisis nos ayudara a determinar el aislante eficiente.

Figuroa y Bello (2018) nombre de la investigación “Comportamiento del concreto a altas temperaturas con material reciclado: polvo de caucho y vidrios sódico cálcico” el estudio fue realizado en Colombia, el objetivo es estudiar el comportamiento de la resistencia a compresión y flexión del concreto simple al ser sometido a la temperatura de 450°C, el diseño es experimental para identificar la variabilidad de la resistencia del concreto simple, en las conclusiones manifiesta que las probetas que no fueron sometidas a temperaturas de 450°C se sometieron a la fuerza de compresión, en el plano de fallas se presentó un ángulo promedio de 45° respecto al eje vertical de la probeta, la exposición del concreto a temperaturas altas produce un aumento de la porosidad y presentara fisuras externas e internas, se recomienda el uso de aditivos y como medida el uso del esclerómetro.

### **2.3 Antecedentes Nacionales**

Huincho, M. (2017) cuyo título “Evaluación de la resistencia mecánica del concreto sometido a altas temperaturas por incidencia del fuego directo” la investigación tiene el objetivo de conocer los efectos que tendrá el concreto al tener contacto a fuego directo, su objetivo es determinar el efecto de las propiedades mecánicas que presentara el concreto convencional, la metodología utilizada es experimental por las pruebas realizadas en los “laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería”, en las conclusiones se menciona que en resistencia a compresión, en relación  $a/c=0.60$ , la disminución de resistencia (%) fue de 20.6%, 32.1% y 71.5% en tiempos de 1, 2 y 3 horas de exposición, de esta manera obteniendo varios resultados en la compresión, tracción, módulo de elasticidad, diferencia de tiempos de exposición y la perdida en el porcentaje de la resistencia a la compresión, se recomienda el autor usara implementos adecuados de seguridad en el proceso y contar con las herramientas

que facilite y permitan el manejo y control de los probetas al exponer a altas temperaturas en el quemado.

Marín y Vallejos, (2019) el título propuesto el estudio de investigación “Análisis Sísmico de Edificio 8 Pisos, Incorporando Escoria de Acero en Pórticos de Concreto, Tablada, Villa María del Triunfo, 2019” su objetivo en evaluar un edificio estructuralmente de 8 pisos, en el cual refieren con pórticos elevados a base del diseño que proponen con mezcla de escoria de acero y con la fuerza a la resistencia  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en el estudio realizaran diferentes simulaciones sísmicas en base a los análisis estructurales con cálculos por medio de software, la investigación fue experimental, establecieron de analizar los diferentes estudios como refieren, estudio de suelo, evaluación de mezcla de diseño, ensayos de fuerza de compresión, resistencia de flexión a vigas, ensayos físicos de materiales, en sus conclusiones la sustitución del agregado con el material de escoria de acero en la mezcla con el concreto en los siguientes porcentajes de 20%, 40% y 60%, se obtuvieron una resistencia a la compresión en los 7 días, 253. 266, y 275  $\text{kg/cm}^2$ , se pudo obtener el concreto con el elemento de la escoria de vida de 28 días una resistencia optima, se recomienda realizar estudio de concreto con la incorporación de escoria de acero, a mayores cantidades de sustitución del agregado grueso.

Castro, D. (2019) título del estudio “Comportamiento del Concreto a Altas Temperaturas con Material reciclado: polvo de caucho y vidrio sódico cálcico” la investigación está basado en el objetivo de diseñar un concreto empleando materiales reciclados, como caucho derivados de neumáticos y vidrio sódico cálcico de envases de botellas para que sea reemplazado parcial del agregado fino, el diseño es experimental que permite sus análisis en el comportamiento cuando sea sometido a fuego directo, la conclusión estos materiales adicionados en la mezcla del concreto se genera costos mayores, la recomendación para otros estudios es en utilizar como sustitución 10, 20 y 30% de vidrio sódico cálcico en el caucho solo un 10% y 20%.

Aguinaga, G. (2019) nombre del estudio “Mitigación de los Efectos Negativos en el Concreto de  $F'c=210\text{ kg/cm}^2$ , Producidos por las Altas Temperaturas en la Ciudad de

Tarapoto” la investigación tiene la finalidad y el objetivo el estudio de la reducción de la temperatura interna del concreto en la presencia de altas temperaturas, el diseño es experimental para ver el comportamiento de las propiedades físicas mecánicas que presentará el concreto a la  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , en las conclusiones la consistencia obtenida es 3.61'' positivo se logró obtener un concreto trabajable según el diseño, sin ninguna modificación en la relación agua/cemento ( $a/c=0.50$ ), la recomendación para otras investigaciones es recomendar el uso de aditivos súper plastificantes para determinar los elementos mitigadores ante los efectos negativos por las altas temperaturas.

Cobeñas y Janampa (2019) nombre del estudio “Influencia del Proceso de Rehidratación de la Resistencia del Concreto Reforzado con Fibra de Polipropileno por Exposición al Fuego Directo” investigación tiene el objetivo de analizar el reforzamiento del concreto con fibra de polipropileno para poder obtener mayor resistencia ante la exposición de fuego, el diseño de la investigación es experimental tendrá posesos de quemados por medio de sopletes de gas propano para poder obtener temperaturas homogéneas, las conclusiones se mencionan que la influencia de la fibra en el concreto mejora la resistencia a la compresión y también a la tracción, se recomienda que a la exposición del concreto a fuego en periodos de tiempos de 2 y 3 horas y a rehidratación de temperatura ambiente tendrá disminución de resistencia de 28% y 41%.

## **2.4 Teorías relacionadas al problema**

En este capítulo tendremos que identificar nuestras variables independientes como dependientes para direccionar la investigación al estudio deseado.

## **2.5 Variable independiente: Concreto con agregado de lana de Roca.**

### **Definición**

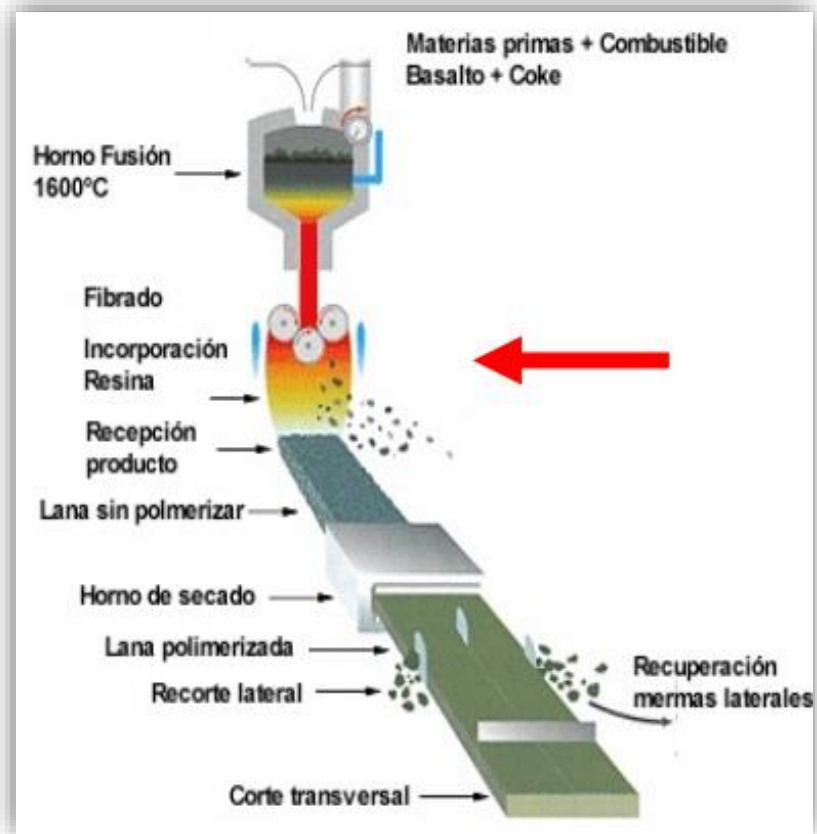
La lana de roca es un mineral que se define a partir de roca natural como balsámica, se puede mencionar que es un tipo de roca ígnea volcánica, mencionar que su presencia en la corteza natural es abundante sobre todo en el fondo del océano.

Se puede mencionar de acuerdo con las referencias al ser una roca natural es considerado como un material sostenible en la línea del tiempo.

### **Fabricación del Material**

La fabricación de la lana de roca, es un proceso el cual implica que la roca volcánica sea sometida a temperaturas altas en horno industrial el cual llegue a temperaturas de hasta 1600°C, por ser una roca ígnea se licua para poder obtener el magna como materia prima, y posteriormente será transformado en procedimiento en el cual se expone al magna en forma de chorro de aire o vapor a alta presión, que luego será centrifugado en velocidades el cual se obtendrá las hebras largas en forma de fibras para obtener la lana de roca, se adjunta imagen para tener como referencia el procedimiento del material.

**Figura N° 1. Proceso de la Lana de Roca**



**Fuente:** Información recopilada de Internet de referencia, “Guía de lanas minerales aislantes, mas empleado en la Unión Europea”

### **Características del Material**

La lana de roca tiene tres características principales las cuales son las siguientes:

- a) Su característica fundamental es ser un gran material como aislante térmico por las siguientes razones.
  - La conductividad térmica en este caso es baja, en orden de 0.037 W/mk, por ello que es un buen aislador térmico.
  - El material es un aislante no hidrófilo por ello no retiene la humedad.

- Una de las características es que tiene la lana de roca es que es permeable al vapor de agua.
- Como material inorgánico se reduce a la probabilidad de formación de moho.

**Figura N° 2. Lana de Roca**



**Fuente Propia:** *Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

## Composición Química

Los componentes químicos de la lana de roca.

**Tabla N° 1** Composición Química de la Lana de Roca

Composición Química de la Lana de Roca		
Composición Química		
Silica	SiO <sub>2</sub>	44.06%
Alumina	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.94%
Titania	TiO <sub>2</sub>	1.58%
Ferrous Oxide	FeO	11.93%
Lime	CaO	16.36%
Magnesia	MgO	5.68%
Manganese Oxide	MnO	0.17%
Sodium Oxide	Na <sub>2</sub> O	3.71%
Potassium Oxide	K <sub>2</sub> O	0.57%

**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

## Normas

Esta normalizado en toda la comunidad Europea el uso de la lana de roca las cuales son:

- Norma UNE-E 13162:2002 “Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación”
- Norma UNE-EN ISO 9001
- Norma Euroclase A1 EN 13501-1
- Norma ASTM C592

Sobre las características y propiedades de la lana de roca menciona Menon (2017) que son hebras inorgánicas de material de fibra mineral que serán unidas mediante aglutinantes orgánicos que se producen en este caso a partir de dos minerales:



diabase (dolerita) o basalto, la lana de roca se crea a partir de la de una mezcla de basalto, con piedra caliza y coque a altas temperaturas, alrededor de 1500°C, en el proceso de agregar porciones de aglutinantes, aceites a prueba de polvo, con aceites de silicona y operaciones mecánicas, para tener un producto final la fibra de lana de roca.

**Figura N° 3. Datos de la Lana de Roca**

Datos técnicos									
Característica	Símbolo	Especificación						Unidad	Normativa
Temperatura máx. de servicio	ST(+)	750 - 800						°C	AGI Q 132 EN 14706
Conductividad térmica según temperatura	δ	50	100	200	300	400	450	°C	EN 12667
	λ	0,037	0,044	0,060	0,080	0,107	0,123	W/m-K	
Corrosión	-	Calidad AS						-	AGI Q 135
Absorción de agua	Wp	≤ 1						kg/m <sup>2</sup>	EN 1609
Reacción al fuego	-	Euroclase A1 (no combustible)						-	EN13501-1
Punto de fusión de las fibras	t	> 1.000						°C	DIN 4102-17
Contenido de azufre	-	< 0,1						Masa %	-
Sin silicona	-	Producido sin aceite de silicona						-	-

**Fuente:** Información recopilada de Internet de referencia, de ficha técnica de Knauf Insulation S.L.

### Concreto

El concreto es uno de los materiales más usados en la línea de la construcción y cada día tiene nuevas técnicas de usos o de aditivos como complemento en su mejor trabajabilidad, sus usos están dados de acuerdo a las necesidades de los diferentes diseños deseados en una edificación como mortero o concreto armado, empleado como material para las diferentes estructuras de composición simple y a la vez fuerte como elemento, su proporción de mezcla está compuesta por cemento, agregados, agua y aire, se puede describir que es una estructura plástica moldeable, consistente

como pasta resistente, de esta manera convirtiéndose en un material esencial y adecuado para la construcción de edificaciones diferentes.

Por sus características que tiene el concreto se clasifica en tres grupos como se muestra:

**Tabla N° 2 Concreto y Usos**

<b>Concreto y Usos</b>		
Concreto Simple	Concreto Ciclópeo	Concreto Armado
Veredas	Cimentación	Columnas
Autopistas	Sobrecimiento	Vigas
Canalizaciones	Muros de Contención	Placas
Pistas de Aterrizaje	Zanjas de Cimentación	
Losas aligeradas	Pisos Rústicos	
solados	Sobre Pisos	

**Fuente Propia:** *Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

Se puede hablar diferentes términos y concepto en referente al concreto, pero una de las instituciones conocidas del país refiere ACI, (2015), que “durante los últimos 50 años, la tecnología del concreto ha realizado grandes procesos” (pag. 6) es en base al control del sistema de la reología del concreto y esto a que se debe al empleo de aditivos reductores de agua el cual de esta manera modificando su viscosidad para hacerla más moldeable, esto quiere decir que la reología del concreto no dependerá ahora únicamente del agua, significa que habrá un equilibrio entre el agua y la dosificación de reducción en el nivel de alto rango para tener la modificación de su viscosidad del concreto.

La importancia que tiene el concreto actualmente en nuestro País es básico, siendo es uno de los materiales más estudiados y cada vez se tiene nuevos aportes en mejora

de la misma estructura de masa del concreto al trabajar solo como concreto simple o armado, tomamos como referencia a Carrillo y Rojas (2017) en el cual mencionan que “el concreto es, en general, desconocido en mucho de sus siete grandes aspectos” (pag. 11-12), el autor menciona que son en su aspecto, naturaleza, como material, en sus propiedades mecánicas que tiene, en su proporción y dosificaciones, en los procesos de puesta en la obra, como también en su control de calidad, en su inspección, en su desarrollo de mantenimiento de los elementos estructurales.

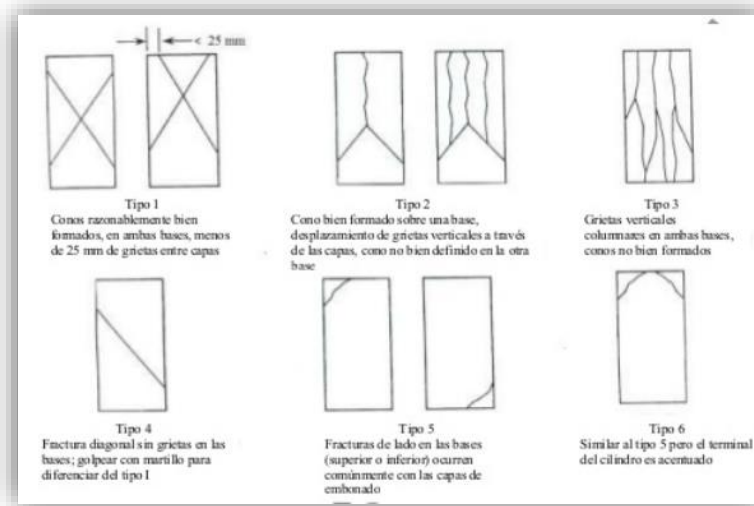
La demanda del uso del concreto es cada vez más usada buscando que el material sea de alto desempeño, el ACI, (2015) menciona que la “infraestructura moderna capaz de garantizar seguridad, comodidad, economía y además ser amigable con el medio ambiente”, por estas razones es que ahora las nuevas investigaciones o tecnología se suman a las nuevas exigencias para el uso del concreto en su desempeño.

### **En su resistencia del concreto $F'c$ kg/cm<sup>2</sup>**

Es una de sus características estructurales y fundamentales que tiene el concreto el cual es la fuerza a compresión, pero a la vez también tiene la desventaja en su resistencia a la tracción, su fuerza dependerá del tiempo del curado, para que pueda alcanzar las fuerzas requeridas para su uso, las fuerza usadas  $f'c100=kg/cm^2$ ,  $f'c175=kg/cm^2$ ,  $f'c210=kg/cm^2$ ,  $f'c280=kg/cm^2$ .

Para poder obtener la evaluación de resistencia de compresión está ligada a normas que permitirán la valides de estos ensayos, los moldes de probetas usados son 4" x 8" o 6"x12", la norma usada es NTP 336.034 (resistencia de compresión del concreto, para muestras cilíndricas). Tipos de roturas en los sayos a la compresión:

#### Figura N°4. Tipo de rotura de probetas



**Fuente:** Información recopilada de la NTP 336.034

Para este tipo de evaluación se tiene que tener la valides y calibracion de la maquina de ensayo a compresion, se muestra el tipo de sollicitu de servicio se toma como modelo del laboratorio del la Univesidad Nacional de Ingenieria – LEM (laboratorio de ensayo de materailes) .

Para estos ensayos se tiene que llenar un sollicitud de ingresos de los probetas en el cual tienen que estar especificados los siguientes datos los cuales son:

- Datos del solicitante.
- Fecha de fabricacion de los probetas.
- Fecha de rotura o ensayo.
- Identificación de la muestra (cual sera su funcion Viga, columna)
- Numero de probetas de ensayo.
- Fuerza a compresión a prueba.
- Medidas de los probetas.



## **En su resistencia a la tracción y flexión**

Las diferentes resistencias que tendrá el concreto serán variadas de acuerdo con las fuerzas aplicadas en las estructuras, como columnas, vigas y losas, se toma de referencia a Masías, (2018) donde menciona que “el concreto posee muy baja resistencia a la tracción” (pag.18) es por ello que esta propiedad no es tomada en los diseños normales en las estructuras, la tensión va tener importancia en los agrietamientos del concreto esto será de acuerdo a la restricción de la misma contracción que es inducida en el secado o en la disminución de su temperatura que tendrá, la norma que se utilizara será NTP 339.084 (se detalla la resistencia simple a la tracción del concreto, en comprensión diametral de las muestras cilíndricas como probetas), la resistencia a la flexión según Galicia, Velásquez, (2016) que “la resistencia a la flexión es una medida de la tracción del concreto” esta direccionada a las fallas por el momento que tendrá una viga o losa de concreto, los cálculos que se aplicaran a la resistencia a la flexión se dará en aplicación a una sección transversal rectangular, la norma utilizada será NTP 339.078 (por medio de este ensayo se determina la fuerza de resistencia a flexión de una viga en este caso simple de concreto, esto apoyadas en las cargas a los tercio de tramo para su prueba).

### **2.6 Variables Dependientes; Diseño Sísmico de edificio.**

Se usará para trabajar la norma E 0.30, la norma manifiesta que establece ciertas condiciones en este caso mínimas para que la edificación mantenga un diseño de buen en el comportamiento sísmico, en la norma E 0.30 (2018) Art 3.1 menciona que “la filosofía del diseño sismo resistente consiste en” pondremos una tabla como referencia.

**Tabla N° 5 Filosofía de Diseño**

Filosofía de Diseño Sismo resistente	
1	Evitar pérdidas de vidas humanas.
2	Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
3	Minimizar los daños a la propiedad.

**Fuente Propia:** *Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

### **Diseño de estructura**

Los diseños estructurales en una edificación están compuestos en cada uno de sus elementos el cual son los siguiente, las placas, columnas, columnetas, vigas de amarre y muros de albañilería, es realizar de un inicio las potencialidades de los materiales y que propiedades tienen sus características en su naturaleza, por el cual lo hace específico, estos cálculos estarán basados en el uso de ecuaciones para hallar la resistencia de los materiales a usar, para de esta manera tener los refuerzos internos, que por medio de los cálculos se pueda ver sus deformaciones y las tensiones que tendrá y la forma de su comportamiento en su estructura y resistencia, en las edificaciones.

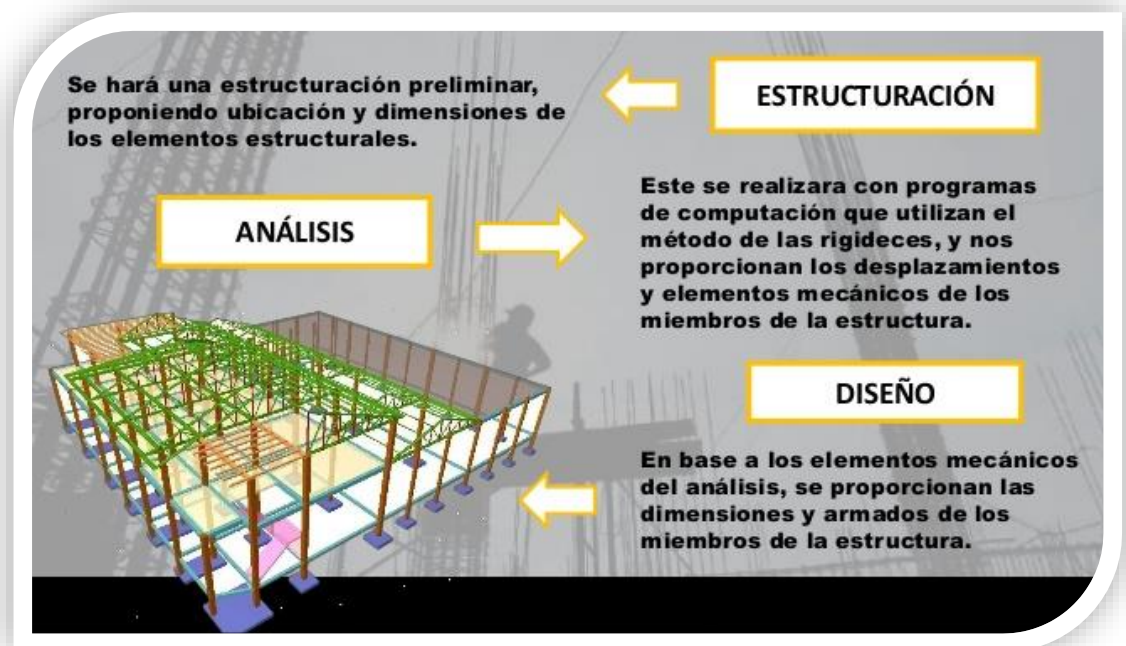
En base a los diseños se tiene el concepto de confiabilidad de las estructuras que refiere Orta, (2018) que “el concepto de confiabilidad se asocia con la incertidumbre de dicha infraestructura cumpla con las funciones objetivo durante su ciclo de vida” (pag.2) la importancia de lo que se quiere es que la estructura sea calculada principalmente con el fin de seguridad para poder prevenir el colapso, las fallas se presentan cuando no hay el equilibrio en este caso entre las fuerzas que se presentaran internas para sus resistencia y en lo contrario las fuerzas externas actúan en su estructura.

En el análisis estructural se tiene varios conceptos generales para poder mencionar, el cual se tiene que tener una armonía en el diseño para que pueda cumplir con su funcionalidad, seguridad, economía y que mantenga el diseño correcto.

Factores el cual se debe de considerar.

- La elección del tipo de la estructura el cual cumpla con las condiciones que se solicita en un proyecto.
- Realizar los cálculos de solicitaciones internas y externas.
- Calcular por medio de la evaluación las cargas y las acciones que se someterá.
- Tener el dimensionamiento de los diferentes elementos que estará compuesta la estructura.
- Realizar las verificaciones de las deformaciones que tendrá la estructura.
- Contar con el análisis de costo para la ejecución y su mantenimiento.
- Realizar la evaluación del diseño que se elegirá para de esta manera poder, corregirlo o cambiarlo.

**Figura N°6. Conceptos de las estructuras**



**Fuente:** Información de imagen recopilada de Internet



La elección del diseño será un tema fundamental el cual estará ligada a una variedad de los diferentes factores, de la forma de las distintas alternativas de estructuras con distintas alternativas, por ejemplo.

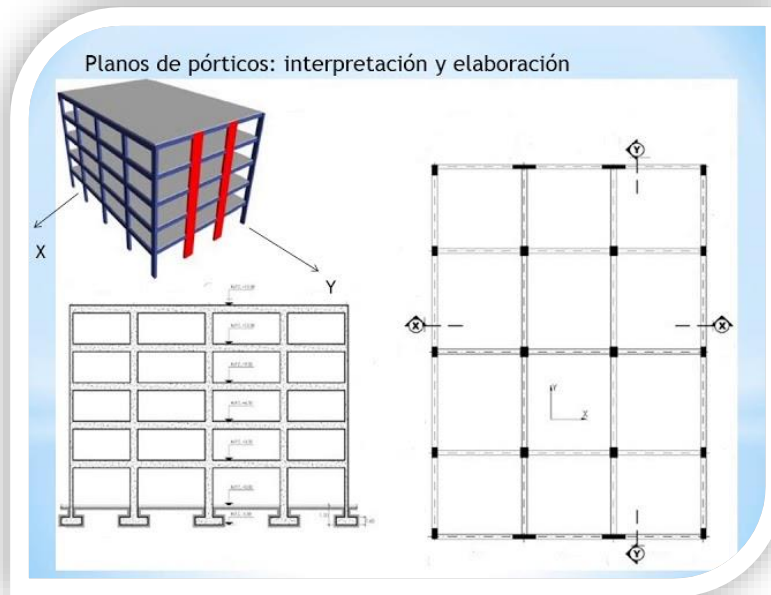
- Laminares o de barras.
- Isostáticas o hiperestáticas.
- Tridimensionales o planas.
- Reticuladas o de alma llena.
- De hormigón, acero, madera o mixta.
- Fabricadas in situ o prefabricada.

### **Modelación de estructuras para cargas sísmicas**

La modelación se puede considerar como una herramienta en este caso para el análisis de estructura y en sus materiales para ver o evaluar su comportamiento, se planteará la descripción de sus parámetros más importantes en la modelación física, que en este caso serán estudiados y que se aplicara en los diferentes modelos experimentales, se puede mencionar que es fundamental la observación de las complicaciones que tendrá la modelación ante las cargas dinámicas, propuestas en estructura.

Podemos referir a Rodríguez, (2017) que menciona “modelos de resistencia se les conoce también como modelos de resistencia ultima o modelos reales” (pag.27) el autor menciona que un modelo de resistencia en este caso o elemento de cualquier estructura que sea de concreto reforzado tiene que ser elaborado de concreto armado en este sentido ambos materiales deberán cumplir las condiciones de resistencia calculadas para el diseño.

**Figura N°7. Modelación del diseño de edificación**



**Fuente:** Información de imagen recopilada de Internet

Se trabajará el modelamiento sísmico en el Etabs, para poder tener las especificaciones sísmicas de las fallas que se obtendrá para referencia del diseño de concreto con el agregado de la lana de roca como elemento de refuerzo.

## 2.7 Formulación del problema

En esta etapa se formula el problema de la investigación, ahora se estructurará la idea del estudio de investigación, el cual estará dividido en dos partes en el problema general y el específico, ahora se describirá el planteamiento del problema propuesto en lo siguiente:

## 2.8 Problema General

¿Cómo influirá la incorporación de lana de roca en el concreto en su fuerza  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ , luego de haber sido sometido a fuego para el diseño sísmico en edificio Nicolini (Malvinas) Lima-2020?

## 2.9 Problema específico

- ¿El concreto mejorara sus propiedades mecánicas con el agregado de lana de roca y fuerza a la compresión  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , luego de haber sido sometido a temperaturas mayores de  $300^\circ\text{C}$ ?
- ¿Será importante el diseño del concreto con la incorporación de la lana de roca en porcentaje variados para el diseño sísmico en edificio Nicolini (Malvinas) Lima-2020?
- ¿Cuál será los resultados de las pruebas del análisis sísmico del edificio Nicolini (Malvinas) incorporando el agregado de lana de roca, Lima-2020?

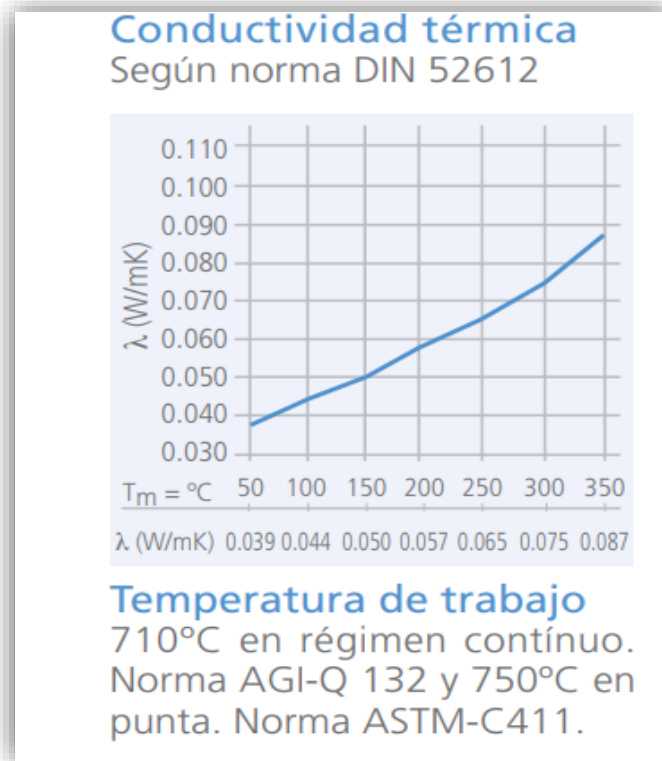
## 2.10 Justificación del estudio

En este capítulo justificaremos el estudio en base a su teórica, practica y normativa el cual se fundamenta en los siguiente:

### 2.11 Teórica

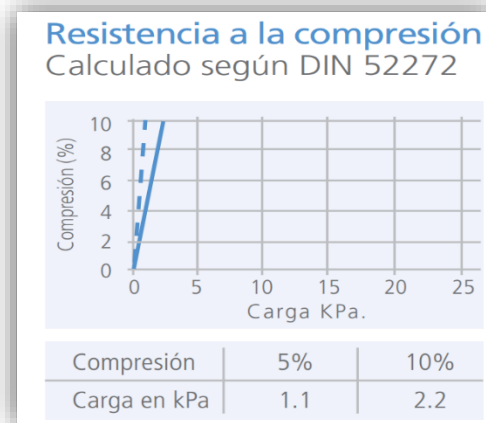
Se menciona como información acopiada, que la utilidad de la lana de roca, por sus propiedades térmicas, se convertirá en un aliado en conjunto con el concreto por sus propiedades térmicas que tiene la lana de roca y verificar que no pierda la fuerza el concreto en su resistencia diseñada esta de la mezcla del concreto a la  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , todo ello estará sujeto a respetar las normas establecidas para el diseño adecuado y correcto en base a la norma técnica E. 0.20, E.0.30, e.0.60, que enmarcan los procedimientos y cálculos a tomar para el diseño sísmico estructural que se desea obtener en el estudio para aplicarlo en los elementos estructurales, el cual mejora no solo su resistencia también mejora su parte térmica, ya que se podrá comprobar estos resultados al someterlos a los diferentes ensayos al concreto como compresión a su fuerza  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  luego de haber sido sometido a los probetas de concreto a fuego directo a temperaturas altas en promedio de mayores a los  $300^\circ\text{C}$  por tiempos prolongados.

**Figura N°8. Propiedades de la lana de roca**



**Fuente:** Información de imagen recopilada de Internet de la ficha técnica *ROCKWOOL*

**Figura N°9. Propiedades de la lana de roca a compresión**



**Fuente:** Información de imagen recopilada de Internet de la ficha técnica *ROCKWOOL*

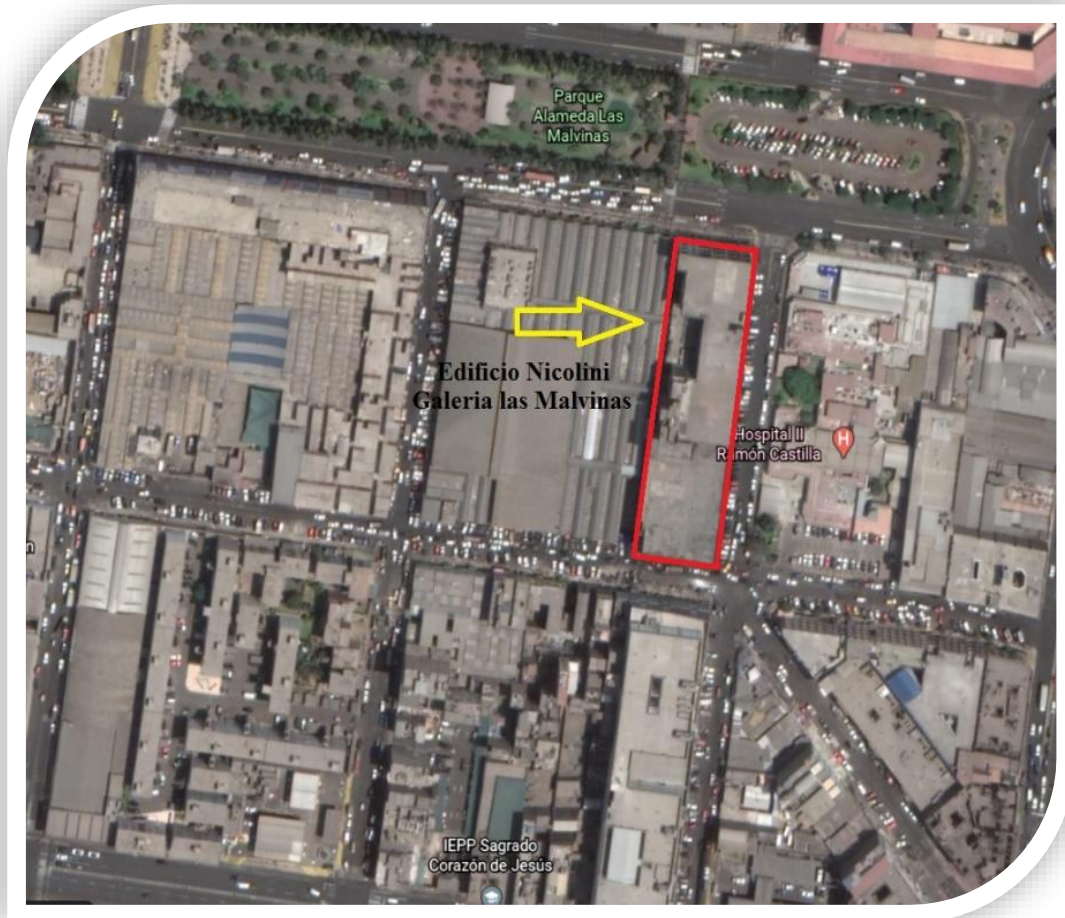
## 2.12 Practica

Como referencia del agregado o material podemos mencionar que la lana de roca es un producto natural a partir de la roca volcánica que se encuentra en abundancia en la corteza terrestre, su uso viene brindando muchos beneficios por ser un gran aislante térmico como protector pasivo contra el fuego, ya que puede conservar sus propiedades mecánicas intactas aun siendo sometido a temperaturas superiores a los 1000°C es por ello que lo hace diferente frente a otros materiales tiene una gran demanda en Europa, la finalidad de la investigación es usar la lana de roca como un agregado más en sustitución del agregado grueso en diferentes porcentajes de acuerdo al diseño que se pretende obtener para así tener un concreto más térmico con mejor desempeño de sus propiedades mecánicas que al mismo tiempo proteja el acero estructural de la edificación y que mantenga su resistencia a su fuerza inicial  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , el cual estará enfocada en el diseño de concreto para el cual será utilizado.

Los eventos por incendio a temperaturas altas y tiempos prolongados dañan no solo el cuerpo del concreto como masa sino que también daña las estructuras internas en su parte mecánica de esta manera debilitándolas, es por ello que tomamos como ejemplo como estudio, el levantamiento de información en campo que se realizó solo en la parte externa del edificio Nicolini más conocido como la galería las Malvinas, se realizó la evaluación en el interior del edificio a partir del segundo piso, a primera vista se visualiza que el mortero de recubrimiento de las paredes en un porcentaje mayor están dañadas, también se visualiza fisuras en sus estructuras por los daños de temperaturas altas y calcinación del concreto el cual es reflejo de cómo se presentara los daños en los niveles superiores en su parte interna el cual fue el foco principal del incendio que asumió la mayor temperatura por combustión de materiales inflamables y químicos por ser por ser una galería de insumos en la construcción, los daños mayores se presentan en los pisos superiores del edificio ya que al parecer eran depósitos y talleres, la edificación está compuesta por tres edificaciones, dos de ellas de 5 pisos más azotea y una edificación de 3 pisos más azotea, por lo que se visualiza

en la primera planta por las justas de dilatación, la primera edificación de 5 pisos está ubicada en la Av. Argentina, la segunda edificación de 5 pisos está ubicada en el jirón Huarochirí, la tercera edificación de 3 pisos está ubicada en la Av. Guillermo Dansey, la edificación tiene un área aproximada de construida de 4400 m2 Aprox. Se adjunta galería de imágenes de información.

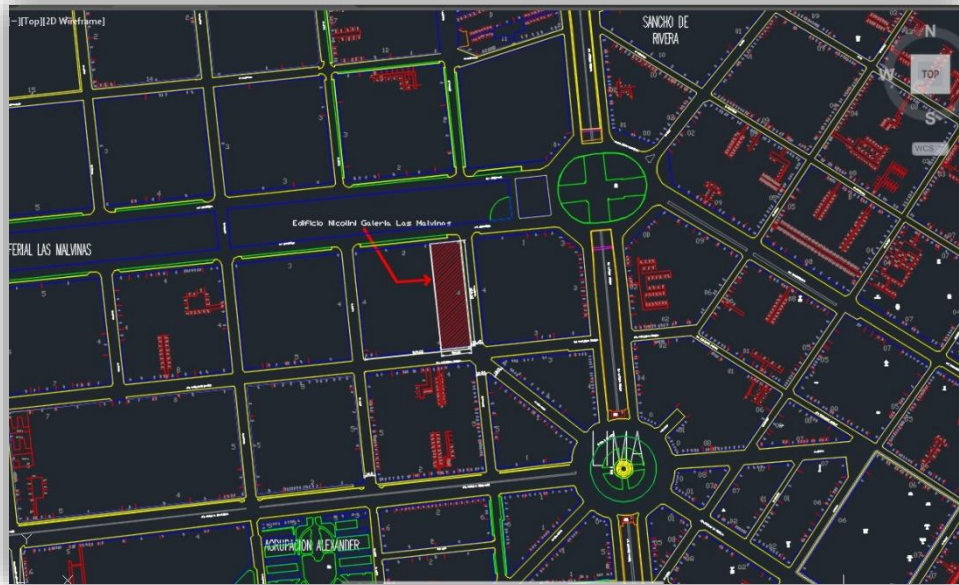
**Figura N°10. Fotografía satelital Earth de la edificación Nicolini**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.



**Figura N° 11. Plano de habilitación Urbana del Cercado de Lima  
Nicolini Ubicación de la Edificación Nicolini**



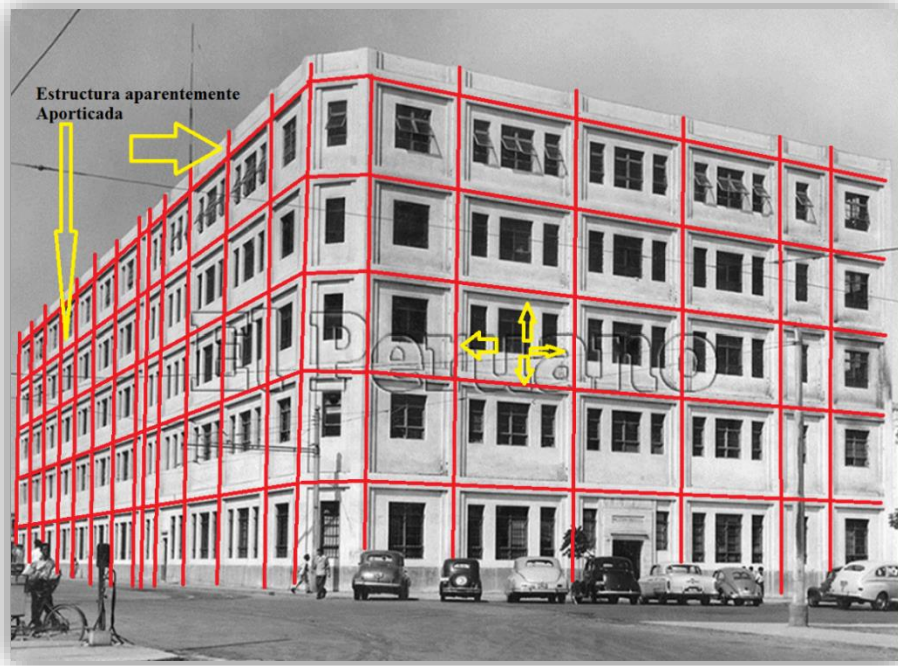
**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.  
trabajo realizado en AutoCAD

**Figura N°12. Ubicación del Edificio las Malvinas**



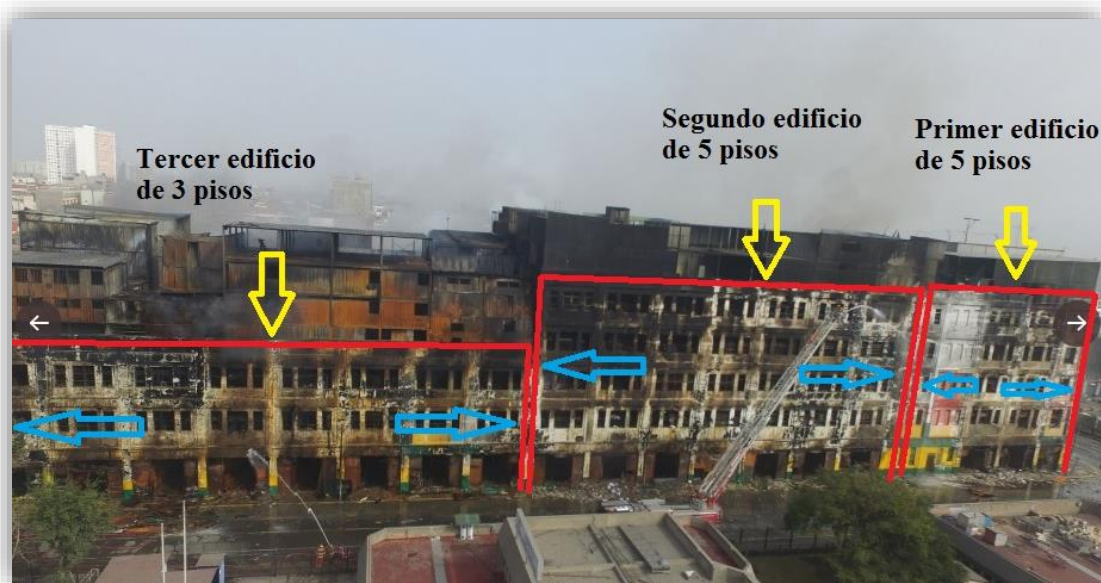
**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°13. Edificio Nicolini fue construido en el año 1918  
El cual no cuenta con las normas vigentes antisísmicas actuales**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°14. La edificación de Nicolini, tres bloques que aparentan ser uno.**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.



**Figura N°15. Junta de dilatación de separación de la edificación Segunda con la Edificación primera**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°16. Junta de dilatación separación interna en la edificación**



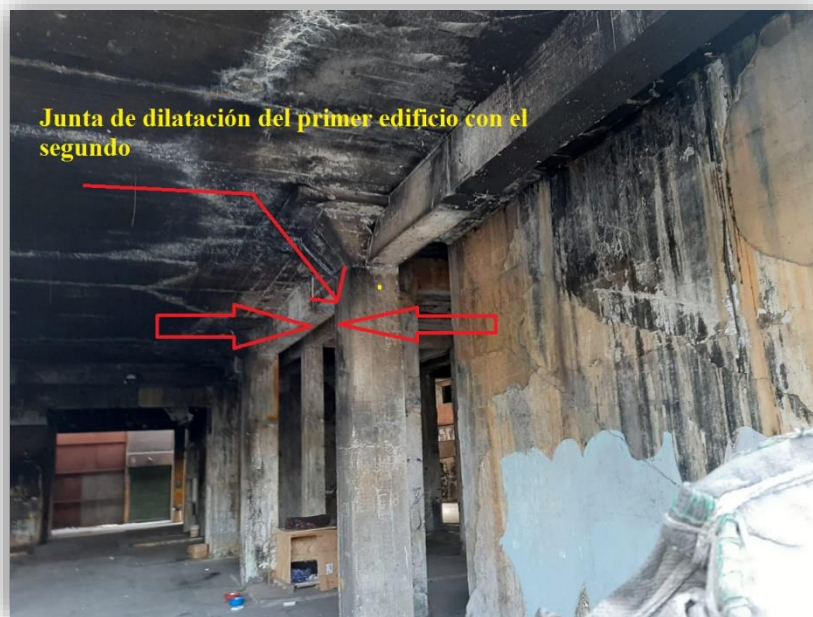
**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°17. Junta de dilatación separación de la edificación tercera con la Segunda.**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°18. Junta de dilatación separación interna**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°19. Toma de medidas longitudinales de la edificación**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°20. Toma de medidas de las columnas exteriores**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.



**Figura N°21. Local abierto en la primera planta solo columnas y sin muros divisorios en edificio 1 y 2**



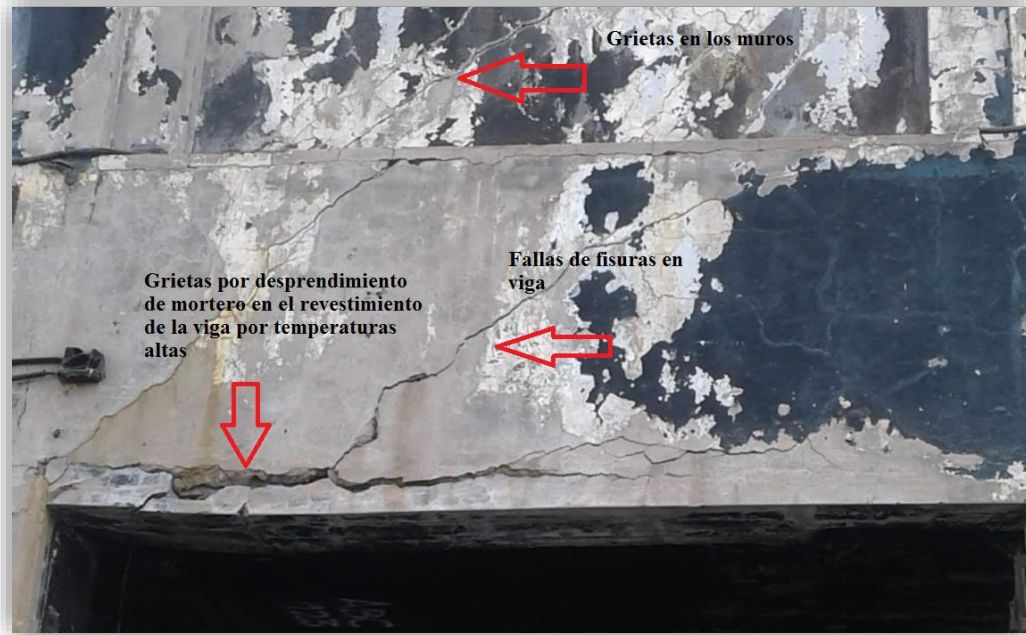
**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°22. Fallas en las estructuras por temperaturas altas en la edificación**



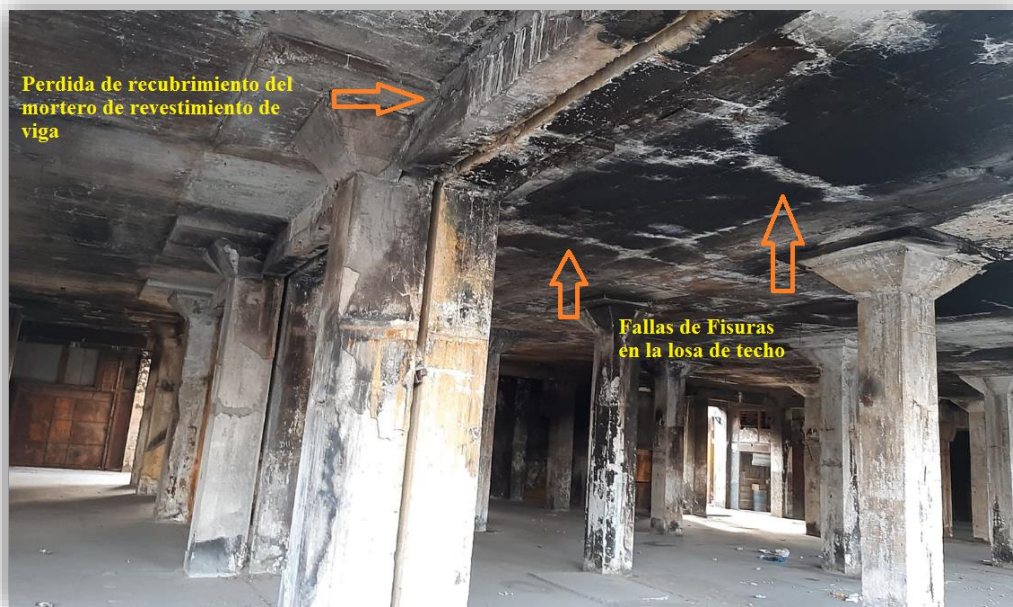
**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°23. Fallas en la estructura del edificio por temperaturas altas**



**Fuente Propia:** *Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

**Figura N°24. Fallas en los techos y vigas desprendimiento de mortero y fisuras**



**Fuente Propia:** *Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

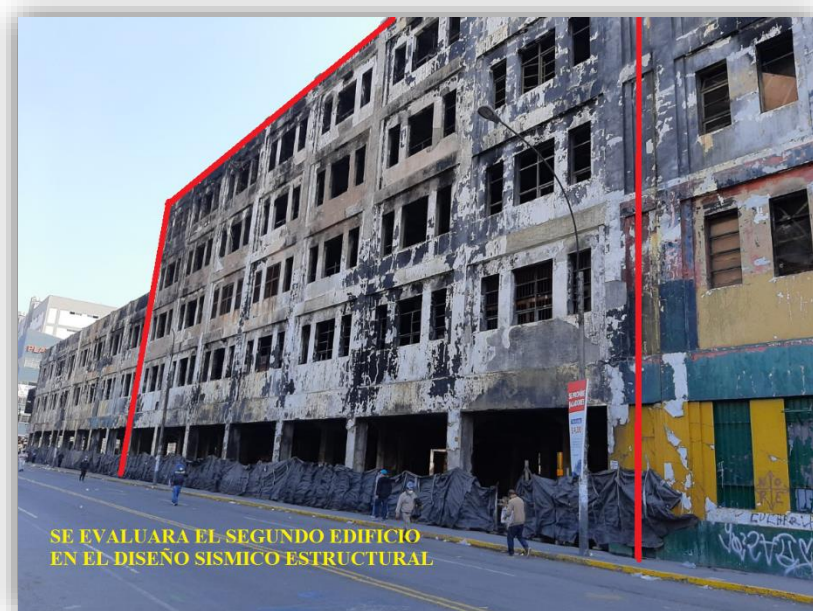


**Figura N°25. Fallas en los muros de la parte posterior de la edificación**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°26. Se trabajará en el diseño sísmico en la segunda edificación**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

### 2.13 Teoría Fundamental del Desarrollo de incendios en edificaciones.

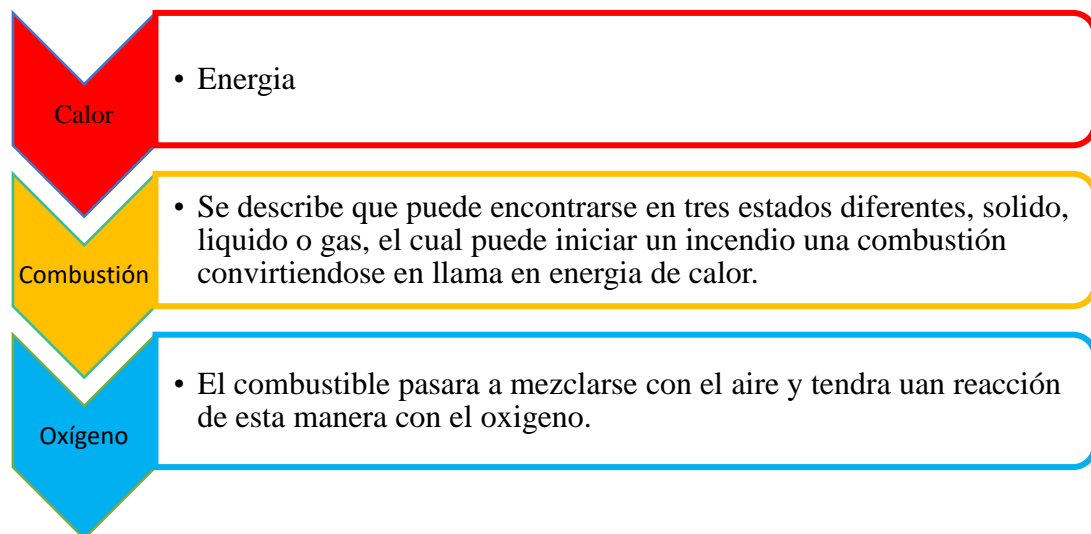
Se describe de forma intuitiva el cómo tendrá el desarrollo de un incendio en una edificación, se describirá una serie de variados conceptos y también terminologías que se mencionan en la teoría de esta manera que permita ser entendible en las siguientes expresiones.

#### a) Combustión

Se puede describir que el fuego es lo general es básicamente es una reacción netamente química por el cual el llamado combustible tiene una combinación con el oxígeno, de esta manera se provocara una gran fuente de energía, de forma de calor se define que la reacción es exotérmica, como se interpreta es cuando el combustible pasa a combinarse totalmente en conjunto con el oxígeno, de esta manera sin dejar que más productos sobrantes que CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) y vapor de agua, de esta forma se menciona combustión completa.

Para que el proceso de combustión ocurra se tiene en cuenta los siguientes factores como se visualiza en la tabla N° 3.

**Tabla N° 4 Combustibles**

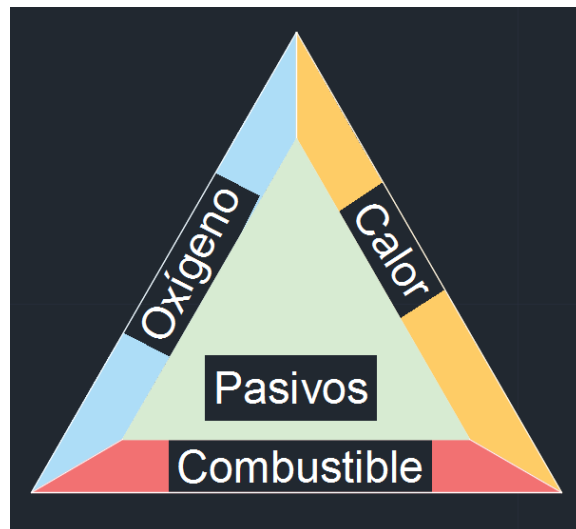


**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

Esto conllevará a un proceso que se conoce como el “Triángulo del Fuego” esto ocurre cuando se juntan tres factores en proporciones correctas, este inicio será a partir que el proceso del triángulo del fuego sea capaz de sí mismo y suficiente de generar energía que en una constante trasmisión o emisión de Radicales libres.

Mencionamos que los agentes pasivos, se encuentran en todo proceso de combustión y no es parte en referencia de la reacción química del proceso de combustión, se adjunta Imagen del triángulo del fuego.

**Figura N°27 Triángulo del Fuego**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

## **b) Combustibles**

Se indican que son todas sustancias que son capaces de encender y arder fuego por medio de una acción o reacción química en conjunto con un comburente, que puede ser en estado sólidos, líquidos o gases.

El tipo de combustible se clasifican según su origen, en naturales y también artificiales, esto dependerá en el estado físico que se encuentre como sólidos,



líquidos o gaseosos, el combustible en forma como tal no arde, sino los que arden son los gases desprendidos en su naturaleza por la reacción química propia del combustible al suministrar calor.

Tabla de tipos de combustibles, significa toda sustancia propia o natural o artificial que de una y otra manera pueden quemarse con la reacción y producir calor, se adjunta la tabla N° 5.

**Tabla N° 5 Tipos de Combustibles**

Sólidos	Leña, madera
	Carbones, Vegetales y minerales
	Residuos de Combustibles
Líquidos	Petróleo y sus derivado como, gasolina y gasóleo
	Productos no derivados del petróleo, Alcoholes
Gases	Gas natural de yacimiento que salen de la tierra
	Fabricados como productos derivados del carbón
	Gases como propano, butano o acetileno

**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

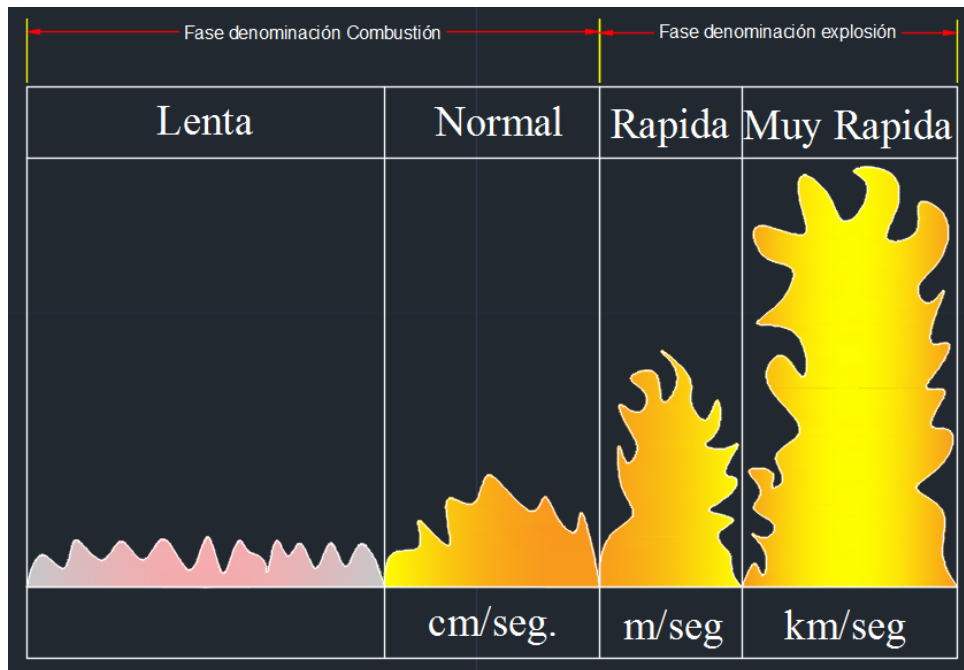
**c) Celeridad de la reacción de combustión:**

La celeridad de la reacción de combustión se manifiesta y establece la siguiente categoría o clasificación.

- Frente a la reacción lenta, es **Oxidación**, en esta fase no hay un aumento de temperatura, no hay emisión de luz y también poca emisión de calor el cual se disipa en el ambiente.

- Frente a la reacción normal, el **Combustibles**, en esta fase si se produce la emisión de luz, el cual ya se visualiza (llama) y se tiene también calor, en esta etapa la llama de fuego tiene unos valores numéricos identificado como, Centímetros contabilizados con el tiempo por segundo.
- Frente a la reacción rápida, es **Deflación**, en esta etapa la combustión ya se produce mayor fuego tomando en cuenta valores como, velocidad frete a la transferencia de calor por llama, su valor en esta fase tiene un orden el cual se considera de metros por segundo, se puede mencionar que las ondas de presión serán de 1 a 10 veces consideradas como la presión inicial.
- En esta etapa si la reacción es rápida, es **Detonación**, ahora la combustión se determinará frente a la velocidad de la transferencia frente de la llama, se alcanzará en velocidades numéricas como kilómetros por segundo, las ondas de la presión en esta fase serán de 100 veces la misma presión inicial.

**Figura N°28 Celeridad de la reacción de combustión, trabajado en AutoCAD**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

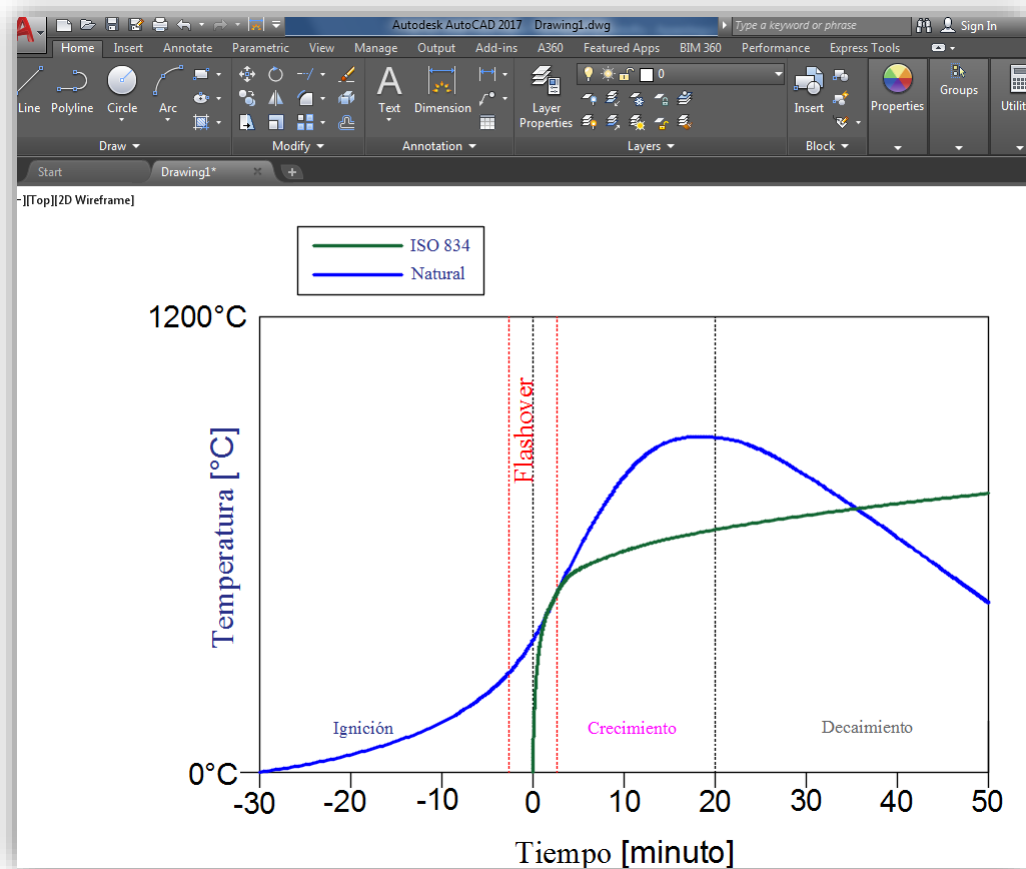
#### d) Desarrollo de incendio en edificación.

Se toma referencia de un típico evento de incendio el cual tendrá cuatro etapas las cuales se identificarán como un proceso el cual se denominará flashover.

- **Primera fase de ignición:** en esta etapa se producirá el calentamiento de los componentes o elementos que serán considerados como combustibles, por el cual tendrán un proceso de combustión con llamas de fuego, sin llamas solo por radiación, hasta llegar a la ignición.
- **Segunda fase crecimiento:** en esta etapa aumenta de manera rápida a la velocidad del mismo calentamiento, de esta manera se alcanzará temperaturas máximas con la participación en total del mismo incendio, el cual tendrá como resultado del Flashover.
- **Tercera fase Flashover:** se clasifica como una fase donde la transmisión y el desarrollo del incendio en este caso esta compartimentado, que la superficies expuestas frente a la radiación térmica alcanzaran la temperatura de ignición, en paralela con el fuego se va propagar rápidamente en los ambientes de la edificación, a esta fase se le menciona como incendio generalizado, que en tiempo de duración dependerá de la carga de combustión también la ventilación jugara un papel como elemento de propagación de fuego.
- **Cuarta fase de decaimiento:** en esta etapa la mayor parte del combustible ya sea terminado o consumido y empieza a decrecer o disminuir la fase de combustión, terminando la extinción de las llamas o fuego.
- Se tiene una curva en la línea del tiempo en el evento por incendio, la temperatura idealizada en un gráfico por un incendio natural, se representará estas fases donde se comparara con una curva nominal de forma estándar, donde se mencionara que las diferentes consultas y realizadas que un incendio real, serán tomadas en cuenta en el grafico en la curva estándar, la curva que determina el tiempo y temperatura en referencia nominal está contemplada por la norma ISO 834, en el cual se determina

en que escala de tiempo estará acorde en referencia la curva nominal, que tiene comienzo en un inicio del incendio el cual se encuentra totalmente desarrollado, el tiempo la duración en cada etapa o fase del incendio de estado natural tendrá variaciones, esto dependerá en las condiciones que se produzcan el evento, como se muestra en el grafico N° 1

**Figura N° 29 Desarrollo de incendio en edificación, trabajo realizado AutoCAD.**

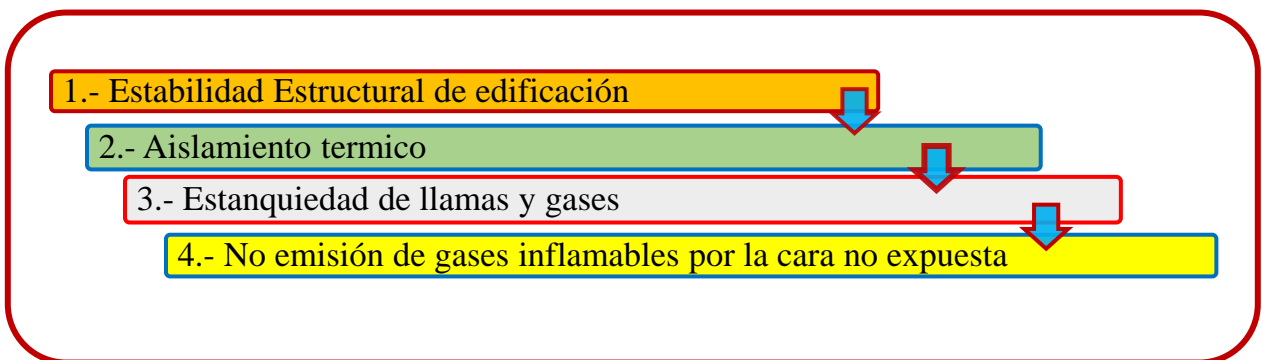


**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

La norma ISO 834 se usa para determinar la resistencia del fuego direccional a un elemento constructivo que se quiere decir es dar referencia a la habilidad de mantener la estabilidad y su capacidad en su fase funcional, como el aislamiento térmico en el cual se tenga cualquier requisito de resistencia al fuego en relación a su uso, determinado por un periodo de tiempo determinando

las condiciones de la resistencia al fuego el cual esta normalizado bajo las siguientes normas, NTP ISO 834-1, ASTM E119, ISO 834, BS 476, se menciona que la certificación de prueba de la resistencia al fuego tiene que ser por un laboratorio de especialidad ensayos a elementos estructurales sometidos a resistencia al fuego en cual deberán tener las certificaciones y calibraciones debidamente acreditadas, esta clasificación de evaluación al fuego de un elemento estructural tendrá cierto periodo de tiempo en el cual se maneja cuatro condiciones que se deberán cumplir de manera simultánea los cuales son los siguientes.

**Figura N° 30 Clasificación de evaluación al fuego de un elemento estructural deberá cumplir cuatro condiciones**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

### **e) Modos de Transmisión de Calor**

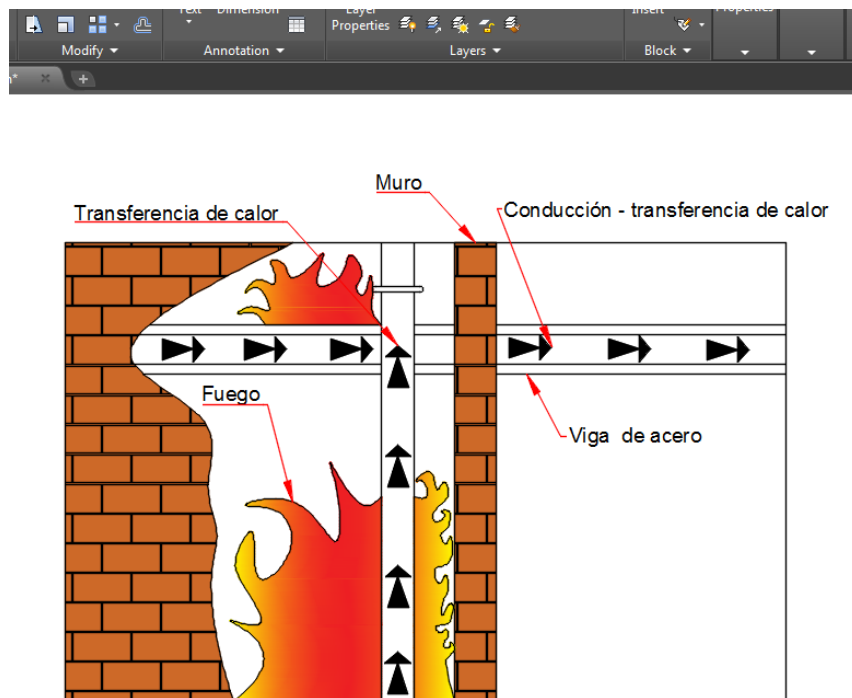
Los modos de transferencia de calor en un incendio de cualquier edificación serán asumidos en transferencia por todo ambiente o elemento estructural, el calor que se libera por combustión da paso a llamas incandescentes la transferencia de esta energía determinará las elevaciones de temperatura el cual dará paso a su eventual ignición y combustión.

Encontraremos tres mecanismos fundamentales y básicos en la transferencia de calor, el cual están clasificadas de la siguiente manera.

- **Conducción:** podemos describir que la transferencia de calor en un incendio a través de un material, se produce por un mecanismo físico molecular el cual no implica movimientos masivos, de transmisión de mayor temperatura dirigida a una menor temperatura, el cual se dará de un cuerpo a otro por medio de contacto directo.

Las capacidades que se tendrá como conducción de energía de calor conductiva y térmica variará de acuerdo con los materiales los cuales tendrá una edificación, la conductividad térmica en un incendio es fundamental como razón de un gran peligro en la propagación del fuego, se menciona como ejemplo que una viga de acero el cual está atravesado de un muro o pared a otro es incombustible, pero podría ser una causa de transmisión del fuego esto se dará a la transferencia de conducción de temperatura y calentamiento de calor a lo largo de la viga como lo podemos visualizar en la imagen N° 22.

**Figura N°31 Propagación por Conducción, trabajado en AutoCAD**



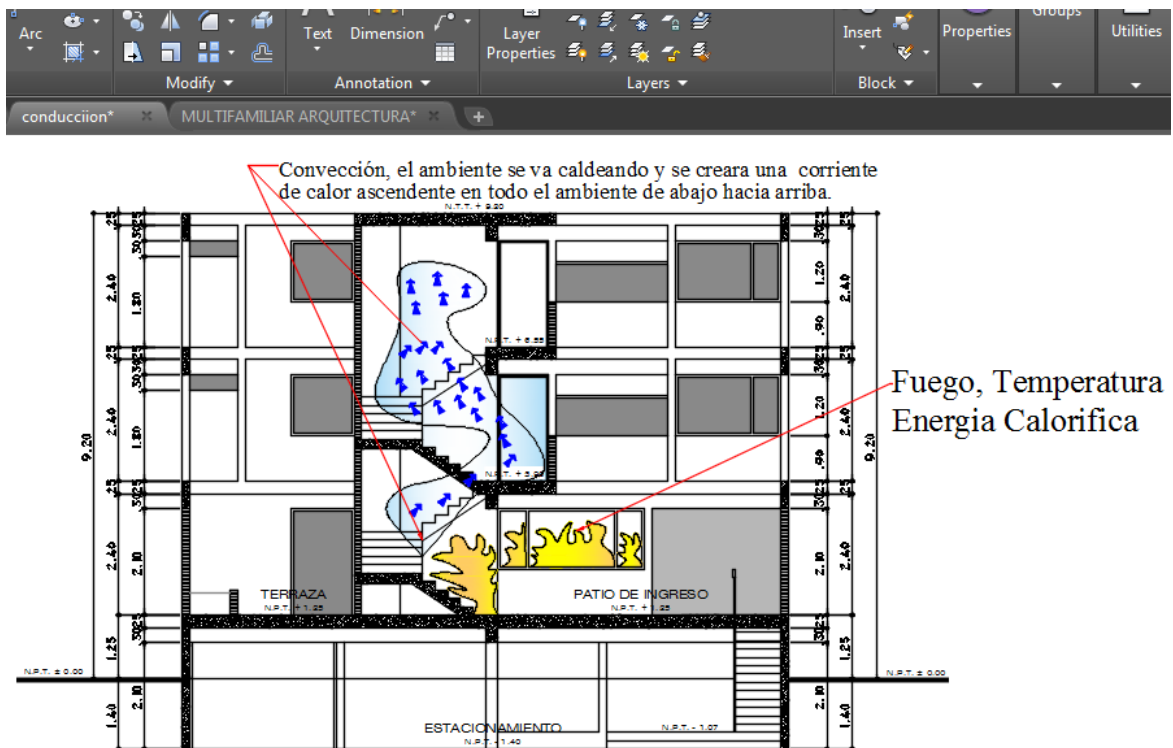
Propagación de la Fuerza del Calor por Conducción en una edificación

Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

- **Convección:** es una forma de transferencia de la energía de calor, cual transporta a diferentes zonas de una edificación con diferentes temperaturas de calor por un medio de transporte del movimiento del fluido, transmisión de la energía de calor está basada en movimientos de moléculas de sustancias donde interviene un fluido que se puede dar como gas o líquido, se pone un ejemplo la secadora de cabellos es la transmisión de un aire caliente cual transmite calor en diferentes temperaturas.

En una edificación se tendrá esta acción que la energía calorífica transmitirá el movimiento de las moléculas hasta tener un estado uniforme como temperatura, en los incendios en edificaciones la expansión de las llamas o fuego en la línea de la acción por convección tiene mayor influencia ya que su transmisión tendrá la dirección vertical, pero influirá mucho del viento a aire el cual definirá su dirección de transmisión, como se muestra en la imagen N°23.

**Figura N°32 Convección, Transferencia de la energía de calor trabajo realizado en AutoCAD**

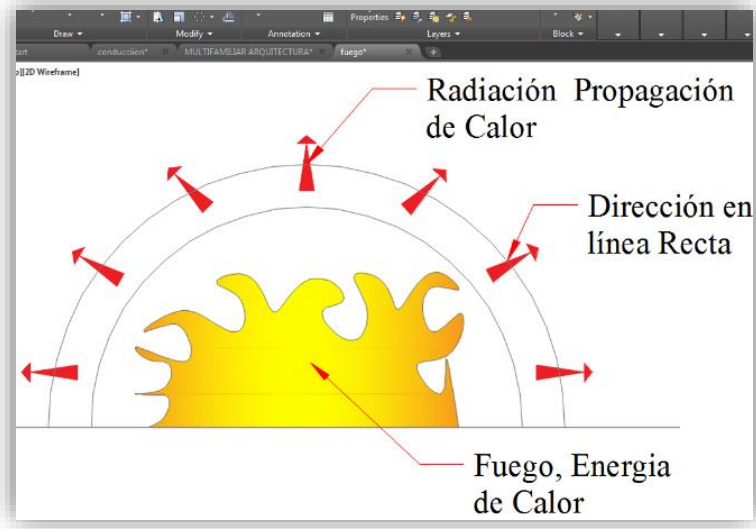


**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

- **Radiación:** se detalla el proceso que se dará en un incendio por la transmisión de calor en todo el ambiente de una edificación de la forma de la energía de calor de un cuerpo a otro, esto será a través del espacio y se conducirá en línea recta su transmisión se puede mencionar que esto no implica entre los cuerpos ningún contacto entre sí, la descripción de la radiación se manifiesta con ondas electromagnéticas similar a las de la luz, pero con una diferencia que los cuerpos no emitirán luz alguna solo pueden transferir o radiar calor por ondas infrarrojas, se puede mencionar que en general la energía radiante se propagará siempre en línea recta y su velocidad será de la luz, también cabe mencionar que la intensidad irá disminuyendo de acuerdo con la distancia del punto inicial de la radiación. En la radiación en una edificación considerada como cuerpo hay tres posibles formas las cuales son por transmisión, absorción y reflexión, se menciona que las características de una edificación como superficie de cuerpo influirá en su capacidad para que pueda absorber en otro caso reflejar la misma radiación, en general como norma, se requiere buenos reflectantes, teniendo en consideración de los edificios que cuentan con muchos cristales. La radiación que transmite el calor se conduce o viaja en el espacio esperando ser absorbido, en el cuerpo de una edificación será absorbido por la estructura ya que es un cuerpo opaco, el cual será considerado como contacto directo de energía de calor o llama incandescente, como se muestra en la imagen N°24 y 25.

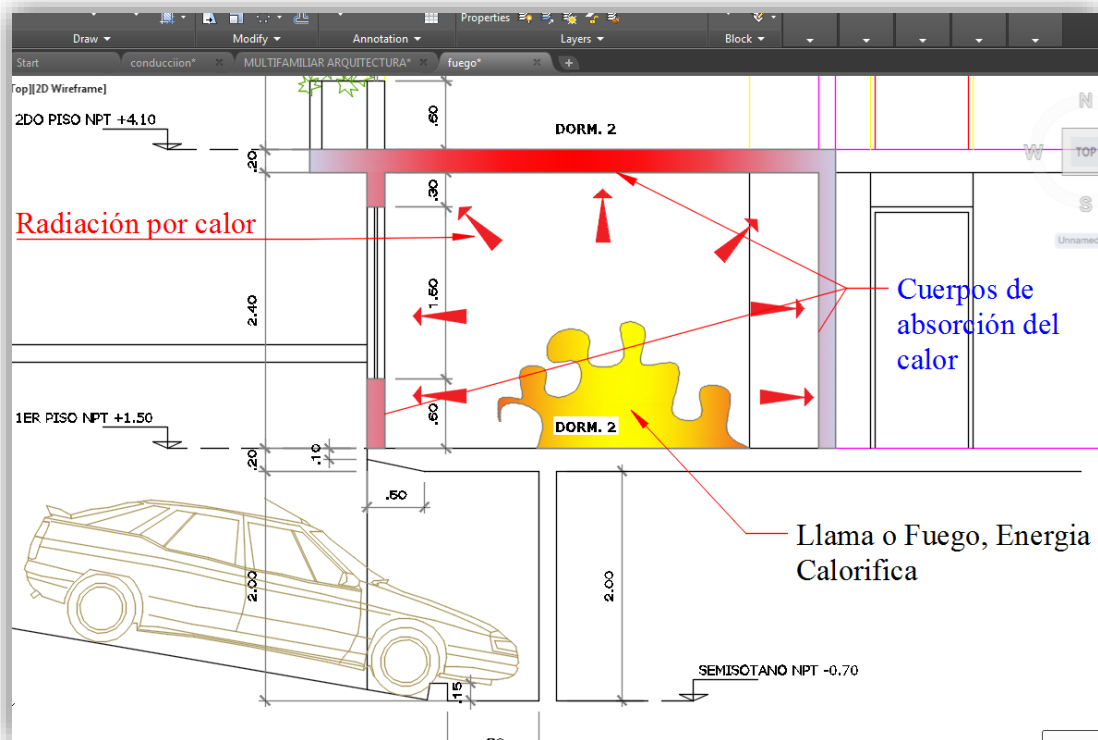


**Figura N°33 Radiación de Calor, trabajo realizado en AutoCAD**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Human Luis Alexander.

**Figura N°34 Radiación de Calor en Edificio, trabajo realizado en AutoCAD**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Human Luis Alexander.

## 2.14 Normativa

En este capítulo se mencionará la norma Nacional del Perú de requisitos de seguridad que se debe de tomar en cuenta en los diseños de las edificaciones estructurales frente a la exposición al fuego contemplado por la Norma, NTP ISO 834-1:2012 Ensayos de Resistencia al fuego elementos de construcción para edificio, también se mencionará sobre la norma Europea que contempla el uso de la lana de roca en sus características y bondades como aislante térmico, todo ello contemplado en el Eurocodigo.

Se tomará como referencia en el estudio de investigación la norma NTP ISO 834-1:2012 en cual tiene como título en la Institución Nacional de Calidad (INACAL) como Ensayos de Resistencia al fuego elementos de construcción para edificio, en la siguiente norma en el capítulo I, “Sistemas de Evacuación” en el Art. 2, se menciona que se desarrollará en varios conceptos y que estar dirigida en asegurar un adecuado plan de evacuación esto será contemplado de acuerdo del tipo y empleo de la edificación, la norma sugiere que se cumplan con ciertos parámetros o requisitos mínimos el cual se deberán adaptar a las edificaciones.

En el capítulo III, de la presente norma como título “Protección de Barreras Contra al fuego” en el Art. 42. Se adjunta imagen N° 26

### Figura N°36 Norma NTP ISO 834-1:2012 - Art. 42

**Artículo 42.-** Clasificación de estructuras por su resistencia al fuego  
Para clasificarse dentro del tipo "resistentes al fuego", la estructura, muros resistentes y muros perimetrales de cierre de la edificación, deberán tener una resistencia al fuego mínima de 4 horas, y la tabiquería interior no portante y los techos, una resistencia al fuego mínima de 2 horas.

**Fuente: Recopilada de la norma NTP ISO 834-1:2012**

En el mismo capítulo III, tenemos el Art. 43, 44, 45, donde se pone rangos de tiempo de exposición que afrontará la edificación el cual deberá tener la resistencia al fuego en los tiempos determinados la construcción, adjuntamos imagen N° 27.

**Figura N°37 Norma NTP ISO 834-1:2012 - Art. 43, 44, 45**

**Artículo 43.-** Para clasificarse dentro del tipo "semiresistentes al fuego", la estructura, muros resistentes y muros perimetrales de cierre de la edificación deberán tener una resistencia al fuego mínima de 2 horas, y la tabiquería interior no portante y techos, una resistencia al fuego mínima de 1 hora.

**Artículo 44.-** Para clasificarse dentro del tipo "incombustible con protección", los muros perimetrales de cierre de la edificación deberá tener una resistencia al fuego mínima de 2 horas, y la estructura muros resistentes, techos y tabiquería interior, una resistencia al fuego mínima de 1 hora.

**Artículo 45.-** La estructura de las construcciones con elementos de madera del "tipo combustible de construcción pesada" se reputara que tiene duración bajo la acción del fuego de una hora.

**Artículo 46.-** Estructuras clasificadas por su Resistencia al fuego

- a) Construcciones de muros portantes.
- b) Construcciones aporticadas de concreto.
- c) Construcciones especiales de concreto.
- d) Construcciones con elementos de acero,

**Artículo 47.-** Estructuras no clasificadas por su resistencia al fuego

- a) Construcciones con elementos de madera de la clasificación combustible de la construcción ordinaria.
- b) Construcciones con elementos de acero, de la clasificación sin protección.
- c) Las construcciones de adobe o suelo estabilizado con parámetros y techos ligeros.

**Fuente: Recopilada de la norma NTP ISO 834-1:2012**

En el capítulo III se recomienda respetar la siguiente tabla el cual menciona los recubrimientos mínimos que debe tener los elementos estructurales en protección al fuego por tiempos teniendo como material aislante al concreto estructural se adhiere la siguiente imagen N° 27.

**Figura N°38 Norma NTP ISO 834-1:2012 – Tabla 1**

<b>TABLAS DE RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS DE PROTECCION AL FUEGO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES</b>				
<b>ELEMENTOS ESTRUCTURALES PROTEGIDOS</b>	<b>MATERIAL AISLANTE</b>	<b>RECUBRIMIENTO MÍNIMO POR MATERIAL AISLANTE (EN PULGADAS) CATEGORIAS</b>		
		<b>Resistencia al Fuego (6 Hrs)</b>	<b>Semi Resist. al Fuego (6 Hrs)</b>	<b>Incombust. Con Protección (1 Hrs)</b>
Armaduras en vigas y columnas de concreto armado.	Concreto Estructural	1 1/2	1 ½	1 1/2
Armadura en viguetas de concreto	Concreto estructural	1 1/4	1	3/4
Armaduras y amarres en losas de pisos y techos	Concreto estructural	1	¾	3/4
Columnas de acero y todos los elementos de tijerales principales	Concreto estructural	2 1/2	1 ½	1
Elementos de 6 x 6	Concreto estructural	2	1	1
Elementos de 6 x 8	Concreto estructural	1 1/2	1	1
Elementos de 12 x 12	Concreto estructural	2	1	1
Vigas de acero Tendones en vigas pre o post esforzadas	Concreto estructural	4	2 ½	1 1/2
Tendones en placas pre o post esforzadas	Concreto estructural		1 ½	1

**Fuente: Recopilada de la norma NTP ISO 834-1:2012**

Se recomienda que el espesor que se da protegerá en el descascamiento con los estribos al espaciamiento que no debe de ser mayor al peralte del elemento, el cual los estribos tienen que contar con un recubrimiento neto no menor a 1 pulgada.

También se pone en la clasificación lo recomendado en el Art. 48. El cual ordena de los pisos o techos ya sea por su resistencia al fuego en la edificación, se pone la como referencia la imagen N° 28 de la siguiente norma.

**Figura N°39 Norma NTP ISO 834-1:2012 – Tabla 2**

TABLAS DE ESPESORES MÍNIMOS PARA PROTECCION AL FUEGO EN PISOS, TECHOS Y CIELO RASO				
CONSTRUCCION DE PISOS O TECHOS	CONSTRUCCION DE CIELO RASO	ESPESOR MÍNIMO TOTAL EN PULGADAS CATEGORIAS		
		Resistencia al Fuego (4 Hrs)	Semi Resist. al Fuego (2 Hrs)	Incombust. Con Protección (1 Hrs)
Losa de concreto.	Ninguno	6 1/2	4 1/2	3 1/2
Losa de concreto.	Enlucido de yeso o mortero contra el fondo del techo	6	4	3
Aligerado de viguetas de concreto estructural y ladrillo hueco de techos	Enlucido de yeso o mortero contra el fondo del techo		6" de ladrillo y 2" de losa	
Aligerado de viguetas de concreto estructural y ladrillo hueco de techos	Ninguno			5 1/2 (4" de ladrillo 1 1/2" de losa)
Viguetas de concreto	Cielo raso suspendido de vermicurita de 1" de espesor mínimo colgado 6" debajo de las viguetas	3 (sólo losa)	2 (sólo losa)	
Viguetas de acero con losa de concreto	Cielo raso enlucido en malla incombustible asegurada contra el fondo de las viguetas de espesor mínimo 5/8" y mortero 1:3		2 1/4" (sólo losa)	2" (sólo losa) Combustible e Construcción pesada

Fuente: *Recopilada de la norma NTP ISO 834-1:2012*

En el Art. 49, también la norma hace un alcance de la clasificación de paredes y tabiques para dar los espesores mínimos de protección al fuego, se pone la tabla en mención imagen N° 29, de la norma **NTP ISO 834-1:2012**.

**Figura N°40 Norma NTP ISO 834-1:2012 –Tabla 3**

**TABLAS DE ESPESORES MÍNIMOS PARA PROTECCION AL FUEGO EN PAREDES Y TABIQUES**

MATERIALES DE PAREDES O TABIQUES	CONSTRUCCION	ESPESOR MÍNIMO TOTAL EN PULGADAS CATEGORÍAS		
		Resistencia al Fuego (4 Hrs)	Semi Resist. al Fuego (2 Hrs)	Incombust. Con Protección (1 Hrs)
Concreto armado	Sólido enlucir sin	6 1/2	4 1/2	3 1/2
Ladrillos de arcilla cocida calcáreos o de:	Ladrillos sólidos enlucir sin	8	6	4
Bloques huecos de concreto	Espesor mínimo de cascarón 2 1/4" sin enlucir	8		
	Espesor mínimo de cascarón 1 3/4" sin enlucir	12		
	Espesor mínimo de cascarón 1 3/8" sin enlucir		8	6
Ladrillos huecos de arcilla cocida, no portantes	Dos celdas mínimo dentro del espesor de la pared, enlucido en ambas caras		7	5
	Tres celdas mínimo dentro del espesor de la pared, enlucido en ambas caras	12		
Bloqueo	Enlucido o sin enlucir	6	4	3
Tabique sólido de mortero o yeso	Armazón interno incombustible			2
Paneles de yeso prensado				2

**Fuente: Recopilada de la norma NTP ISO 834-1:2012**

**El Eurocodigo.** - Tiene mucha importancia como norma que se aplica en toda Europa, el cual son normas que se redactan por un comité de normalización con las siglas (CEN) el cual pretende unificar los criterios y en conjunto con las normativas en la línea de materias de diseño en respuesta a los cálculos, dimensiones de elementos prefabricados o productos el cual se usaran en una edificación, la lana de roca tiene beneficios térmicos es clasificado A1.

Las Euroclases se manifiestan para dar facilidad de comparaciones de los diferentes comportamientos de la variedad de materiales expuesto al fuego, en este caso la EU aplica una normativa llamada "EN 13501-1- de la reacción al fuego en productos y en la variedad de elementos que se utilizaran en la construcción de una edificación, para que primero sean sometidas en prueba y de esta manera poder clasificar todo tipo de producto el cual será destinado para la línea del sector de la construcción, esta clasificación se determina como sistema armonizado por normas de selección y clasificación el cual se le denominara "Euroclases"

El sistema clasifica 7 clases las cuales son, A1, A2, B, C, D, E y F el cual corresponden en la clasificación de materiales o productos no combustibles y poco combustibles, el cual representaran materiales o productos en la construcción más seguros frente al fuego.

Se mostrará la tabla de las Euroclases.

**Figura N° 41 Euroclases**

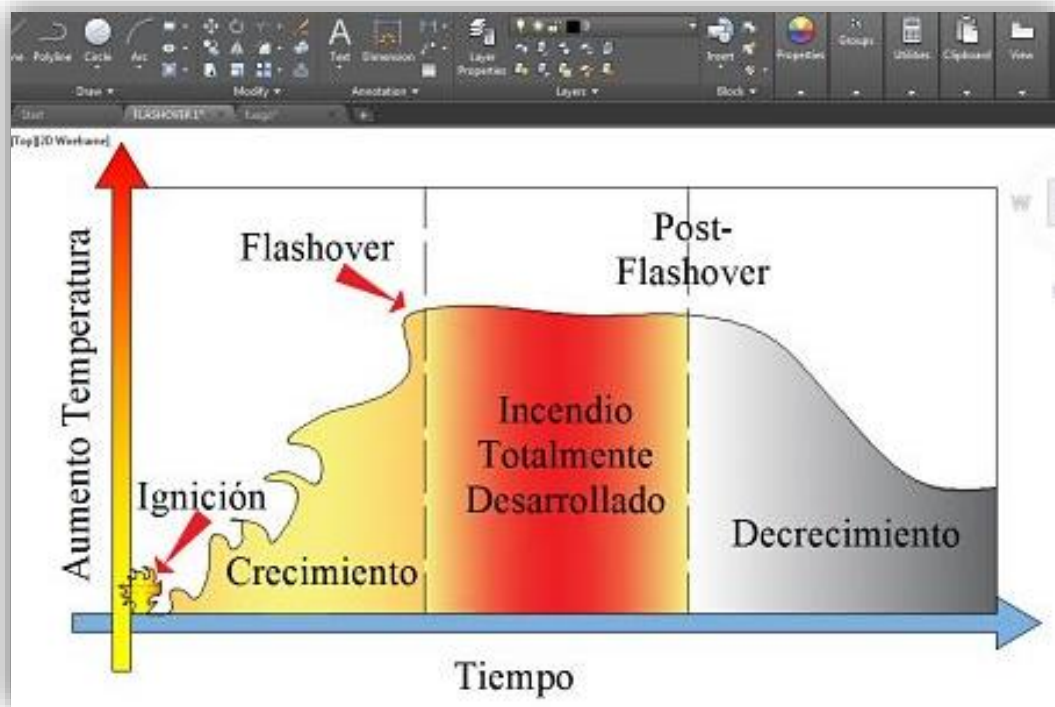
Tabla de Clasificación de Euroclase		
1	A1	No combustible
2	A2	Poco combustible, no causa Flash-Over
3	B	No causa Flash-Over
4	C	Flash-Over a los 10 minutos
5	D	Flash-Over antes de 10 minutos
6	E	Flash-Over antes de 2 minutos
7	F	Flash-Over entre el inicio y 2 minutos

**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.



El significado de Flash-Over significa la clasificación europea de los productos para la construcción esto es en base a la correspondencia del escenario de la magnitud del incendio de referencia en toda Europa, el cual determina los límites de las euroclases y de esta manera establecen los productos clasificados en A1, A2 y B el cual son clasificados como productos seguros en material frente a la reacción del fuego, el cual no producen el fenómeno de Flash-Over, a diferencia de los productos clasificados como, C, D y E, los cuales son más peligrosos en materia frente a la reacción del fuego, provocando el ambiente de Flash-Over esto se considera en un periodo bien corto de tiempo de daños frente al fuego, corresponde a un nivel de clase de incendio que se generaliza en la primera etapa de inflamación y desarrollo del incendio. A toda esta información se suma el llamado “Room corner test” el cual esta se refiere a la norma internacional de ISO 9705 y en la EN 14390, se adjunta imagen N°30.

**Figura N°42 - Euroclases Flash-Over- Trabajo realizado en AutoCAD**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.



## **2.15 Hipótesis**

El propósito del estudio es formular a partir de lo apiado en base a las informaciones y datos una confirmación o una negación para responder de una forma alternativa el problema planteado teniendo como base los métodos científicos para lograr una respuesta objetiva a la realidad del problema propuesto.

## **2.16 Hipótesis general**

El diseño sísmico en edificio Nicolini (Malvinas) influirá de forma positiva con la incorporación lana de roca en el concreto en su fuerza  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , luego de haber sido sometido a fuego, Lima-2020.

## **2.17 Hipótesis específica**

- Las propiedades del concreto en su parte mecánica mejora con el agregado de lana de roca y fuerza a la compresión  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , luego de haber sido sometido a temperaturas mayores de  $300^\circ\text{c}$ .
- El diseño del concreto con la incorporación de la lana de roca en porcentaje variados, determina la dosificación adecuada para el diseño sísmico en edificio Nicolini (Malvinas) Lima-2020
- Los resultados de los cálculos sismoresistentes que se obtiene es útil como información para el diseño sísmico del edificio Nicolini (Malvinas) incorporando el agregado de lana de roca, Lima-2020

## 2.18 Objetivos

El objetivo que se tiene es saber si la lana de roca será un buen aliado en conjunto con el concreto y convertirse en un gran aislante térmico para la estructura de esta manera no se vea afectada frente a los incidentes por fuego manteniendo en pie el diseño sísmico estructural en la edificación.

## 2.19 Objetivo general

Analizar Cómo influirá la incorporación de lana de roca en el concreto en su fuerza  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , luego de haber sido sometido a fuego para el diseño sísmico en edificio Nicolini (Malvinas) Lima-2020.

## 2.20 Objetivo específico

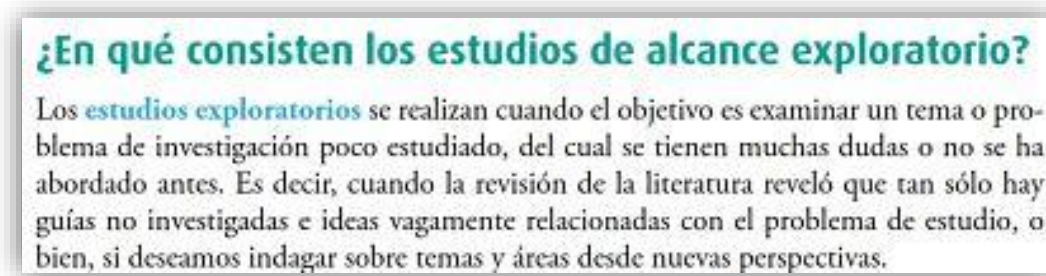
- Identificar si el concreto mejorara su propiedad mecánica con el agregado de lana de roca y fuerza a la comprensión  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , luego de haber sido sometido a temperaturas mayores de  $300^\circ\text{c}$ .
- Determinar si será importante el diseño del concreto con la incorporación de la lana de roca en porcentajes variados para el diseño sísmico en edificio Nicolini (Malvinas) Lima-2020.
- Determinar los resultados de cálculo del análisis sísmico del edificio Nicolini (Malvinas) incorporando el agregado de lana de roca, Lima-2020.

### III METODO

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

Para Hernández y Fernández (2014), determina sobre los estudios exploratorios lo siguiente, se cita la siguiente (p.91) en Imagen N° 31

**Figura N°43 – Hernández y Fernández (2014). Estudio Exploratorio**



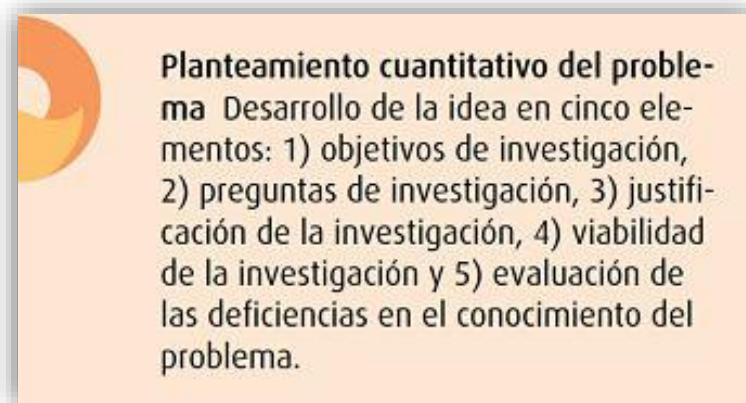
**Fuente:** *Recopilada del libro de Hernández y Fernández (2014)*

La dirección de la investigación de la tesis, está encaminada a experimentar nuevas áreas desde perspectiva diferente, ya que no hay estudios en el País en el cual hayan experimentado con la lana de roca en granel como agregado en mezcla en mezcla con el concreto, tomando en % variados a la lana de roca como un elemento más dentro del concreto y a esto se une en conjunto el analizar la estructura de una edificación dañada por fuego a temperaturas altas por evento de incendio, no solo es experimentar sino poner a prueba el diseño nuevo de concreto con lana de roca y ver cuál será el mejor porcentaje a recomendar el cual podría ser al 4%, 8%, 12%, 16% en el concreto y luego someterlo a fuego por temperaturas altas y llevarlo al ensayo de comprensión y ver su fuerza mecánica y probar el diseño sísmico estructural para luego comparar el nuevo elemento estructural con la estructura dañada del edificio Nicolini (las Malvinas), por estos motivos está direccionado en la línea exploratoria.

### 3.2 Diseño de Investigación

Para Hernández y Fernández (2014), determina que este tipo de diseño de investigación será la siguiente, se cita la siguiente (p.36) en Imagen N° 32

**Figura N°44 – Hernández y Fernández (2014). Enfoque Cuantitativo**



**Fuente:** *Recopilada del libro de Hernández y Fernández (2014)*

Fundamentándonos en referencia a lo citado por Hernández y Fernández, que el desarrollo de la tesis, se manejara de acuerdo con la recolección de información o datos para de esta manera experimentar las hipótesis y contar con sustentos para tener las mediciones numéricas y contar con el análisis de resumen estadístico que está estructurado y preguntas en función al problema general y específico en base a los 5 puntos que refiere el autor citado, de esta manera se formularan objetivos en referencia al trabajo de la tesis para contar con preguntas ligadas al trabajo, para luego contar con una justificación y para que de esta manera sea viable, y de esta

manera se pueda evaluar el estudio, ya que la hipótesis puede ser una afirmación y negación, que formara parte del diseño de la investigación cuantitativa.

En la misma noción Hernández y Fernández (2014), determina que la investigación estará encaminada en el diseño cuasiexperimental, como refiere en la (p.151) en Imagen N° 33

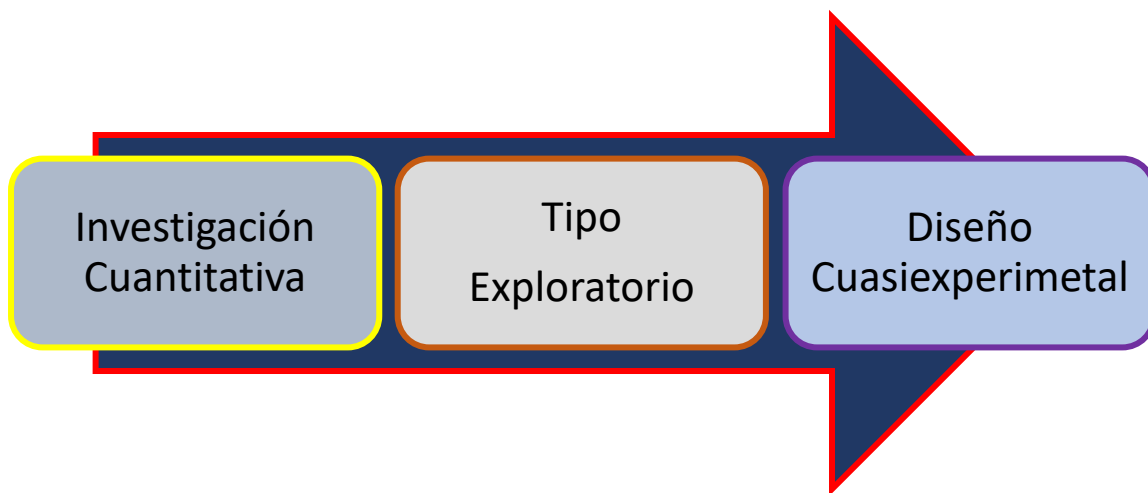
## Figura N°45 – Hernández y Fernández (2014). Diseño Cuasiexperimental

Los **diseños cuasiexperimentales** también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes

**Fuente:** *Recopilada del libro de Hernández y Fernández (2014)*

El estudio del trabajo estará enmarcado por el diseño cuasi experimental, ya que se manipulará la variable independiente, para que de esta manera se pueda observar los resultados que tendrá en estudio, el cual tendrá un rango de seguridad inferior que al diseño experimental.

## Figura N° 46 Metodología de Investigación tipo y diseño



**Fuente Propia:** *Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

### 3.3 Variable Operacionalización

Se pone grafica la tabla de matriz de operacionalización de variables.

**Tabla N° 6: “Matriz de Operacionalización de Variables”**

Variable	Operacionalización de Variables			
	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores
<b>Variable Independiente:</b>  Concreto con Agregado de Lana de Roca	“Las lanas de roca, son hebras inorgánicas de fibra mineral unidas mediante aglutinantes orgánicos, las lanas minerales son capaces de operar a altas temperaturas y exhiben buenos índices de resistencia al fuego cuando se prueban. La lana de roca se produce a partir de dos minerales; diabasa (dolerita) o basalto, la lana de roca se produce fundiendo una mezcla de basalto, piedra caliza y coque en un horno vertical especial a muy alta temperatura (alrededor de 1500°C) Para luego, la roca fundida se convierte en fibras delgadas a través de una maquina centrifuga de alta velocidad” <b>Menon (2017) pag. 72</b>	La lana de roca es un material comercial en la construcción el cual es usado principalmente como aislador térmico, su eficiencia energéticamente es seguro contra incendios, esta normado como producto que se aplica es la EN 13162-2008 “producto aislante térmico para usos en las diferentes aplicaciones de una edificación” puede mantener sus propiedades mecánicas intactas hasta temperaturas mayores de 600°C.	Propiedades de la lana de roca	Conductividad Térmica Norma DIN 52612
				Resistencia a la compresión Calculo DNI 52272
				Porcentaje de lana de roca 25% --50% -75%
			Diseño de Mezcla de concreto	Dosificación de mezcla de concreto
				Normativa ACI 211.8R-15
			Propiedades mecánicas del concreto con lana de roca	Resistencia a la compresión del concreto ( NTP 336.034)
Pesos compactados del concreto en Probetas				
<b>Variable Dependiente:</b>  Diseño Sísmico del Edificio Nicolini (Malvinas)	“La estructura debe ser dúctil, como el uso del acero en el hormigón, además de la ductilidad, la deformabilidad también es esencial, la capacidad de una estructura para disiparse o deformarse en un grado significativo sin colapsando”. <b>Dixit (2013) pag.31</b>	La estructura debe ser dúctil, como el uso del acero en el hormigón, además de la ductilidad, la deformabilidad también es esencial, la capacidad de una estructura para disiparse o deformarse en un grado significativo sin colapsando.	Cálculos Sismoresistentes	Predimensionamiento
				Metrado de cargas RNE-E.0.20
				Diseño Sismorresistente ETABS 2016 RNE – E.030
			Modelamiento de la Estructura	Análisis Estático
				Análisis Dinámico

### 3.4 Población y muestra

En la investigación la población es grupo delimitado cual será estudiado y tendrá un proceso el cual será la selección de la muestra, citamos al siguiente autor para reafirmar lo mencionado.

### 3.5 Población

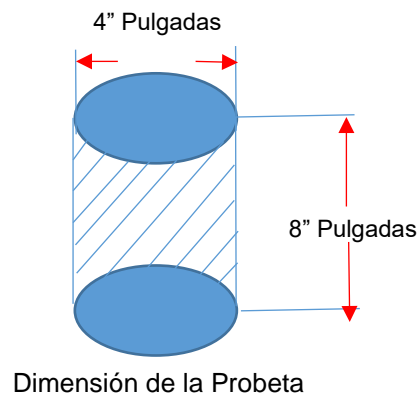
Conforme a Hernández y Fernández (2014), menciona sobre la población lo siguiente en la (pag.174). se adjunta imagen N° 34.

**Figura N°47 – Hernández y Fernández (2014). Población**

Una vez que se ha definido cuál será la unidad de muestreo/análisis, se procede a delimitar la población que va a ser estudiada y sobre la cual se pretende generalizar los resultados. Así, una **población** es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Lepkowski, 2008b).

**Fuente:** Recopilada del libro de Hernández y Fernández (2014)

En el presente trabajo se manifiesta que la población identificada de la investigación son todas las probetas que se elaboraron para el estudio, el cual serán sometidos a diferentes ensayos, las medidas de las probetas son de 4" pulgadas de diámetro por 8" pulgadas de altura, con agregado o incorporación de lana de roca en % porcentajes variados de 4%, 8%, 12% y 16% en el concreto, probetas de vida de 28 días población total y sumado es de 65 probetas.



**Figura N°48 – Población de las probetas 65 unidades**



*Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

**Tabla N° 8: Población de cantidad de las probetas en el estudio**

Cantidad de las Probetas Realizadas Como Población Total de la Investigación						
Clasificación de Probetas	1	2	3	4	5	Total
Nombre	CP- 01	CP- 02 / 4%	CP- 03 / 8%	CP- 04 / 12%	CP- 05 / 16%	
Fecha de Elaboración	20/10/20	20/10/20	20/10/20	20/10/20	20/10/20	
Numero de las Probetas	N°P-13	N°P-13	N°P-13	N°P-13	N°P-13	
<b>Total de las Probetas</b>						<b>65</b>

*Fuente: Propia Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis.*

Donde:

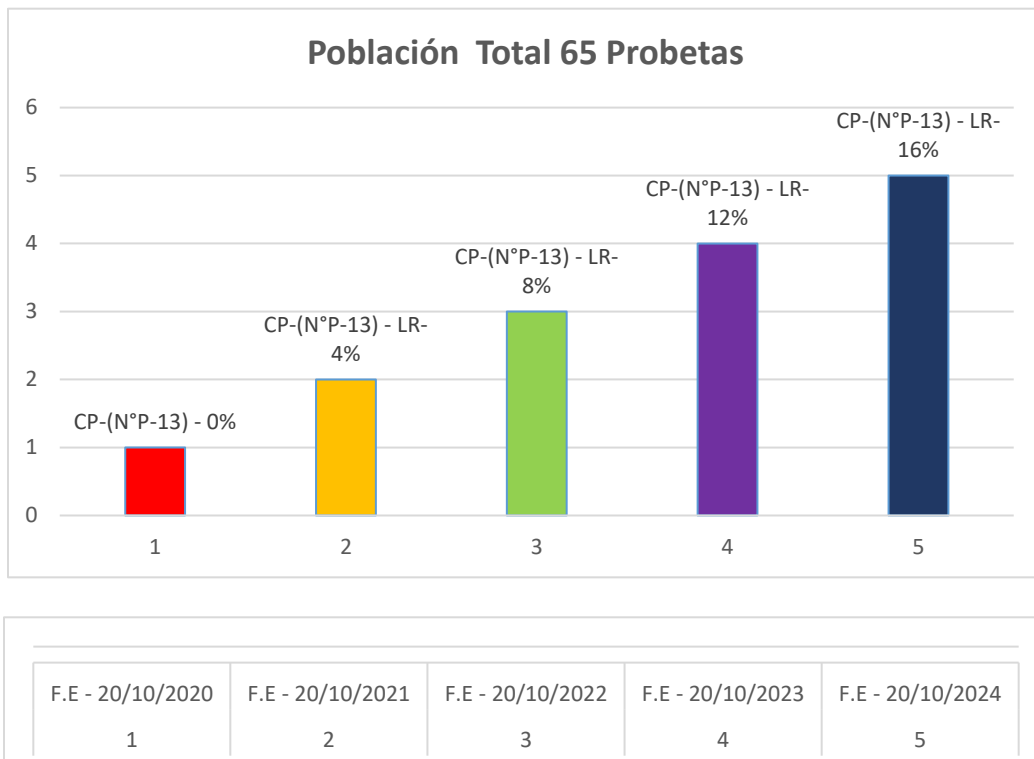
CP = Concreto Patrón.

F.E = Fecha de elaboración de las probetas.



- N°P-13 = Numero de las Probetas.
- 02 / 4% = Porcentaje de Agregado de Lana de Roca en el Concreto.
- 03 / 8% = Porcentaje de Agregado de Lana de Roca en el Concreto.
- 04 / 12% = Porcentaje de Agregado de Lana de Roca en el Concreto.
- 05 / 18% = Porcentaje de Agregado de Lana de Roca en el Concreto.
- LR = Lana de Roca.

**Figura N° 49: Población de las probetas**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

### 3.6 Muestra

Según Hernández y Fernández (2014), refiere sobre el concepto de muestra menciona lo siguiente en la (pág. 175.). se adjunta imagen N° 36.

**Figura N°50 – Hernández y Fernández (2014) - Muestra**

La *muestra* es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos *población*.

**Fuente:** Recopilada del libro de Hernández y Fernández (2014)

Para el proyecto de investigación, se puede definir que la muestra que se tomara para poder evaluar, será en selección de muestra para obtener un conjunto definido cuál será sometido a dos ensayos, primera prueba se someterá las muestras de concreto a temperaturas altas, para luego someterlas a compresión a su  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , se clasificaran en porcentajes % de agregado de lana de roca de 4%, 8%, 12% y 18% en el concreto padrón, las muestras estarán también clasificadas por edades de 7 días, 14 días y 28 días para probar su fuerza a la compresión, se tomara del total de la población de 65 probetas, 40 probetas que serán estudiadas y evaluadas en la investigación presente.

**Figura N°51 – Hernández y Fernández (2014) - Grafico de Muestra**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Tabla N° 9: Grupo de probetas solo para ensayo a comprensión.**

Cantidad de Probetas a ser evaluadas Ensayo comprensión						
N° CP	Fecha de Elaboración	% Agregado de Lana de Roca	7 Días de curado de CP	14 Días de curado de CP	28 Días de Curado CP	TOTAL N°P
CP-1	20/10/2020	0 % - LR.	N° P -1	N° P -1	N° P -1	
CP-2	20/10/2020	4 % - LR	N° P -1	N° P -1	N° P -1	
CP-3	20/10/2020	8 % - LR	N° P -1	N° P -1	N° P -1	
CP-4	20/10/2020	12 % - LR	N° P -1	N° P -1	N° P -1	
CP-5	20/10/2020	16 % - LR	N° P -1	N° P -1	N° P -1	
		<b>Total</b>	<b>N° P -5</b>	<b>N° P -5</b>	<b>N° P -5</b>	<b>15</b>

*Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

**Tabla N° 10: Grupo de probetas para ensayo de exposición a fuego directo y comprensión.**

N° CP	Fecha de Elaboración	% Agregado de Lana de Roca	28 Días de Curado CP	TOTAL N°P
CP-1	20/10/2020	0 % - LR.	N° P -5	
CP-2	20/10/2020	4 % - LR	N° P -5	
CP-3	20/10/2020	8 % - LR	N° P -5	
CP-4	20/10/2020	12 % - LR	N° P -5	
CP-5	20/10/2020	16 % - LR	N° P -5	
		<b>Total</b>	<b>N°P -25</b>	<b>25</b>

*Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

Se tiene estas dos tablas en el cual se describen la cantidad de probetas a evaluar teniendo dos grupos a desarrollar como pruebas al cual serán sometidos los especímenes de concreto, como primer grupo las muestra serán evaluadas solo a comprensión, en tres rangos de acuerdo con los días de curado, un segundo grupo el cual es la mayoría de las muestras que se estudiar serán 25 muestras, en el cual las probetas serán sometidos a fuego directo en un horno industrial de combustión a gas natural y quemado por soplete, de esta manera los probetas pasaran por una simulación de incendio para evaluar su comportamiento a temperaturas mayores a los 300°C por tiempos intervalos para de esta manera evaluar el comportamiento del concreto en conjunto con la lana de y analizar estructuralmente los diseños y moldear el diseño estructural en el Etabs.

### 3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Para Hernández y Fernández (2014), nos refieren que lo siguiente refiere sobre el concepto de muestra menciona lo siguiente en la (pág. 198.) se adjunta imagen N° 37.

#### Figura N°52 – Hernández y Fernández (2014) - Recolección de Datos

Una vez que seleccionamos el diseño de investigación apropiado y la muestra adecuada de acuerdo con nuestro problema de estudio e hipótesis (si es que se establecieron), la siguiente etapa consiste en recolectar los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de muestreo/ análisis o casos (participantes, grupos, fenómenos, procesos, organizaciones, etcétera).

**Recolectar los datos** implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico.

**Fuente:** *Recopilada del libro de Hernández y Fernández (2014)*

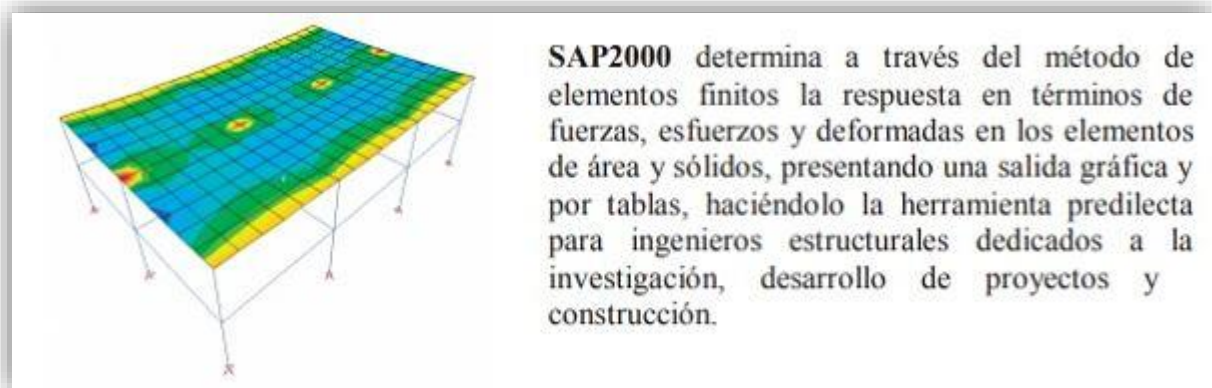
Las técnicas recomendadas de referencia fueron tomadas en cuenta para el desarrollo de la investigación, de esta manera se pueda obtener información sobre las evaluaciones que se realizaran a las probetas el cual tendremos respuestas para las preguntas que se plantearon en el estudio que serán consideradas como observaciones. Gracias a estas técnicas sea recolectara información de una verdad para que de esta manera podamos conocer cuáles serán las características, cualidades, atributos y particularidad del presente estudio.

### 3.8 Instrumentos de recolección de datos

El instrumento a trabajar y utilizar será por medio de la observación, ya que el estudio está dirigido a dos tipos de observaciones como se hace referencia en la tabla de matriz de operacionalización de las variables, donde se describe que la variable independiente está direccionado a la fuerza de resistencia del concreto integrando en el mezclado como un elemento más la lana de roca, tendrá un orden la recolección de datos un primer grupo de muestra de edades de 7 días y luego 14 días será sometido a la fuerza a comprensión  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , para luego un tercer grupo será sometido a fuego directo y posterior a ello a ensayos a comprensión, de la misma forma la


variable dependiente nos llevara al modelamiento del diseño estructural de la edificación Nicolini (Malvinas) estructura existente, se levantara información de su fuerza actual a la compresión por medio del esclerómetro y contar con información de su fuerza actual, para luego moldear el diseño sísmico existente en el Sap 2000 y comparar el moldeado del análisis estructural con la resistencia del concreto mezclado con la lana de roca en el diseño estructural del edificio Nicolini, se adjunta los formatos que se utilizara en la presente investigación como instrumento de recolección de datos para la información de lo observado como estudio.

**Figura N°53 – Ing. Hernández Eliud (Manual de Aplicación del Programa SAP200 V:14- CSI - Caribe**



**Fuente:** *Recopilada de internet*

Figura N° 54 Formato de hoja de evaluación a  $F'c=210\text{kg}/\text{mc}2$

HOJA DE FORMATO DE GUÍA DE EVALUACIÓN DE OBSERVACIONES N°										
Datos:				Fecha:						
Título de investigación		"Diseño Sísmico En Edificio Nicolini (Malvinas) Empleando Concreto $F'c=210\text{kg}/\text{cm}2$ Con Agregado De Lana De Roca, Sometido a Fuego, Lima-2020"								
Autores:										
Ubicación de Obra										
Evaluación de Ensayo										
Equipo de Trabajo										
Norma										
Fuerza de Compresión										
MUESTRAS DE ESPECIMENES CILINDRICAS DE PROBETAS PARA ENSAYO A COMPRESIÓN										
Tipos de Fractura										
										
N° CP	Identificación del ensayo de muestra	% agregado LR	Fecha		Diámetro	Altura	Resistencia $F'c=\text{kg}/\text{cm}2$	Tipo de Falla	Temperatura Alcanzada CP	Cantidad
			Elaboración	Ensayo						
CP-										
CP-										
CP-										
CP-										
CP-										
CP-										
CP-										
CP-										

Fuente: *Elaboración Propia Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis.*

Figura N° 55: Formato de hoja de evaluación con Esclerómetro

HOJA DE FORMATO DE GUÍA DE EVALUACIÓN DE OBSERVACIONES N°																
Fuerza a Comprensión Ensayo con Esclerómetro																
Título de investigación	"Diseño Sísmico En Edificio Nicolini (Malvinas) Empleando Concreto F'c=210kg/cm2 Con Agregado De Lana De Roca, Sometido a Fuego, Lima-2020"															
Autores:																
Ubicación de Obra																
Evaluación de Ensayo																
Equipo de Trabajo																
Norma																
Ensayo de Esclerómetro																
Fecha									Elemento							
Dimensión									Edad							
Nivel - Piso	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Sótano	S1	S2	S3	S4	S5	S6
N°	Nro. de Rebote por disparo (Q) promedio															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
	Nro. de Rebote por disparo descartados															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
	Nro. de Rebote por disparo descartados															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
	(Q)															

**Fuente:** *Elaboración Propia Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis.*

Observaciones:

**Figura N°56: Formato de hoja de evaluación de Quemado a temperaturas C°**

HOJA DE FORMATO DE GUIA DE EVALUACION DE OBSERVACIONES N°									
Ensayo de Quemado a Temperaturas altas C°									
Título de investigación		"Diseño Sísmico En Edificio Nicolini (Malvinas) Empleando Concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ Con Agregado De Lana De Roca, Sometido a Fuego, Lima-2020"							
Autores:									
Ubicación de Obra									
Evaluación de Ensayo									
Equipo de Trabajo									
Norma									
Ensayo de Quemado de las Probetas a Fuego Directo C°									
Fecha					Elemento				
Dimensión					Edad				
N°	CP-	Temperatura Alcanzada C°	Tiempo de Quemado	Color del Cuerpo	Tipo de Falla	Peso Inicial	Peso Final		
Ensayo de Quemado de las Probetas a Fuego Directo C°									
Fecha					Elemento				
Dimensión					Edad				
N°	CP-	Temperatura Alcanzada C°	Tiempo de Quemado	Color del Cuerpo	Tipo de Falla	Peso Inicial	Peso Final		
Ensayo de Quemado de las Probetas a Fuego Directo C°									
Fecha					Elemento				
Dimensión					Edad				
N°	CP-	Temperatura Alcanzada C°	Tiempo de Quemado	Color del Cuerpo	Tipo de Falla	Peso Inicial	Peso Final		

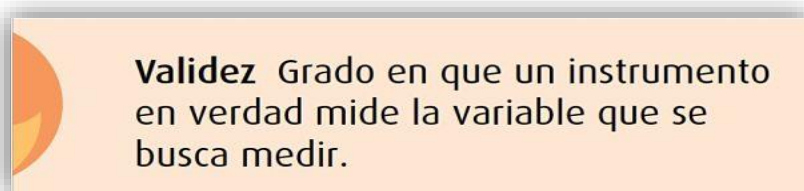
**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.



### 3.9 Validez y confiabilidad

Para Hernández y Fernández (2014), el concepto de la validez es lo siguiente en la (pág. 200.) se adjunta imagen N° 38

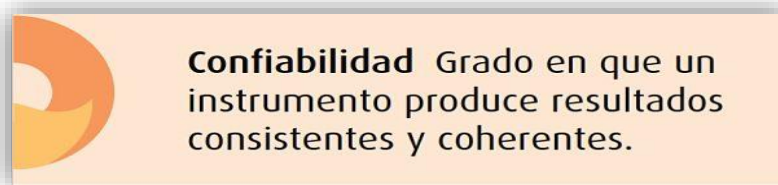
**Figura N°57 – Hernández y Fernández (2014) - Validez**



**Fuente:** *Recopilada del libro de Hernández y Fernández (2014)*

Según Hernández y Fernández (2014), menciona de la confiabilidad en la (pág. 200.) se describe en la siguiente imagen N° 39.

**Imagen N°58 – Hernández y Fernández (2014) - Confiabilidad**



**Fuente:** *Recopilada del libro de Hernández y Fernández (2014)*

El cálculo de la cantidad de muestras que se realizará en la presente investigación está clasificado por una población total de 65 probetas, diferenciados por grupos clasificados por porcentaje % variados por agregados de lana de roca, en los siguientes porcentajes de 4%, 8%, 12%, 16% y CP-1 concreto patrón.

Menciona Hernández y Fernández (2014), sobre la muestra probabilística estratificada en la (pág. 180) en el siguiente concepto como se visualiza en la imagen N° 40.

**Figura N°59 – Hernández y Fernández (2014) – Muestra Estratificada**

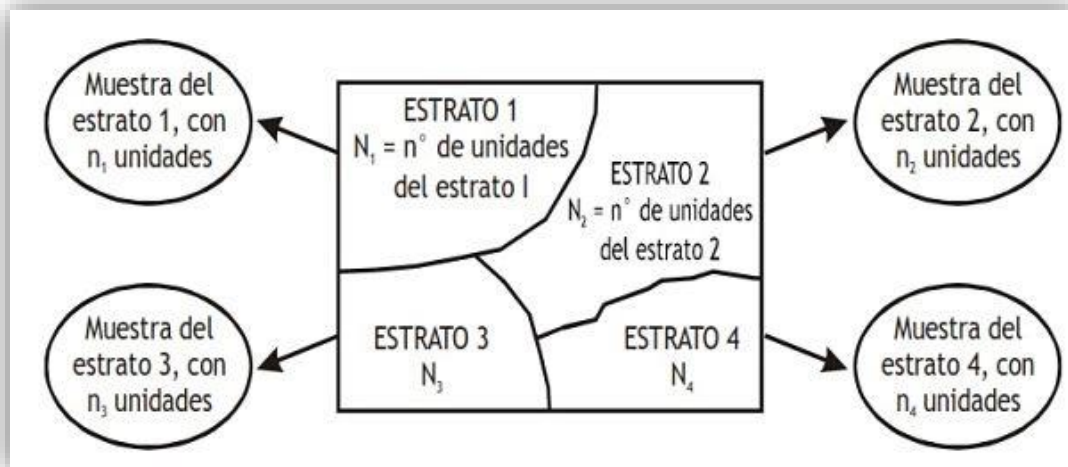
**Muestra probabilística estratificada**

En ocasiones, el interés del investigador es comparar sus resultados entre segmentos, grupos o nichos de la población, porque así lo señala el planteamiento del problema.

**Fuente:** *Recopilada del libro de Hernández y Fernández (2014)*

El cual el muestreo será estratificado se define por la siguiente razón, la muestra será obtenida por el proceso de la separación de los elementos el cual estarán en grupos el cual se determinarán como estratos, ponemos como referencia el manual de estadística de la Universidad Privada del Norte (2014), se ilustra la (pág. 20), imagen N° 41.

**Figura N°60 – Manual de estadística de sistema de gestión UPN.**



**Fuente Recopilada:** *del manual de estadística de la Universidad Privada del Norte (2014)*

El procedimiento que se tendrá como selección de muestra para el ensayo a la  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  será muestreo proporcional estratificado, donde “P” se considera la muestra proporcional de la muestra a ser ensayada, que “n” será el tamaño de la muestra y “N” es el tamaño de la población.

## Clasificación de Muestra

$$P = \frac{n}{N}$$

Definición:

- P = Muestra proporcional.
- n = Tamaño de muestra.
- N = Es el tamaño de la población.

N = es la población total de las probetas que está conformada por 65 muestras.

n = cantidad de muestra para ensayo Fuerza a compresión 40 probetas.

**Desarrollo:**

$$P = \frac{n}{N} = \frac{40}{65}$$

$$P = 0.615384$$

## Muestra proporcional

$$CP-1 = 13 \times 0.615384$$

CP-1 = 8 probetas, cantidad de muestra a ensayar

---

$$CP-2 = 13 \times 0.615384$$

CP-2 = 8 probetas, cantidad de muestra a ensayar

---

$$CP-3 = 13 \times 0.615384$$

CP-3 = 8 probetas, cantidad de muestra a ensayar

---

$$CP-4 = 13 \times 0.615384$$

CP-4 = 8 probetas, cantidad de muestra a ensayar

---

$$CP-5 = 13 \times 0.615384$$

CP-5 = 8 probetas, cantidad de muestra a ensayar

---

**Tabla N° 11: Tabla Proporcional de muestra a ensayar a F'c.**

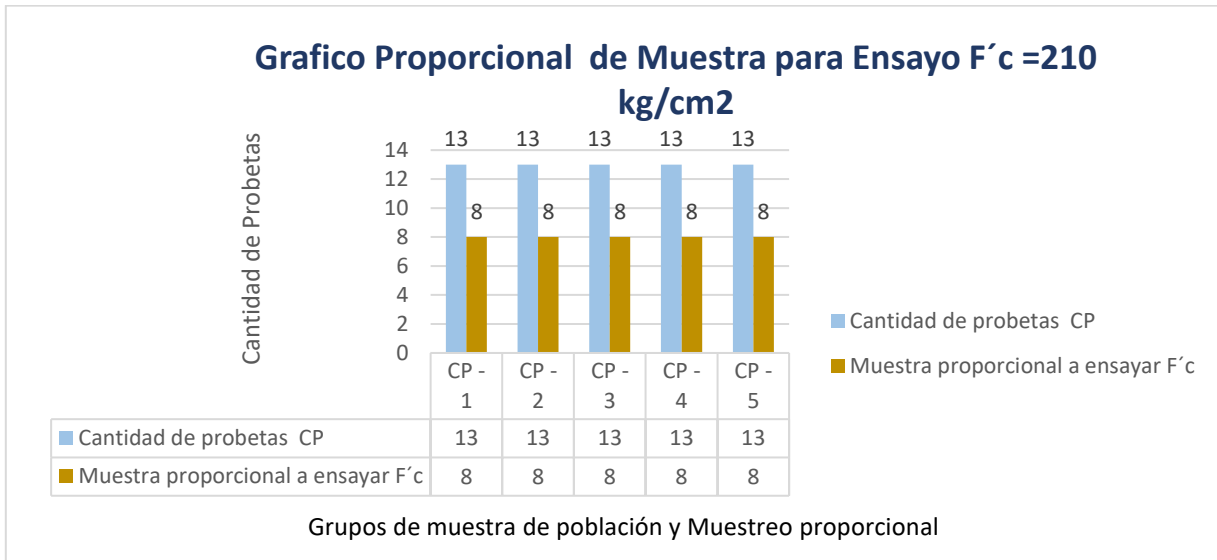
Tabla Proporcional			
N°	Nombre de probeta	Cantidad de probetas CP	Muestra proporcional a ensayar F'c
1	CP - 1	13	8
2	CP - 2	13	8
3	CP - 3	13	8
4	CP - 4	13	8
5	CP - 5	13	8

<b>Total de la Población</b>	<b>65</b>
------------------------------	-----------

<b>Total de Probetas a Ensayar F'c</b>	<b>40</b>
--	-----------

**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N° 61: Grafico Proporcional**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

También realizaremos el mismo cálculo para la selección del grupo de muestra de ensayo para que sea sometido al quemado de las probetas, será el cálculo por el método proporcional estratificado.

$$P = \frac{n}{N} = \frac{25}{65}$$

$$P = 0.384615$$

### **Muestra proporcional**

$$\text{CP-1} = 13 \times 0.384615$$

CP-1 = 5 probetas, cantidad de muestra a ensayar al quemado

---

$$\text{CP-2} = 13 \times 0.384615$$

CP-2 = 5 probetas, cantidad de muestra a ensayar al quemado

---

$$\text{CP-3} = 13 \times 0.384615$$

CP-3 = 5 probetas, cantidad de muestra a ensayar al quemado

---

$$\text{CP-4} = 13 \times 0.384615$$

CP-4 = 5 probetas, cantidad de muestra a ensayar al quemado

---

$$\text{CP-5} = 13 \times 0.384615$$

CP-5 = 5 probetas, cantidad de muestra a ensayar al quemado

---

**Tabla N° 12: Tabla Proporcional de muestra a ensayar a Quemado.**

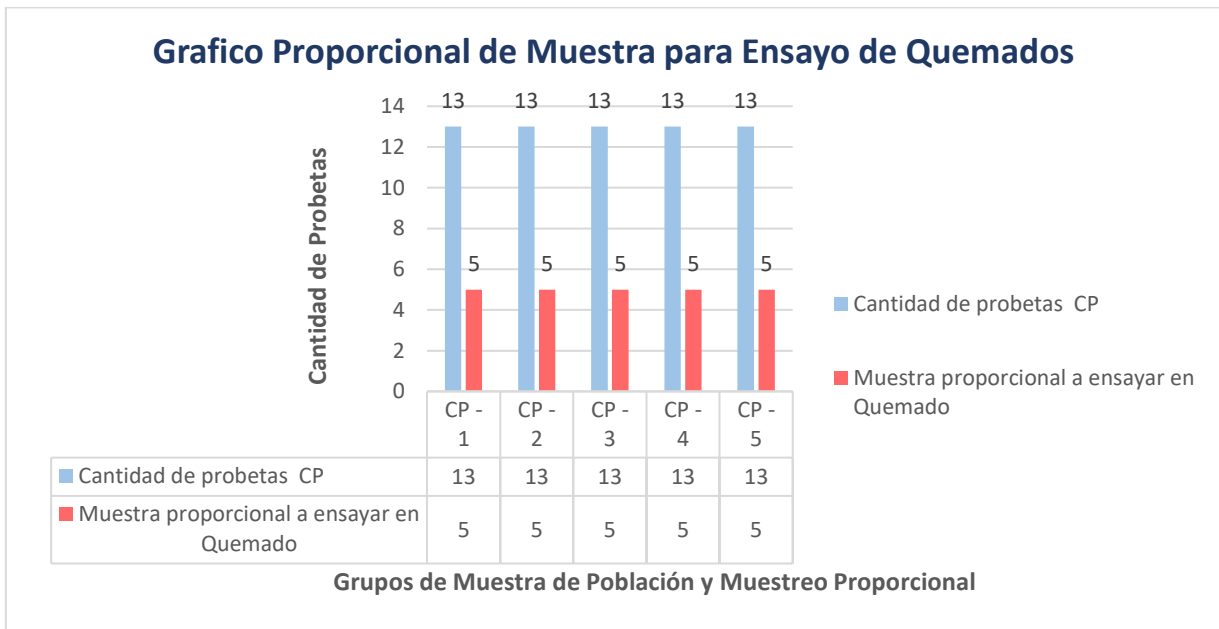
Tabla Proporcional			
N°	Nombre de probeta	Cantidad de probetas CP	Muestra proporcional a ensayar en Quemado
1	CP - 1	13	5
2	CP - 2	13	5
3	CP - 3	13	5
4	CP - 4	13	5
5	CP - 5	13	5

<b>Total de la Población</b>	<b>65</b>
------------------------------	-----------

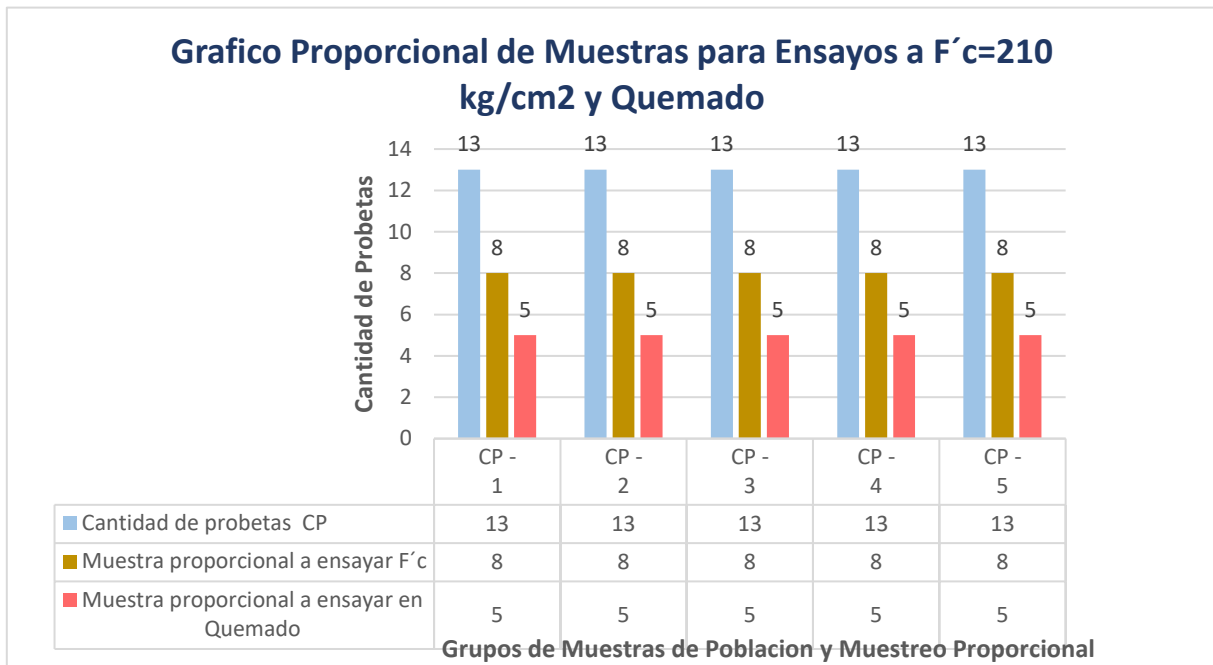
<b>Total de Probetas a Ensayar en Quemado</b>	<b>25</b>
---	-----------

Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N° 62: Grafico Proporcional**



**Figura N° 63: Grafico Proporcional de Muestras para en sayos.**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

### 3.10 Procedimientos

El presente estudio de investigación, denominado o de nombre “Diseño Sísmico En Edificio Nicolini (Malvinas) Empleando Concreto  $F'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> Con Agregado De Lana De Roca, Sometido a Fuego, Lima-2020”, estará direccionado por un proceso el cual nos llevará a evaluar el estudio, de esta manera se desarrollará por medio experimental el cual nos podrá brindar resultados a para analizar y comprará, para de esta manera poder explicar de manera escrita todo sobre el tema de la investigación, el cual tendrá una estructura de frecuencia consecutiva para pasar a los pasos posteriores de la investigación.

Se tendrá en cuenta las evaluaciones que se realizará para la presente investigación, como el diseño de mezcla de concreto para las estructuras en general, de esta manera sea tomado como agregado a experimentar la lana de roca material que es por naturaleza térmico, el cual se manejara en diferentes proporciones para su

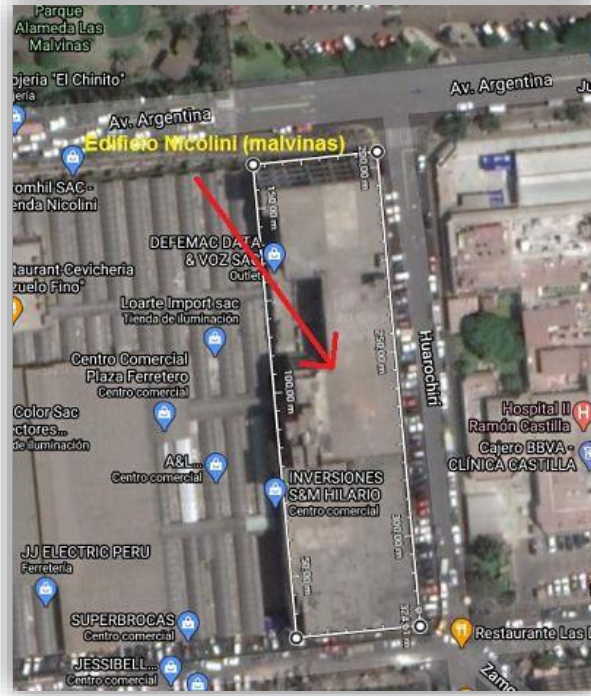


experimentación del 4%, 8%, 12% y 16%, de esta manera al tener los CP- (concretos patrones) se tendrá dos evaluaciones pasando por la fuerza a compresión de  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  este ensayo nos permitirá ver la capacidad de fuerza del nuevo concreto para poder tomar el mejor diseño, diseño patrón validado en el laboratorio del LEM "Laboratorio de Ensayo de Materiales de la UNI" para de esta manera probar con la lana de roca el cual sustituirá en por contajes variados al agregado grueso, todo el proceso esta manejado según la Norma Técnica Peruana.

Esto ha llevado a que se tenga que evaluar el edificio de Nicolini (Malvinas) sea tomado la estructura de la edificación para la tesis porque tiene las características que se necesitada para poder seguir con el desarrollo del trabajo ya que la edificación ha tenido exposición de altas temperaturas prolongadas de esta manera poder tener valores reales o aproximados de su fuerza actual como estructura vigente. Esto a conllevado que se tenga que realizar una nueva evaluación de la fuerza de compresión para esta evaluación sea realizado las tomas de datos por medio del Esclerómetro como herramienta de medición de referencia de fuerza, como en columnas, paredes y losa de piso, ya que con estos datos podremos moldear el diseño estructural en el Etabs, el cual se tendrá diferentes datos del diseño el cual nos servirá para ver la diferencia que se tendrá en comparación del diseño que se propone brindar con el agregado de lana de roca.

Pero para la parte final de las evaluaciones y tener similitud de una estructura dañada por fuego como fue en este caso el edificio Nicolini, se simulará el evento de incendio por medio del quemado de las probetas en un horno semi industrial el cual llegaremos a alcanzar temperaturas mayores a los  $300\text{ C}^\circ$  para de esta manera posterior a esta evaluación someterlo a compresión y tener valores de la capacidad de fuerza de los diseños propuestos no solo a su fuerza también se suma su capacidad térmica como nuevo diseño que se propondrá como alcance del trabajo de investigación.

**Figura N°64 – Ubicación de la edificación Nicolini (Malvinas) a desarrollar el estudio y se propondrá el empleo de concreto con el agregado de lana de roca.**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1 Ensayo de fuerza a Compresión por medio del Esclerómetro.**

#### **4.1.1 Generalidades**

##### **Objetivo del estudio**

Se describe en primer lugar al estudio de la fuerza de compresión, ya que se tiene como propósito en la presente investigación contar con los datos aproximados de fuerza de la edificación del edificio Nicolini (Malvinas) para de esta manera poder moldear el diseño sísmico en el Sap 2000, su ubicación de la edificación está en la

segunda cuadra de la Av. Argentina con Jr. Huarochirí, Cercado de Lima, el cual por geografía se encuentra a una altitud media como promedio de 161 m.s.n.m.

Para este estudio tomaremos la siguiente norma que establece el uso del esclerómetro HT-225B, de esta manera la evaluación de la medición de la fuerza de compresión sea tomada como información para el desarrollo del trabajo se ilustra la norma NTP 339.181:2013 en la siguiente imagen N° 43.

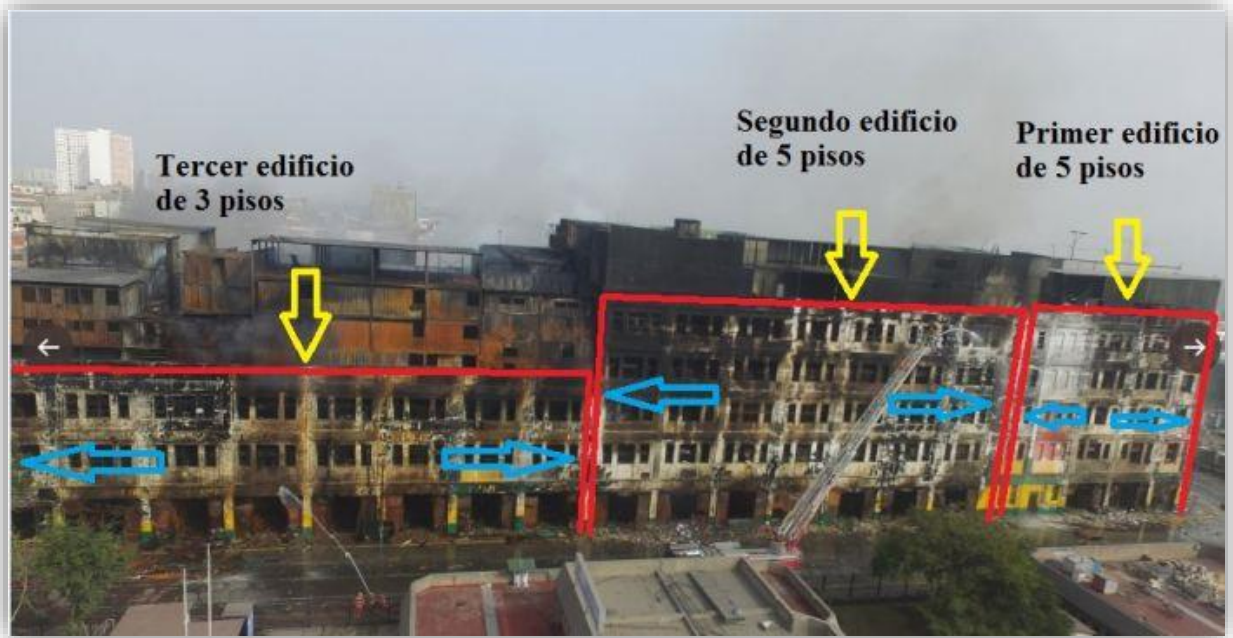
### **Figura N°65 – Ubicación de la edificación Nicolini**

NTP 339.181:2013 (revisada el 2018)	CONCRETO. Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría). 2ª Edición Reemplaza a la NTP 339.181:2013
-------------------------------------	---

**Fuente Recopilada:** *Del diario el peruano de fecha 18/07/18*

La evaluación se realizará en el siguiente orden, la construcción del edificio Nicolini está dividido por tres edificios que a la vista aparentan ser uno, dos de ellas son cinco pisos una de tres pisos, como se puede contemplar en la siguiente imagen numero N° 43.

**Figura N°66 – Ubicación de la edificación Nicolini para el estudio de la fuerza del concreto en sus estructuras se tomará la segunda edificación de 5 pisos como se contempla en la imagen**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

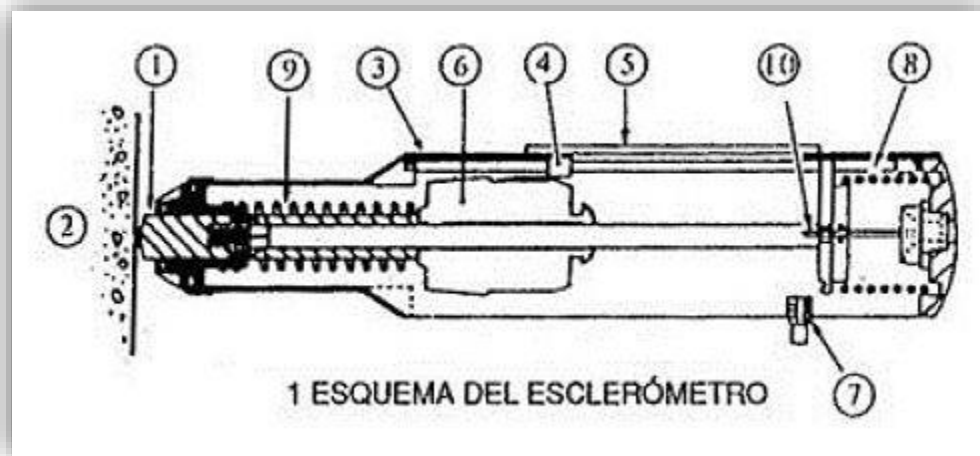
El orden con el que se trabajará será:

- a) Ubicar la edificación de estudio.
- b) Realizar las tomas de medidas del ambiente, para obtener un plano de levantamiento de información de cada nivel por piso como área distribución.
- c) Realizar el conteo de las estructuras del edificio como columnas y vigas.
- d) Evaluación con el esclerómetro en columnas, muros y losas de techo para obtener por medio del ensayo la fuerza a la compresión aproximada actual.
- e) Se realizará la delimitación de las zonas de baja resistencia en la estructura de la edificación.
- f) Obtener los cálculos de la fuerza a compresión por medio del informe levantado con el esclerómetro para obtener la fuerza promedio de las estructuras.

## Descripción de la Herramienta

El esclerómetro está compuesto por las siguientes partes:

**Figura N°67 – componentes del esclerómetro**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

1. Percutor, 2. Concreto, 3. Cuerpo exterior, 4. Aguja, 5. Escala, 6. Martillo.
7. Botón de fijación de lectura, 8. Resorte, 9. Resorte, 10. Seguro.

**Figura N°68 – componentes del esclerómetro HT-225B**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

## Los Factores que Pueden Influir en el Ensayo

- La posición del martillo el ángulo de toma.

- El estado de la superficie del concreto ya que (carbonatada aumenta resistencia)
- La concentración que presentara el elemento de partículas de árido grueso en la superficie del cuerpo a evaluar esto (aumenta resistencia)
- La edad del concreto a evaluar.
- El grado de carbonatación de la superficie.
- El tipo de agregado.
- Tipo de Cemento.

**Figura N°69 – Ángulos a trabajar con el Esclerómetro.**



**Fuente Recopilada:** *de internet*

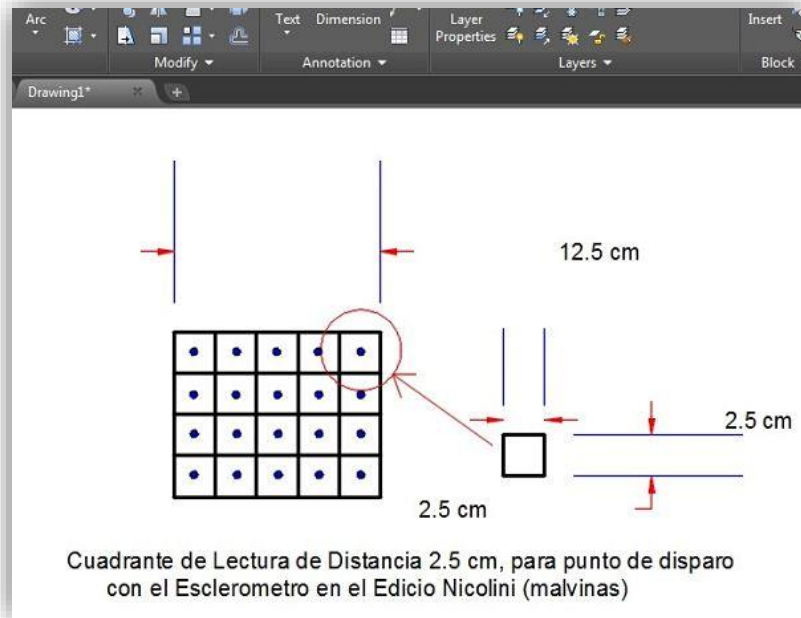
### **Procedimiento**

En el desarrollo del ensayo se tuvo en cuenta el elemento estructural a ensayar en la zona de hormigón el cual cumpla con lo establecido para el ensayo los cuales son:

- Se realizará el cuadrante que se marcará para realizar los disparos, área aproximado de 12.5 x 10 cm, como se muestra en la imagen N° 46.



**Figura N°70 – Cuadrante de diapiro con el Esclerómetro**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

- La zona de superficie identificada tiene que estar lisa el cual se utilizó la piedra abrasiva para obtener una superficie limpia.

**Figura N°71 – Limpieza de superficie**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

- Dibujar la cuadrícula con separaciones de aproximada de 1" para de esta manera tomar como punto de referencia para los disparos con el esclerómetro.

**Figura N°72 – Dibujo de cuadrante**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

- Se realizó 9 a 10 lecturas ente distancia de 1”.

El rango de fuerza de golpe del esclerómetro HT-225B, tiene las siguientes características: La energía que tiene como impacto es de 2.207 Nm, en el rango de lectura de medición de 10 a 100 N/mm<sup>2</sup> como referencia a la resistencia obtenida a compresión, contando con una precisión de  $\pm 0.2 R$ .

En los ensayos a realizar con el esclerómetro podremos estimar la resistencia a compresión de los elementos estructurales del edificio Nicolini, podo ello será a partir de la lectura de la resistencia al rebote de la superficie de las columnas, pisos o losas de techo y muros, se ha tomado en cuenta la clasificación de rango de resistencia en valores según el ISRM (impactos simples de rebote) estos valores que hemos obtenido esta por medio de la lectura con el esclerómetro se puede clasificar de acuerdo con la siguiente tabla N° 13.



**Tabla N°13 – Clasificación de resistencia**

<b>Clasificación de Resistencia según la ISRM</b>		
<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resistencia a Compresión</b>
1	Extremadamente blanda	< 1 MPa
2	Muy blanda	1-5 MPa
3	Blanda	5-25 MPa
4	Moderadamente blanda	25-50 MPa
5	Dura	50-100 MPa
6	Muy dura	100-250 MPa
7	Extremadamente dura	>250 MPa

**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

### **Elementos a Evaluar**

Se tomó lectura de diez disparos por elemento evaluado, el cual está dentro de los rangos establecidos, enumeraremos los elementos a calcular su resistencia se ilustra la tabla N°13 de las estructuras consideradas el cálculo de fuerza.

**Tabla N°14 – Elementos Estructurales a Evaluar**

<b>Identificación de elementos a evaluar con el esclerómetro en Edificio Nicolini</b>				
<b>N°</b>	<b>Columna</b>	<b>Nivel o Piso</b>	<b>Dimensión</b>	<b>N° de Golpes</b>
1	C-4	2 piso	60 x 60 cm	10
2	C-9	2 piso	60 x 60 cm	10
3	C-18	2 piso	60 x 60 cm	10
4	C-23	2 piso	60 x 60 cm	10
5	C-29	2 piso	60 x 60 cm	10
<b>Losa a evaluar con el esclerómetro en Edificio Nicolini</b>				
<b>N°</b>	<b>Losa</b>	<b>Nivel o Piso</b>	<b>Dimensión</b>	<b>N° de Golpes</b>
1	P-2-1	2 piso	4 x 4 = 8 m <sup>2</sup>	10
1	P-2-2	2 piso	4 x 4 = 8 m <sup>2</sup>	10

**Tabla N°15 – Elementos Estructurales a Evaluar**

<b>Identificación de elementos a evaluar con el esclerómetro en Edificio Nicolini</b>				
<b>N°</b>	<b>Columna</b>	<b>Nivel o Piso</b>	<b>Dimensión</b>	<b>N° de Golpes</b>
1	C-10	3 piso	60 x 60 cm	10
2	C- 18	3 piso	60 x 60 cm	10
3	C- 22	3 piso	60 x 60 cm	10
<b>Losa a evaluar con el esclerómetro en Edificio Nicolini</b>				
<b>N°</b>	<b>Losa</b>	<b>Nivel o Piso</b>	<b>Dimensión</b>	<b>N° de Golpes</b>
1	P-3-1	3 piso	4 x 4 = 8 m2	10
<b>Muro a evaluar con el esclerómetro en Edificio Nicolini</b>				
<b>N°</b>	<b>Muro</b>	<b>Nivel o Piso</b>	<b>Dimensión</b>	<b>N° de Golpes</b>
1	M-3-1	3 piso	1 x 1 = 1 m2	10

**Tabla N°16 – Elementos Estructurales a Evaluar**

<b>Identificación de elementos a evaluar con el esclerómetro en Edificio Nicolini</b>				
<b>N°</b>	<b>Columna</b>	<b>Nivel o Piso</b>	<b>Dimensión</b>	<b>N° de Golpes</b>
1	C-17	4 piso	60 x 60 cm	10
2	C- 18	4 piso	60 x 60 cm	10
3	C- 22	4 piso	60 x 60 cm	10
<b>Losa a evaluar con el esclerómetro en Edificio Nicolini</b>				
<b>N°</b>	<b>Losa</b>	<b>Nivel o Piso</b>	<b>Dimensión</b>	<b>N° de Golpes</b>
1	P-4-1	4 piso	4 x 4 = 8 m2	10
<b>Muro a evaluar con el esclerómetro en Edificio Nicolini</b>				
<b>N°</b>	<b>Muro</b>	<b>Nivel o Piso</b>	<b>Dimensión</b>	<b>N° de Golpes</b>
1	M-4-1	4 piso	1 x 1 = 1 m2	10

**Tabla N°17 – Elementos Estructurales a Evaluar**

<b>Identificación de elementos a evaluar con el esclerómetro en Edificio Nicolini</b>				
<b>N°</b>	<b>Columna</b>	<b>Nivel o Piso</b>	<b>Dimensión</b>	<b>N° de Golpes</b>
1	C-10	5 piso	35 x 35 cm	10
2	C- 27	5 piso	35 x 35 cm	10
3	C- 29	5 piso	35 x 35 cm	10
<b>Losa a evaluar con el esclerómetro en Edificio Nicolini</b>				
<b>N°</b>	<b>Losa</b>	<b>Nivel o Piso</b>	<b>Dimensión</b>	<b>N° de Golpes</b>
1	P-5-1	5 piso	4 x 4 = 8 m2	10
<b>Muro a evaluar con el esclerómetro en Edificio Nicolini</b>				
<b>N°</b>	<b>Muro</b>	<b>Nivel o Piso</b>	<b>Dimensión</b>	<b>N° de Golpes</b>
1	M-5-1	5 piso	1 x 1 = 1 m2	10

*Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

Se trabajó en la en la toma con el esclerómetro en el ángulo 0° y -90° como se muestra en la imagen N°49.

**Figura N° 73 - Posiciones de toma de lectura con el Esclerómetro**



Ángulo -90°



Ángulo 0°



Ángulo 0°

*Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

Resultados tomados con el esclerómetro

Tabla N°18 – Elemento C-4 Piso 2

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>C-4</b>	1	1	50.20	45.40	44.89	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	32.99	336.44	4.80
	2	1	40.20						-5.20
	3	1	50.60						5.20
	4	1	40.80						-4.60
	5	1	50.20						4.80
	6	1	50.00						4.60
	7	1	40.60						-4.80
	8	1	40.80						-4.60
	9	1	40.60						-4.80
	10	1	50.60						5.20
Piso o nivel 2			454.6						
Fuerza Obtenida del elemento	C-4		f'c= 366.44 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini	37,230 días								

$$\text{Media} = \frac{(454.6 - 50.60)}{9}$$

$$\text{Media} = 44.89$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 32.99$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = F'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 366.44$$

Fuente: Propia

Tabla N°19 – Elemento C- 9 Piso 2

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>C-9</b>	1	1	50.40	50.40	49.43	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	36.33	370.50	0.00
	2	1	50.60						0.20
	3	1	60.20						9.80
	4	1	40.90						-9.50
	5	1	50.80						0.40
	6	1	50.40						0.00
	7	1	50.20						-0.20
	8	1	50.60						0.20
	9	1	40.80						-9.60
	10	1	40.20						-10.20
Piso o nivel 2			485.1						
Fuerza Obtenida del elemento		C- 9	f'c= 370.50 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini		37,230 días							

$$\text{Media} = \frac{(485.1 - 40.20)}{9}$$

$$\text{Media} = 49.43$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 36.33$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = F'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 370.50$$

Fuente: Propia

Tabla N°20 – Elemento C- 18 Piso 2

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>C-18</b>	1	1	50.60	50.60	50.56	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	37.16	378.91	0.00
	2	1	50.80						0.20
	3	1	50.20						-0.40
	4	1	50.60						0.00
	5	1	50.40						-0.20
	6	1	50.80						0.20
	7	1	50.60						0.00
	8	1	50.40						-0.20
	9	1	50.60						0.00
	10	1	40.80						-9.80
Piso o nivel 2			495.80						
Fuerza Obtenida del elemento		C- 18	f'c= 378.91 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini		37,230 días							

$$\text{Media} = \frac{(495.80 - 40.80)}{9}$$

$$\text{Media} = 50.56$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 37.16$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = F'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 378.91$$

Fuente: Propia

Tabla N°21 – Elemento C- 23 Piso 2

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>C- 23</b>	1	1	40.00	45.40	45.89	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	33.73	343.93	-5.40
	2	1	50.00						4.60
	3	1	50.00						4.60
	4	1	40.00						-5.40
	5	1	50.40						5.00
	6	1	40.80						-4.60
	7	1	50.80						5.40
	8	1	40.80						-4.60
	9	1	50.20						4.80
	10	1	40.40						-5.00
Piso o nivel 2			453.40						
Fuerza Obtenida del elemento		C- 23	f'c= 343.93 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini		37,230 días							

$$\text{Media} = \frac{(453.40 - 40.40)}{9}$$

$$\text{Media} = 45.89$$

$$f'c \text{ (N/mm2)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm2)} = 33.73$$

$$f'c \text{ (kg/cm2)} = f'c \text{ (N/mm2)} \times \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm2)} = 343.93$$

Fuente: Propia

Tabla N°22 – Elemento C- 29 Piso 2

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>C-29</b>	1	1	50.20	50.60	51.64	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	37.96	387.07	-0.40
	2	1	50.40						-0.20
	3	1	60.40						9.80
	4	1	50.80						0.20
	5	1	50.80						0.20
	6	1	40.80						-9.80
	7	1	60.20						9.60
	8	1	50.40						-0.20
	9	1	50.80						0.20
	10	1	50.20						-0.40
Piso o nivel 2			515.00						
Fuerza Obtenida del elemento		C- 29	f'c= 387.07 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini		37,230 días							

$$\text{Media} = \frac{(515.00 - 50.20)}{9}$$

$$\text{Media} = 51.64$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 37.96$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \times \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 387.07$$

Fuente: Propia



Tabla N°23 – Elemento P-2-1 Piso 2

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>P-2-1</b>	1	1	40.60	40.30	38.22	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	28.09	286.47	0.30
	2	1	40.80						0.50
	3	1	40.20						-0.10
	4	1	40.00						-0.30
	5	1	50.20						9.90
	6	1	40.20						-0.10
	7	1	30.80						-9.50
	8	1	20.80						-19.50
	9	1	40.40						0.10
	10	1	40.60						0.30
Piso o nivel 2			384.60						
Fuerza Obtenida del elemento		P-2-1	f'c= 286.47 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini		37,230 días							

$$\text{Media} = \frac{(384.6 - 40.6)}{9}$$

$$\text{Media} = 38.22$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 28.09$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = F'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 286.47$$

Fuente: Propia

Tabla N°24 – Elemento P-2-2 Piso 2

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>P-2-2</b>	1	1	40.80	40.30	38.33	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	28.18	287.31	0.50
	2	1	40.80						0.50
	3	1	20.80						-19.50
	4	1	40.60						0.30
	5	1	50.40						10.10
	6	1	50.80						10.50
	7	1	40.00						-0.30
	8	1	30.40						-9.90
	9	1	30.40						-9.90
	10	1	40.00						-0.30

Piso o nivel 2		385.00
Fuerza Obtenida del elemento	P-2-2	f'c= 287.31 kg/mc2
Días de Vida del Edificio Nicolini	37,230 días	

$$\text{Media} = \frac{(385-40)}{9}$$

$$\text{Media} = 38.33$$

$$f'c \text{ (N/mm2)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm2)} = 28.18$$

$$f'c \text{ (kg/cm2)} = f'c \text{ (N/mm2)} \times \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm2)} = 287.31$$

Fuente: Propia

Tabla N°25 – Elemento C-10 Piso 3

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>C-10</b>	1	1	40.80	40.40	39.32	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	28.90	294.72	0.40
	2	1	30.70						-9.70
	3	1	40.10						-0.30
	4	1	40.00						-0.40
	5	1	40.50						0.10
	6	1	40.20						-0.20
	7	1	40.60						0.20
	8	1	40.60						0.20
	9	1	40.40						0.00
	10	1	40.40						0.00
Piso o nivel 3			394.30						
Fuerza Obtenida del elemento		C- 10	f'c= 294.72 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini		37,230 días							

$$\text{Media} = \frac{(394.30 - 40.40)}{9}$$

$$\text{Media} = 39.32$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 28.90$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \times \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 294.72$$

Fuente: Propia

Tabla N°26 – Elemento C-18 Piso 3

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>C-18</b>	1	1	30.20	30.80	30.77	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	22.61	230.59	-0.60
	2	1	30.80						0.00
	3	1	40.10						9.30
	4	1	4.40						-26.40
	5	1	30.80						0.00
	6	1	30.60						-0.20
	7	1	40.00						9.20
	8	1	30.00						-0.80
	9	1	40.00						9.20
	10	1	30.80						0.00
Piso o nivel 3			307.70						
Fuerza Obtenida del elemento		C- 18	f'c= 230.59 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini		37,230 días							

$$\text{Media} = \frac{(307.7 - 30.80)}{9}$$

$$\text{Media} = 30.77$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 22.61$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = F'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 230.59$$

Fuente: Propia

Tabla N°27 – Elemento C- 22 Piso 3

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>C- 22</b>	1	1	30.20	30.50	34.63	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	25.46	259.57	-0.30
	2	1	30.10						-0.40
	3	1	40.00						9.50
	4	1	40.10						9.60
	5	1	40.00						9.50
	6	1	30.60						0.10
	7	1	40.10						9.60
	8	1	30.20						-0.30
	9	1	30.40						-0.10
	10	1	30.00						-0.50
Piso o nivel 3	341.70								
Fuerza Obtenida del elemento	C- 22	f'c= 259.57 kg/mc2							
Días de Vida del Edificio Nicolini	37,230 días								

$$\text{Media} = \frac{(341.7 - 30)}{9}$$

$$\text{Media} = 34.63$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 25.46$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = F'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 259.57$$

Fuente: Propia

Tabla N°28 – Elemento P-3-1 Piso 3

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>P-3-1</b>	1	1	30.20	10.20	14.68	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	10.79	110.01	20.00
	2	1	20.60						10.40
	3	1	10.00						-0.20
	4	1	10.20						0.00
	5	1	10.20						0.00
	6	1	10.20						0.00
	7	1	10.00						-0.20
	8	1	10.60						0.40
	9	1	20.10						9.90
	10	1	10.20						0.00
Piso o nivel 3	142.30								
Fuerza Obtenida del elemento	P-3-1	f'c= 110.01 kg/mc2							
Días de Vida del Edificio Nicolini	37,230 días								

$$\text{Media} = \frac{(142.30 - 10.20)}{9}$$

$$\text{Media} = 14.68$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 10.79$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \times \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 110.01$$

Fuente: Propia

Tabla N°29 – Elemento M-3-1 Piso 3

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>M-3-1</b>	1	1	30.00	20.50	24.68	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	18.14	184.96	9.50
	2	1	20.60						0.10
	3	1	30.20						9.70
	4	1	30.40						9.90
	5	1	20.00						-0.50
	6	1	20.10						-0.40
	7	1	30.00						9.50
	8	1	20.40						-0.10
	9	1	20.40						-0.10
	10	1	20.00						-0.50
Piso o nivel 3	242.10								
Fuerza Obtenida del elemento	M-3-1	f'c= 184.96 kg/mc2							
Días de Vida del Edificio Nicolini	37,230 días								

$$\text{Media} = \frac{(242.10 - 20)}{9}$$

$$\text{Media} = 24.68$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 18.14$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = F'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 184.96$$

Fuente: Propia

Tabla N°30 – Elemento C-17 Piso 4

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>C-17</b>	1	1	40.60	50.00	45.84	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	33.70	343.60	-9.40
	2	1	50.00						0.00
	3	1	30.40						-19.60
	4	1	40.60						-9.40
	5	1	50.40						0.40
	6	1	50.60						0.60
	7	1	50.00						0.00
	8	1	50.00						0.00
	9	1	50.00						0.00
	10	1	40.00						-10.00
Piso o nivel 4			452.60						
Fuerza Obtenida del elemento		C- 17	f'c= 343.60 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini		37,230 días							

$$\text{Media} = \frac{(452.60 - 40)}{9}$$

$$\text{Media} = 45.84$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 33.70$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 343.60$$

Fuente: Propia



Tabla N°31 – Elemento C-18 Piso 4

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>C- 18</b>	1	1	50.10	50.00	46.89	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	34.46	351.43	0.10
	2	1	50.40						0.40
	3	1	40.60						-9.40
	4	1	40.00						-10.00
	5	1	50.10						0.10
	6	1	50.00						0.00
	7	1	50.80						0.80
	8	1	50.00						0.00
	9	1	40.00						-10.00
	10	1	40.20						-9.80
Piso o nivel 4	462.20								
Fuerza Obtenida del elemento	C- 18	f'c= 351.43 kg/mc2							
Días de Vida del Edificio Nicolini	37,230 días								

$$\text{Media} = \frac{(462.20 - 40.20)}{9}$$

$$\text{Media} = 46.89$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 34.46$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = F'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \times \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 351.43$$

Fuente: Propia

Tabla N°32 – Elemento C-22 Piso 4

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>C-22</b>	1	1	50.40	45.45	47.03	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	34.57	352.51	4.95
	2	1	40.80						-4.65
	3	1	60.00						14.55
	4	1	40.00						-5.45
	5	1	50.60						5.15
	6	1	50.20						4.75
	7	1	40.60						-4.85
	8	1	50.10						4.65
	9	1	40.60						-4.85
	10	1	40.40						-5.05
Piso o nivel 4	463.70								
Fuerza Obtenida del elemento	C- 22	f'c= 352.51 kg/mc2							
Días de Vida del Edificio Nicolini	37,230 días								

$$\text{Media} = \frac{(463.70 - 40.40)}{9}$$

$$\text{Media} = 47.03$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 34.57$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \times \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 352.51$$

Fuente: Propia

Tabla N°33 – Elemento P-4-1 Piso 4

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>P-4-1</b>	1	1	30.00	30.60	34.66	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	25.47	259.74	-0.60
	2	1	30.40						-0.20
	3	1	30.20						-0.40
	4	1	40.10						9.50
	5	1	40.20						9.60
	6	1	30.80						0.20
	7	1	40.10						9.50
	8	1	40.00						9.40
	9	1	30.10						-0.50
	10	1	10.00						-20.60
Piso o nivel 4	321.90								
Fuerza Obtenida del elemento	P-4-1	f'c= 259.74 kg/mc2							
Días de Vida del Edificio Nicolini	37,230 días								

$$\text{Media} = \frac{(321.90 - 10)}{9}$$

$$\text{Media} = 34.66$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 25.47$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = F'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 259.74$$

Fuente: Propia

Tabla N°34– Elemento M-4-1 Piso 4

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>M-4-1</b>	1	1	30.10	30.05	28.16	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	20.69	211.02	0.05
	2	1	20.80						-9.25
	3	1	30.60						0.55
	4	1	20.20						-9.85
	5	1	40.00						9.95
	6	1	30.80						0.75
	7	1	30.00						-0.05
	8	1	20.80						-9.25
	9	1	30.10						0.05
	10	1	20.20						-9.85
Piso o nivel 4			273.60						
Fuerza Obtenida del elemento		M-4-1	f'c= 211.02 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini		37,230 días							

$$\text{Media} = \frac{(273.60 - 20.20)}{9}$$

$$\text{Media} = 28.16$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 20.69$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = F'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 211.02$$

Fuente: Propia

Tabla N°35 – Elemento C-10 Piso 5

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>C-10</b>	1	1	30.10	40.50	42.44	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	31.20	318.12	-10.40
	2	1	50.10						9.60
	3	1	50.40						9.90
	4	1	40.10						-0.40
	5	1	40.10						-0.40
	6	1	50.10						9.60
	7	1	40.80						0.30
	8	1	40.20						-0.30
	9	1	40.10						-0.40
	10	1	50.20						9.70
Piso o nivel 5			432.20						
Fuerza Obtenida del elemento		C- 4	f'c= 318.12 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini		37,230 días							

$$\text{Media} = \frac{(432.20 - 50.20)}{9}$$

$$\text{Media} = 42.44$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 31.20$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = F'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 318.12$$

Fuente: Propia

Tabla N°36 – Elemento C-27 Piso 5

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>C- 27</b>	1	1	30.10	40.60	37.19	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	27.33	278.73	-10.50
	2	1	40.60						0.00
	3	1	50.10						9.50
	4	1	30.80						-9.80
	5	1	40.60						0.00
	6	1	40.80						0.20
	7	1	50.10						9.50
	8	1	30.80						-9.80
	9	1	20.80						-19.80
	10	1	50.10						9.50
Piso o nivel 5			384.80						
Fuerza Obtenida del elemento	C- 27		f'c= 278.73 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini	37,230 días								

$$\text{Media} = \frac{(384.80 - 50.10)}{9}$$

$$\text{Media} = 37.19$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 27.33$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = F'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 278.73$$

Fuente: Propia

Tabla N°37 – Elemento C-29 Piso 5

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>C-29</b>	1	1	30.10	40.10	36.92	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	27.14	276.73	-10.00
	2	1	40.20						0.10
	3	1	30.80						-9.30
	4	1	30.10						-10.00
	5	1	40.20						0.10
	6	1	40.00						-0.10
	7	1	40.60						0.50
	8	1	50.10						10.00
	9	1	30.20						-9.90
	10	1	50.20						10.10
Piso o nivel 5			382.50						
Fuerza Obtenida del elemento		C- 29	f'c= 276.73 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini		37,230 días							

$$\text{Media} = \frac{(382.50 - 50.20)}{9}$$

$$\text{Media} = 36.92$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 27.14$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \times \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 276.73$$

Fuente: Propia

Tabla N°38 – Elemento P-5-1 Piso 5

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>P-5-1</b>	1	1	40.20	40.05	37.90	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	27.86	284.06	0.15
	2	1	30.00						-10.05
	3	1	40.10						0.05
	4	1	40.20						0.15
	5	1	40.00						-0.05
	6	1	40.00						-0.05
	7	1	40.10						0.05
	8	1	30.40						-9.65
	9	1	40.10						0.05
	10	1	40.00						-0.05
Piso o nivel 5			381.10						
Fuerza Obtenida del elemento		P-5-1	f'c= 284.06 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini		37,230 días							

$$\text{Media} = \frac{(381.10 - 40)}{9}$$

$$\text{Media} = 37.90$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 27.86$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = F'c \text{ (N/mm}^2\text{)} \times \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 284.06$$



Fuente: Propia

Tabla N°39 – Elemento M-5-1 Piso 5

Elemento	N° de Ensayo	N° de Disparos	Índice de Rebote	Mediana	Media	Cuadrícula de Ensayo	f'c (N/mm2)	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la Mediana
<b>M-5-1</b>	1	1	40.10	30.15	28.07	cuadrícula de 15cm x 10cm y espacio interno de cuadrados de 2.50 m	20.63	210.36	9.95
	2	1	20.10						-10.05
	3	1	30.10						-0.05
	4	1	20.10						-10.05
	5	1	20.60						-9.55
	6	1	30.20						0.05
	7	1	40.60						10.45
	8	1	20.40						-9.75
	9	1	30.40						0.25
	10	1	40.00						9.85
Piso o nivel 5			292.60						
Fuerza Obtenida del elemento		M-5-1	f'c= 210.36 kg/mc2						
Días de Vida del Edificio Nicolini		37,230 días							

$$\text{Media} = \frac{(292.60 - 40)}{9}$$

$$\text{Media} = 28.07$$

$$f'c \text{ (N/mm2)} = \text{Media} \times 0.735$$

$$f'c \text{ (N/mm2)} = 20.63$$

$$f'c \text{ (kg/cm2)} = F'c \text{ (N/mm2)} \frac{100}{9.80665}$$

$$f'c \text{ (kg/cm2)} = 210.36$$

**Fuente:** *Propia*

## Fuerzas Obtenidas

Como se aprecia en los cuadros se ha obtenido fuerzas variadas en cada elemento tomado con el esclerómetro, sea clasificado en la evaluación como columnas, losas o pisos y Pared, el cual nos han arrojado valores para tener las fuerzas por pisos recordando que el edificio Nicolini sufrió el evento por incendio y que en cada piso la energía de calor fue diferente, teniendo como mayor área de exposición la losa de techo ya que tiene mayor área en expansión en horizontal que estuvo expuesta, como lo podemos ver en la tabla N° 39, 40, 41.

**Tabla N°40 Resultados de  $F'c$  kg/cm<sup>2</sup>**

<b>Resultados de fuerza a compresión en columnas Piso 2</b>	
<b>Elemento</b>	<b><math>F'c=</math>kg/cm<sup>2</sup></b>
C-4	$f'c= 366.44$ kg/mc <sup>2</sup>
C-9	$f'c= 370.50$ kg/mc <sup>2</sup>
C-18	$f'c= 378.91$ kg/mc <sup>2</sup>
C-23	$f'c= 343.93$ kg/mc <sup>2</sup>
C-29	$f'c= 387.07$ kg/mc <sup>2</sup>
<b>Mediana</b>	$f'c= 370.50$ kg/mc <sup>2</sup>
<b>Resultados de fuerza a compresión en Piso o Losa Piso 2</b>	
<b>Elemento</b>	<b><math>F'c=</math>kg/cm<sup>2</sup></b>
P-2-1	$f'c= 286.47$ kg/mc <sup>2</sup>
P-2-2	$f'c= 287.31$ kg/mc <sup>2</sup>
<b>Mediana</b>	$f'c= 286.89$ kg/mc <sup>2</sup>

Fuente: *Propia*

**Tabla N°41 Resultados de F'c kg/cm2**

<b>Resultados de fuerza a compresión en columnas Piso 3</b>	
<b>Elemento</b>	<b>F'c=kg/cm2</b>
C-10	f'c= 294.72 kg/mc2
C-18	f'c= 230.59 kg/mc2
C-22	f'c= 259.57 kg/mc2
<b>Mediana</b>	f'c= 259.57 kg/mc2
<b>Resultados de fuerza a compresión en Piso o Losa Piso 3</b>	
<b>Elemento</b>	<b>F'c=kg/cm2</b>
P-3-1	f'c= 110.01 kg/mc2
<b>Resultados de fuerza a compresión en Pared Piso 3</b>	
<b>Elemento</b>	<b>F'c=kg/cm2</b>
M-3-1	f'c= 184.96 kg/mc2

Fuente: *Propia*

**Tabla N°42 Resultados de F'c kf/cm2**

<b>Resultados de fuerza a compresión en columnas Piso 4</b>	
<b>Elemento</b>	<b>F'c=kg/cm2</b>
C-17	f'c= 343.60 kg/mc2
C-18	f'c= 351.43 kg/mc2
C-22	f'c= 352.51 kg/mc2
<b>Mediana</b>	f'c= 351.43 kg/mc2
<b>Resultados de fuerza a compresión en Piso o Losa Piso 4</b>	
<b>Elemento</b>	<b>F'c=kg/cm2</b>
P-4-1	f'c= 259.74 kg/mc2
<b>Resultados de fuerza a compresión en Pared Piso 4</b>	
<b>Elemento</b>	<b>F'c=kg/cm2</b>
M-4-1	f'c= 211.02 kg/mc2

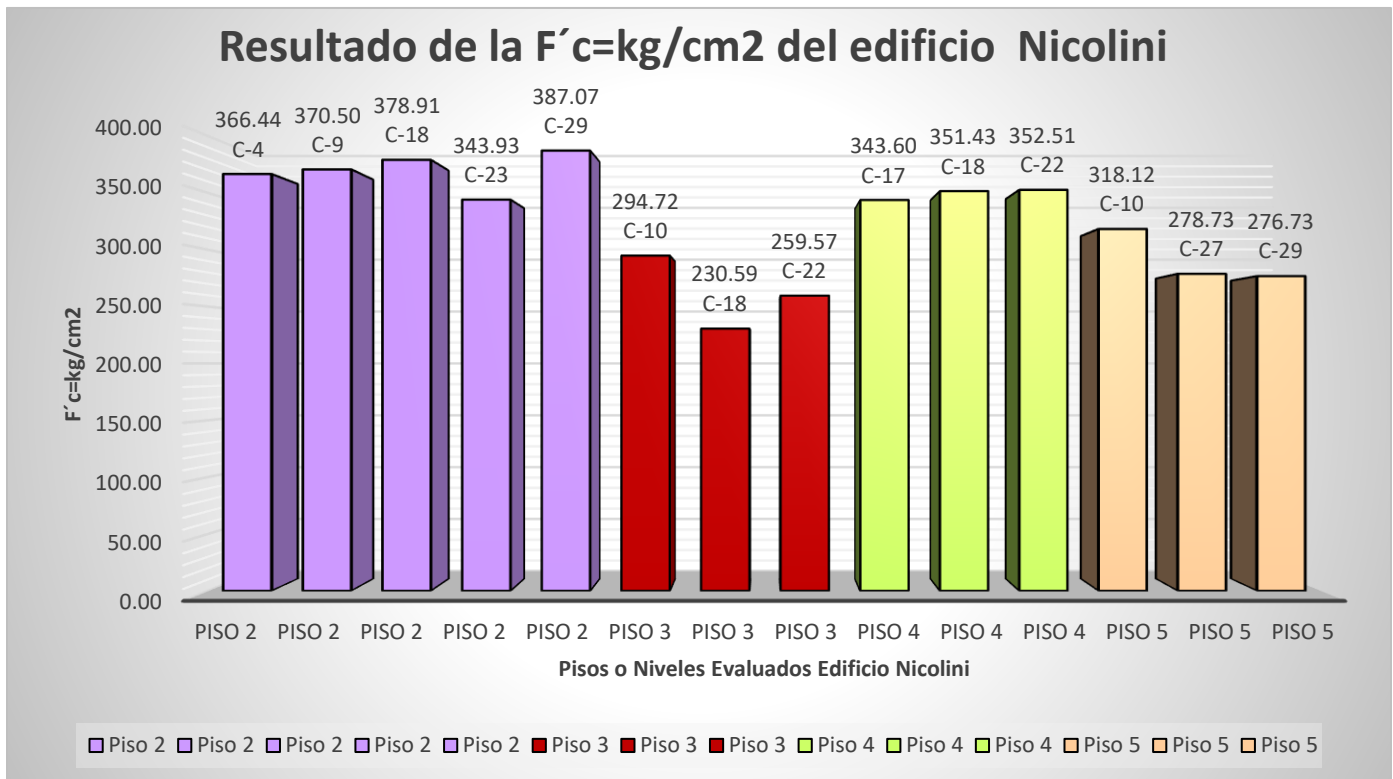
Fuente: *Propia*

Tabla N°42 Resultados de F'c kf/cm2

Resultados de fuerza a compresión en columnas Piso 5	
Elemento	F'c=kg/cm2
C-10	f'c= 318.12 kg/mc2
C-27	f'c= 278.73 kg/mc2
C-29	f'c= 276.73 kg/mc2
<b>Mediana</b>	<b>f'c= 351.43 kg/mc2</b>
Resultados de fuerza a compresión en Piso o Losa Piso 5	
Elemento	F'c=kg/cm2
P-5-1	f'c= 284.06 kg/mc2
Resultados de fuerza a compresión en Pared Piso 5	
Elemento	F'c=kg/cm2
M-5-1	f'c= 210.36 kg/mc2

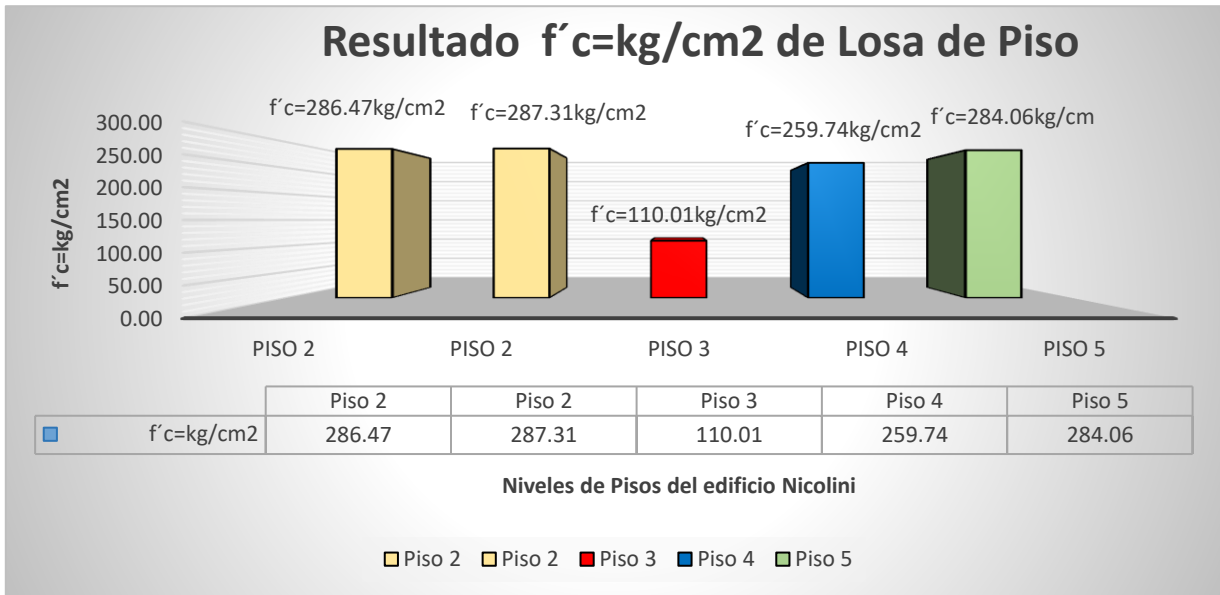
Fuente: Propia

Figura N°74 – Grafico de todas las f'c=kg/mc2 de Columnas



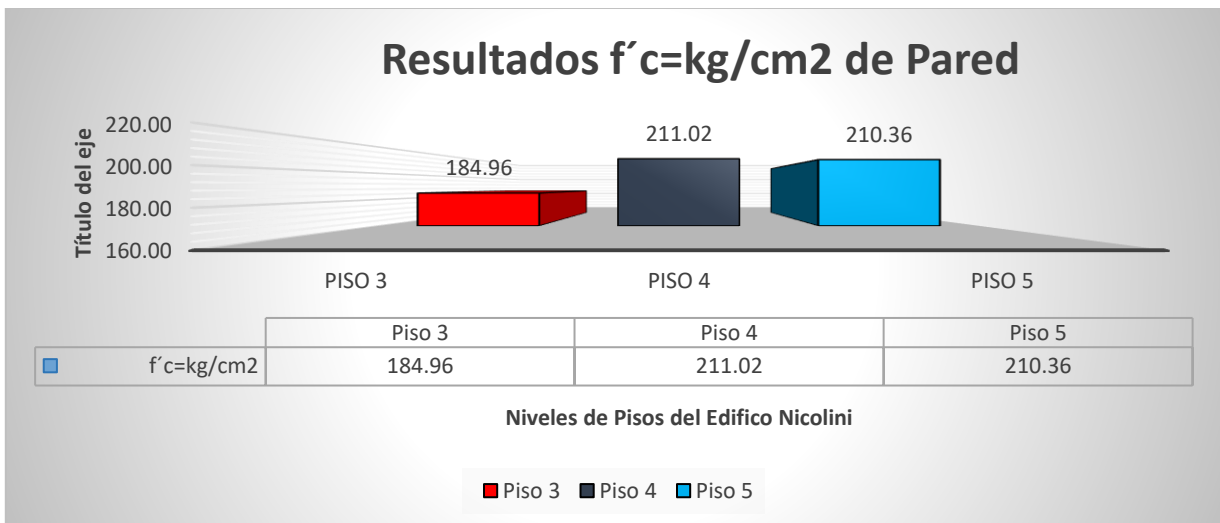
Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°75 – Grafico de todas las  $f'c=kg/mc2$  de Losa de Piso o Techo**



Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°76 – Grafico de todas las  $f'c=kg/mc2$  Pared**

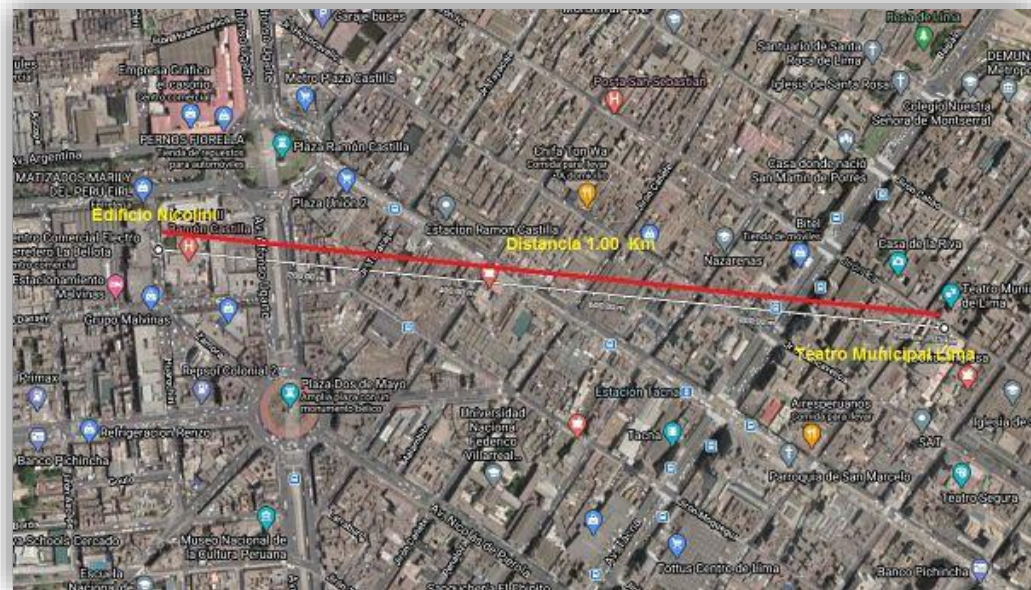


## 4.2 Análisis de Mecánica de Suelos

### 4.2.1 Objetivo del análisis de estudio

Para continuar con el trabajo de investigación se solicitó contar con un estudio de mecánica de suelo, sea tomado como referencia el estudio realizado por el CISMID (2009) con nombre de “Evaluación Estructural y Alternativa Reforzamiento del Teatro Municipal de Lima” ya que por el tema de la Pandemia del Covid - 19 y dificultades de movilización y seguridad de salud no sea podido realizar estos estudios, la distancia que hay entre el Teatro Municipal de Lima y el edificio Nicolini es de 1 Km. El cuál es el estudio más cerca al proyecto de investigación a desarrollar para tomarlo como referencia, ya que se encuentra en la misma zona sísmica Z- 4, en el estudio está considerado con Z-3 ya que el estudio se realizó (2009), el cual será hará corrección de actualización a la zona que se contempla ahora como Z-4, distancia de los dos puntos de referencia como se muestra en la imagen N° 50.

**Figura N°77 – Distancia del Edificio Nicolini y Teatro Municipal**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

Se tendrá como referencia del estudio de mecánica de suelo lo siguiente:

- a) Tener referencia el estudio geotécnico.
- b) Contar con los ensayos de caracterizaciones físicas.
- c) Tener referencia de la descripción de estrato de suelo.
- d) Calculo de capacidad portante admisible.
- e) Estimación de Asentamiento.

#### **4.2.2 Condiciones Climáticas**

La zona del proyecto es considerada como clima cálido y templado, pero también con ligeras lloviznas, la temperatura el cual es considerada como máximo en de 26° C esta información es considerada en los meses de verano y en los meses de invierno la temperatura llega hasta 14°C.

#### **Estudio geotécnico y de mecánica de suelo**

Se recopila como información del estudio de referencia que se realizó 01 calicata con una distancia de profundidad de 3.05m.

Los resultados del presente estudio determinaron que la capacidad portante para la cimentación de referencia desplantada es de 55cm por debajo del piso como nivel, su referencia es de 3.70kgf/cm<sup>2</sup>.

De referencia con el mapa de la zonificación sísmica del Perú, ya que el área de estudio está comprendida en la zona sísmica Z- 4 el cual está considerada como una zona sísmica de alta intensidad en el Perú, todo ello está contemplado en la Norma Técnica de Diseño Sismo – Resistente E-030 como menciona el reglamento Nacional de Construcciones en la presente norma.

El objetivo de la norma es establecer condiciones que se requiere como mínimas en el diseño sismoresistente en la edificación, la norma contempla los aspectos que se debe tener en consideración como simetría, el peso mínimo, ductilidad, continuidad estructural, resistencias adecuadas, deformación.



**Figura N°78 – “Territorio Nacional Dividido en cuatro Zonas sísmicas en el Perú”**



**Fuente:** Recopilada de la Norma E.030

**Figura N°79 – “El Factor de Zona”**

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

**Fuente:** Recopilada de la Norma E.030

En el estudio que sea tomado se describe que para el análisis sismo-resistente según el RNC se propone que se tenga en consideración que el suelo es de tipo S1 y el periodo  $T_p(s) = 0.4$  segundos y el factor de suelo se considera  $S=1.0$  como se visualiza en las tablas siguientes.

- “Factor de zona  $Z = 0.45$ ”

**Figura N°80 – “El Factor de Zona”**

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

**Fuente:** Recopilada de la Norma E.030

- “Factor de tipo suelo;  $S = 1.00$ ”

**Figura N°81 – “El Factor de Suelo”**

SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

**Fuente:** Recopilada de la Norma E.030

- Periodo –  $T = 0.4$

Figura N°82 – “Periodo “ $T_P$ ” y  $T_L$ ”

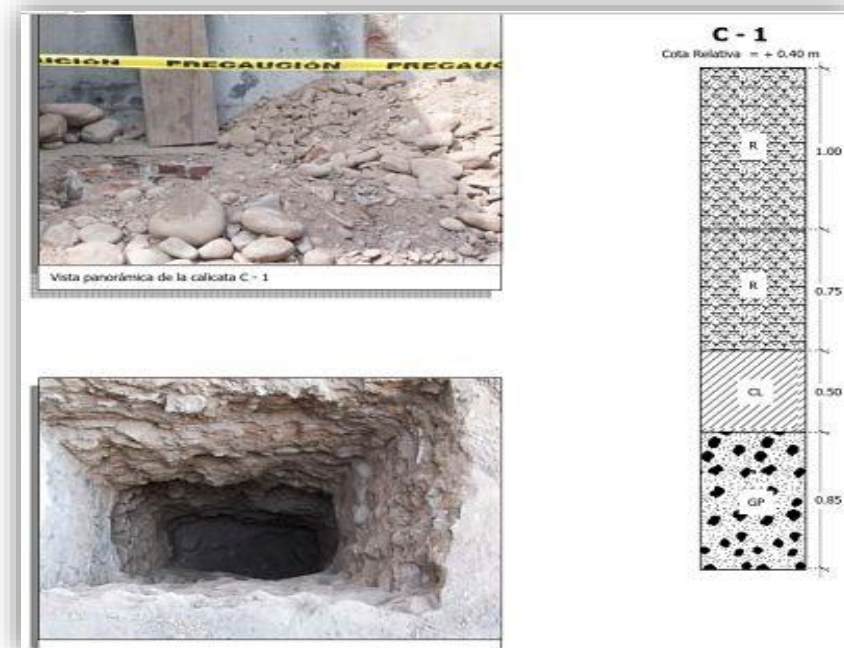
Tabla N° 4 PERÍODOS “ $T_P$ ” Y “ $T_L$ ”				
	Perfil de suelo			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$T_P$ (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L$ (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Recopilada de la Norma E.030

### Trabajos de campo Calicatas

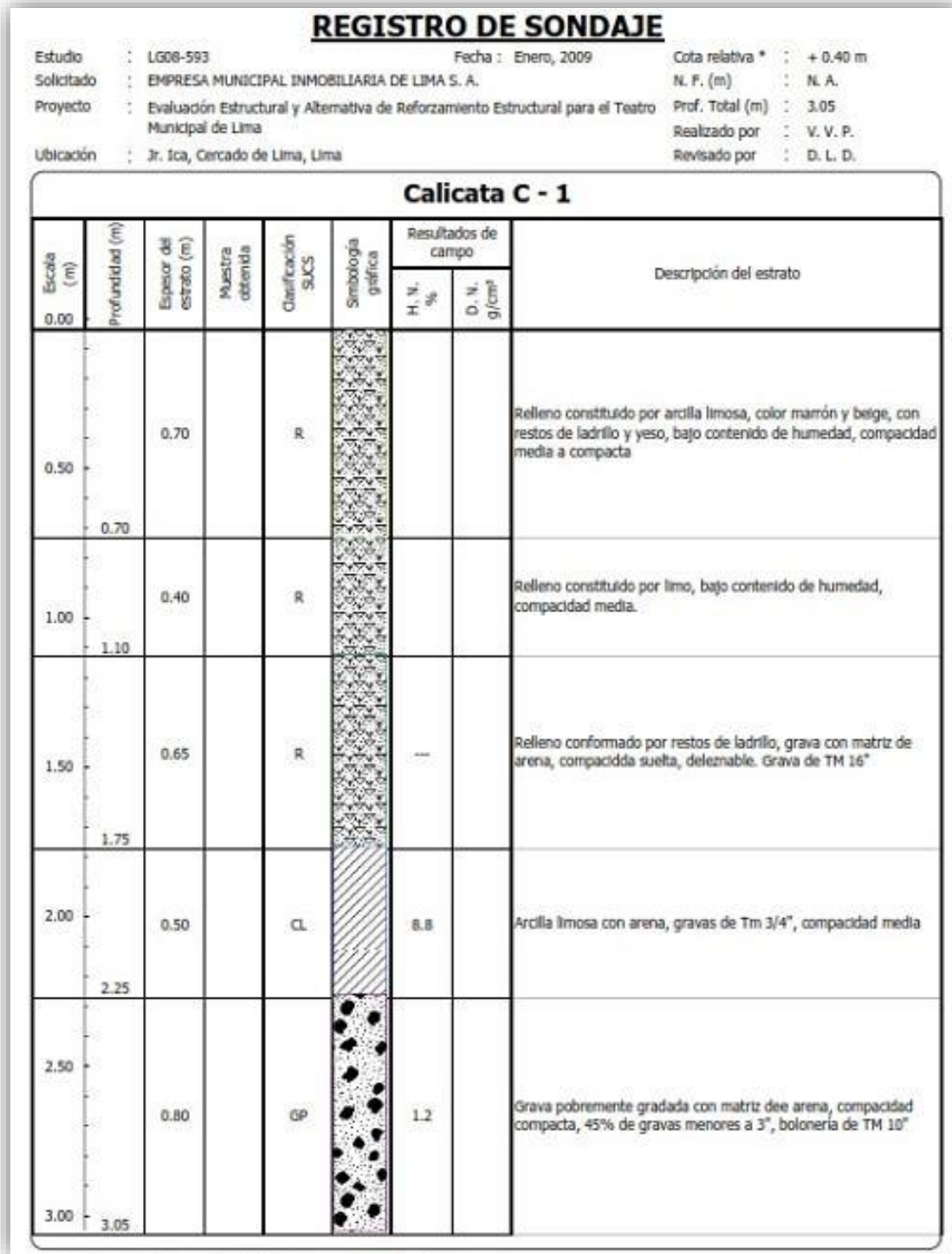
En el presente estudio tomado de mecánica de suelo se hace referencia, que se realizó una calicata de la siguiente dimensión de 3.05 m de profundidad.

Figura N°83 – “Calicata – C - 1”



Fuente: Recopilada CISMID.

Figura N°84 – “Perfil Estratigráfico – C - 1”



Fuente: Recopilada CISMID.

## Ensayos realizados características físicas

Los ensayos fueron realizados en el CISMID el cual se tomó en consideración en la granulometría por tamizado la norma; ASTM – D422 de la misma forma en el contenido de humedad se utilizó la norma; ASTM – D2216, que se recoge como información como se puede ver en la imagen N° 52.

**Figura N°85 – “Características Físicas”**

<b>ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS</b>		
Informe	: LG08-593	Fecha : Enero, 2009
Solicitante	: EMPRESA MUNICIPAL INMOBILIARIA DE LIMA S. A.	
Proyecto	: Evaluación Estructural y Alternativa de Reforzamiento Estructural para el Teatro Municipal de Lima	
Ubicación	: Jr. Ica, Cercado de Lima, Lima	
Sondaje	: C - 1	
Muestra	: M - 2	
Profundidad (m)	: 2.25 - 3.05	
<b>Granulometría por tamizado; ASTM - D422</b>		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	77.8
1½"	38.100	71.4
1"	25.400	55.2
¾"	19.050	46.6
3/8"	9.525	33.7
Nº 4	4.750	25.4
Nº 10	2.000	18.1
Nº 20	0.850	12.9
Nº 40	0.425	9.0
Nº 60	0.250	6.0
Nº 140	0.106	3.7
Nº 200	0.075	3.5
<b>Contenido de humedad; ASTM - D2216</b>		
Humedad	(%)	1.2
<b>Limites de consistencia</b>		
Límite Líquido	(%)	20
Límite Plástico	(%)	NP
Índice de Plasticidad	(%)	NP
Límite de Contracción	(%)	---
<b>Resultados de la granulometría por tamizado</b>		
Coefficiente de Uniformidad (Cu)		56.7
Coefficiente de Curvatura (Cc)		3.4
Grava [ Nº 4 < $\phi$ < 3" ]	(%)	74.6
Arena [ Nº 200 < $\phi$ < Nº 4 ]	(%)	21.9
Finos [ $\phi$ < Nº 200 ]	(%)	3.5
<b>Clasificación; ASTM - D2487 / D3282</b>		
A A S H T O : A-1a (0)		
S U C S : GP // Grava mal gradada con arena		

**Fuente:** *Recopilada CISMID.*

## Gráfico de Curva granulométrica

Se toma la información del CISMID donde se detalla la cura de granulometría obtenida del suelo a estudiar, se muestra la siguiente imagen N° 53.

Figura N°86 – “Curva de Granulometría”



Fuente: Recopilada CISMID.

## Perfil Estratigráfico

De acuerdo con la información tomada el perfil estratigráfico del área del terreno, superficialmente presenta una capa de matriz limo arenosa como relleno, pero a la vez con presencia de partes de yeso aislado, de la misma forma el color que presenta varía del marrón al beige, el cual presenta bajo contenido de humedad, de la misma forma baja plasticidad el cual su compactación considerada suelta a media. En promedio de profundidad de 2.25 metros sea encontrado suelos arcilla arenosa (CL) de estabilidad blanda con bajo contenido de humedad en el suelo.



Como también se menciona que la subyacente de grava gradada pobremente con matriz de arena, tiene la clasificación como (GP) son en este caso sub-redondeada las gravas el cual se presentan en porcentajes que esta entre el rango variable de 70% a 75%, también las arenas están presente en porcentajes variables de 11% a 20%, pero también se cuenta con un 6% de cantos rodados el cual comprenden en medida de 3" a 5" pulgadas, un 4% están compuestos de boleos entre 6" a 11" pulgadas y en menor porcentaje bloques de medida como máximo de 14" pulgadas, el color en este caso variara entre el color marrón a beige y en su capacidad tendrá una variación de compacidad en este caso de media a compacta.

### Datos obtenidos del estudio de suelo

- $q_{ult}$  Capacidad ultima de carga : 26.0 kg/cm<sup>2</sup>
- $q_{ad}$  Capacidad admisible de carga : 8.7 kg/cm<sup>2</sup>
- $\bar{\phi}$  Angulo de fricción : 38°
- $\bar{c}$  Cohesión : 0.00 kg/cm<sup>2</sup>
- $y_1$  Peso específico antes del desplante : 2.00g/cm<sup>3</sup>
- $y_2$  Peso específico debajo del desplante : 2.10g/cm<sup>3</sup>
- FS Factor de seguridad : 3.0
- B Ancho de zapata o cimiento corrido : 1.75 m.
- L Largo de cimentación : 1.75 m.
- $D_f$  Profundidad de la cimentación : 1 m

Figura N°87 - Formula para hallar  $q_{ult}$  y  $q_{ad}$

Se tiene:

$$q_{ult} = S_c C N_c + \frac{1}{2} S_\gamma \gamma_2 B N_\gamma + S_q \gamma_1 D_f N_q \quad (1)$$

$$q_{ad} = \frac{q_{ult}}{FS} \quad (2)$$

Fuente: Recopilada CISMID.

Los factores de la capacidad de carga que sea tomado del estudio han tenido en consideración la falla general según (Vesic, 1973), el cual se obtiene parámetros de la capacidad de la carga en este caso para un ángulo de fricción ( $\Phi$ ) el cual es igual a  $38^\circ$  ponemos los valores de referencia.

$$y_1 = 2.00 \text{ g/cm}^3 \quad D_f = 0.55 \text{ m.}$$

$$y_2 = 2.10 \text{ g/cm}^3 \quad B = 0.70 \text{ m.}$$

**Tabla N°43 – Resultados Obtenidos**

Tipo de cimentación	$D_f$ (m)	B (m)	$q_{ult}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$q_{ad}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Cuadrada	1.00	1.75	26.0	8.7
Corrida	0.55	0.70	11.1	3.7

Fuente Propia.

### Estimación de Asentamiento

Para el desarrollo de la cimentación se tendrá que calcular tomando en cuenta la teoría de elasticidad según (Lambe y Whitman, 1964) el cual se asume el esfuerzo neto transmitido es uniforme.

Formula de asentamiento elástico inicial será:

$$S = \frac{\Delta q_s B(1-u^2)I_W}{E_s}$$



Donde:

S = Asentamiento (cm)

$\Delta q_s$  = Esfuerzo transmisible neto es (kg/cm<sup>2</sup>)

B = El ancho de la cimentación (cm)

Es = El módulo de elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>)

$\mu$  = La relación de Poisson

$I_\omega$  = el factor de la influencia dependerá de la rigidez y forma de la cimentación.

Podemos mencionar que las propiedades elásticas en este caso del suelo y cimentación serán asumidas como inicio de la partida de la tabla expuesta con los valores que se tendrá para el tipo de suelo que se tiene como existente (GP) se puede de esta manera asumir un valor el cual se identificara como conservador de  $E = 800$  kg/cm<sup>2</sup> y un  $u = 0.15$ .

Por ello el asentamiento se analizó en consideración la profundidad en conjunto con el esfuerzo de carga, el cual se visualiza en la tabla N° 47

**Tabla N°44 – Resultados de Asentamiento**

<b>Q<sub>ad</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Rigidez</b>	<b><math>I_\omega</math> (cm/m)</b>	<b>B (m)</b>	<b>S (cm)</b>
3.7	Rígida Flexible	210	0.70	0.70
		254		0.80

**Fuente Propia.**

Obtendremos en base al estudio de referencia un asentamiento total de la grava en un aproximado de 0.80 cm, el cual es menor de ( $L/500 = 1.56$  cm) por ello no se tendrá problemas por asentamiento en el suelo, de acuerdo al informe obtenido.

El estudio de acuerdo con el mapa de zonificación sísmica del Perú, comprende en la zona sísmica Z-4, el cual está considerada como una zona de alta intensidad sísmica.

Por ello para el análisis sísmoresistente que se realizara en la edificación Nicolini, se recomienda según el RNC que se considere como suelo el tipo  $S_1$  el cual tiene un periodo de  $T_p (s) = 0.40$  seg, y un factor de suelo  $S = 1.0$

El presente estudio de mecánica de suelo está tomado solo como referencia ya que se encuentra dentro de la zona y a una distancia no mayor de un kilómetro como referencia general para el presente estudio.

### **4.3 Diseño de Mezcla**

El diseño de mezcla del concreto tiene un procedimiento, el cual están relacionados con pasos entre sí, para ello se tiene que conocer sus propiedades para de esta manera poder diseñar el concreto que se desea obtener en los dos estados como fresco y también como endurecido,

Para el diseño de concreto a trabajar se ha realizado en el laboratorio del LEM “Laboratorio de Ensayo de Materiales” de la facultad de Universidad Nacional de Ingeniería del Perú, en el desarrollo del diseño hemos tenido que tener dos puntos importantes para poder obtener el concreto deseado, los cuales son:

- Así como muy importante la selección de los materiales o ingredientes como (cemento, agregado fino y grueso, agua y también los aditivos)
- De la misma forma los cálculos para determinar las cantidades que serán relativas para el proporcionamiento y de esta manera tratar que el concreto sea económico posible, que tenga las cualidades siguientes, que tenga trabajabilidad, que su resistencia a compresión sea la que se quiere y sobre todo lo que se busca la durabilidad apropiada a buscar y el trabajo de investigación va en esa línea el cual se describirá en el presente trabajo de la investigación.

En base a estos puntos se desarrollará el diseño de concreto deseado para la investigación.

### Diseño del concreto patrón.

Primero desarrollaremos el diseño modelo patrón el cual se trabajará para luego experimentar con el agregado de lana de roca en % variados y contar con un concreto térmico para que pueda el concreto conservar en su interior su temperatura normal de esta manera brindar la protección al acero considerado como concreto armado, la fuerza que se desea obtener es de  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , se estructuró de la manera siguiente.

### Elección de materiales

El material utilizado se contempló ser adquiridos en establecimientos formales ya que estas instituciones comerciales tienen un parámetro de elección y clasificación de productos de calidad por ello los materiales adquiridos se realizó en SODIMAC los siguientes materiales.

**Tabla N°45 – Materiales**

Materiales Empleados		
N°	Material	Marca
1	Cemento	SOL 42.5 kg.
2	Agregado fino	Transtidec 40.0 kg.
3	Agregado Grueso	Transtidec 40.0 kg.
4	Agua	Agua potable de red UNI

**Figura N°88 – Materiales adquiridos**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

## Terminología empleada

Masa	= Cantidad de Material de un cuerpo
Peso Unitario	= Peso por unidad de volumen
Peso	= Fuerza

### Desarrollo del diseño de concreto

Se procedió a realizar el trabajo en el laboratorio del LEM para ello tenemos que trabajar con las normas con las cuales se tendrán en cuenta los procedimientos y herramientas a utilizar las normas empleadas son las siguientes.

#### Figura N°89 – ASTM / NTP

ASTM C29 / NTP 400 017. (1999). Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. Lima, Perú.

ASTM C566 / NTP 339 185. (2002). Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregado por secado. Lima, Perú.

ASTM C33 / NTP 400 037. (2014). Método para el huso de agregado fino y grueso. Lima, Perú.

**Fuente:** *Recopilada ASTM C29 / NTP 400.017 - ASTM C566. ASTM C33*

Se tendrá dos puntos principales los cuales son:

#### a) La Trabajabilidad

Lo que buscaremos en el diseño del concreto es que nos permita una adecuada colocación para de esta manera tener un equilibradas segregación y disolución o desangrado el cual deberá ser mínimo, de esta el material nos pueda permitir ser trabajable y moldeable en su textura.

#### b) La resistencia y durabilidad

Se buscará en el concreto patrón alcance la resistencia a compresión requerida de acuerdo con nuestro estudio la  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , las especificaciones nos darán

limitaciones en la relación máxima de agua/cemento (a/c) para contar con el contenido mínimo en este caso del cemento, para ello las edades y el curado serán un índice de información importante para saber las fuerzas que se irán desarrollando de acuerdo a los días y edades que tendrá el concreto, esperando llegar a los 28 días con la fuerza que se pretende obtener.

Lo que se pretenderá es que el concreto cumpla con los requisitos que deseamos como durabilidad, ya que el concreto será expuesto a varios eventos por fuego, resistencia al congelamiento como también al deshielo o también a los ataques químicos, las consideraciones se podría determinar limitaciones los cuales serían adicionales contempladas en la relación del agua cemento (a/c) por ello se ha tomado consideración que en el cemento se podrá adicionar el uso de aditivos para mejora del concreto a obtener.

**c) Requerimiento de información para el diseño de concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$**

Sea tomado en cuenta la siguiente información requerida en la elaboración.

- Análisis Granulométricos
- Propiedades Físicas
  - Módulo de fineza
  - Peso unitario suelto ( $\text{kg/m}^3$ )
  - Peso unitario compactado ( $\text{kg/m}^3$ )
  - Peso específico ( $\text{g/cm}^3$ )
  - Contenido de humedad (%)
  - Porcentaje de absorción (%)
  - Tamaño nominal máximo
  - % Agregado grueso
  - % Agregado fino

#### d) Cálculos tomados de acuerdo con la norma NTP 400.017

Los cálculos empleados están de acuerdo con la NPT 400.017 como lo establece en la pág. 5 y 6 donde establece lo siguiente.

Como hallar el Peso Unitario la norma menciona que para calcular el peso unitario el cual será compactado o suelto se tiene lo siguiente.

$$M = (G - T) / V$$

$$M = (G - T) / V$$

Donde:

M = Peso unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup> (lb/p<sup>3</sup>)

G = Peso del recipiente de media más el agregado en kg (lb)

T = Peso del recipiente de media en kg (lb)

V = Volumen de la medida en m<sup>3</sup> (p<sup>3</sup>)

F = Factor de la media en m<sup>-3</sup> (p<sup>-3</sup>)

La norma también establece que el peso unitario que será determinado por el método a ensayo será para obtener el agregado en condición seco, para ello se tendrá que calcular en este caso el peso unitario teniendo en cuenta la condición de la saturación con la superficie seca (SSS) el método calculara el peso unitario, aplicando la siguiente formula.

$$M_{SSS} = M [1 + (A/100)]$$

M<sub>SSS</sub> = El peso unitario en condición saturado en la superficie seco, en kg/m<sup>3</sup> (lb/p<sup>3</sup>)

A = Sera el porcentaje de la absorción del agregado el cual esta normado NTP 400.021 o también en la NTP 400.022.

#### 4.4 Procedimiento y resultados obtenidos para el diseño de concreto

Para el procedimiento del estudio se tuvo que tener varios pasos que realizar se tiene que contar con un equipo para el estudio los cuales son:

**Tabla N°49- Equipos de laboratorio**

Equipos	
N°	Equipos utilizados en la prueba
1	Balanza, sensible al 0.1% del peso de la muestra.
2	Recipiente cilíndrico o molde de volumen conocido
3	Varilla para enrasar de 5/8" x 60 cm de largo
4	Molde cilíndrico
5	2 bandejas
6	Horno con temperatura uniforme $110 \pm 5$ °C

**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

Siguiendo con el proceso para realizar el diseño de concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , el cual se maniobro de forma manual, la técnica a desarrollar en la investigación está dentro de los parámetros de la tesis, el cual es la observación visual.

#### **Peso unitario del agregado fino**

Se procedió a realizar el peso unitario del agregado fino compactado de acuerdo con la (NTP 400.017) según el orden siguiente.

- Se procedió con la toma de los agregados a utilizar, fino y grueso como se ve en la imagen N° 56.

**Figura N°70 – Materiales**



**Fuente Propia**

- Se llevó al horno los materiales entre agregado fino y grueso, por un periodo de 24 horas, la norma NTP 339.185.2002 establece que la temperatura tiene que ser de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

**Figuras N°71 – Materiales en el Horno**



**Fuente Propia**



- Después de haber sacado del horno el agregado fino y grueso y se separa en probetas diferentes para su llenado y luego realizar el cuarteo, se realizará el pisoneo con la varilla de 5/8" y de largo de 60 cm, los punzones o golpes serán de 25 golpes en tres tiempos con la varilla como se puede ver en la imagen 58,

**Figura N°72 – Llenado agregado F.**



**Figura N°73**



**Figura N°74**



**Figura N°75 – Llenado agregado G.**



**Figura N°76 – AG.**



**Figura N°77 – AG.**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

- Se tomará la selección de muestra para realizar el cuarteo considerado muestras opuestas, como se puede visualizar en la imagen siguiente.

**Figura N°78 – AF.**



**Figura N°79 – AF.**



**Figura N°80 – AF.**



**Figura N°81 – AF.**



**Fuente Propia:** *Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

#### 4.5 Granulometría del agregado fino

Se tendrá en cuenta los equipos utilizados en la prueba los cuales son los siguientes:

**Tabla N°50- Equipos de Granulometría**

Equipos	
N°	Equipos utilizados para la Granulometría
1	Balanza para el pesado.
2	Agitador electrónico para el zarandeo.
3	Cepillo de cerda y brocha.
4	Recipientes a utilizar en la granulometría.
5	Tamices 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y fondo.

**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

- Ya obtenida la cuarta como selección de muestra se toma
- Se tomó alrededor de 600.0 kg del agregado fino para la granulometría como se muestra en la imagen N°68.

**Figura N°82 – El peso del AF. Para la granulometría**



**Fuente Propia**

- Se toma el juego de tamices para realizar la granulometría de acuerdo con la NTP 400.012 como se muestra en la imagen N° 69.

**Figura N°83 – Tamices para la granulometría**



**Fuente Propia**

- Se toma la muestra seca del agregado fino pesado de los 600 kg, y se coloca en el juego de tamices y se agita en el equipo electrónico durante 3 minutos aproximados como se puede ver en la imagen N° 70.

**Figura N°84 – Proceso de (zarandeo o agitar) en equipo electrónico**



**Fuente Propia**

**Figura N°85 – Proceso por 3 minutos aproximado**



**Fuente Propia**



- Luego de haber sido zarandeado y concluido con el tamizado, se procede a realizar los pesos correspondientes de los retenidos en las diferentes mallas a trabajar, 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 incluyendo el fondo, como se muestra en las imágenes.

**Figura N°86 – Malla 3/8**



**Figura N°87 – Malla N°4**



**Figura N°88– Malla N°8**



**Figura N°89 – Malla N°16**



**Figura N°90 – M. N°30**



**Figura N°91 – M. N°50**



**Figura N°92 – M. N°50**



**Fuente Propia**

- Imágenes del agregado obtenido por granulometría.

**Figura N°93 – Agregados por granulometría**



**Fuente Propia**

- Tabla de los pesos obtenidos.

**Tabla N°51- Pesos obtenidos**

<b>Pesos</b>		
<b>N°</b>	<b>Malla</b>	<b>Pasa en Kg</b>
1	3/8"	15.2
2	N°4	74.7
3	N°8	133.3
4	N°16	120.5
5	N°30	92.1
6	N°50	68.0
7	N°100	97.7

**Fuente Propia**

- Resultados de análisis granulométricos obtenidos como se visualiza.

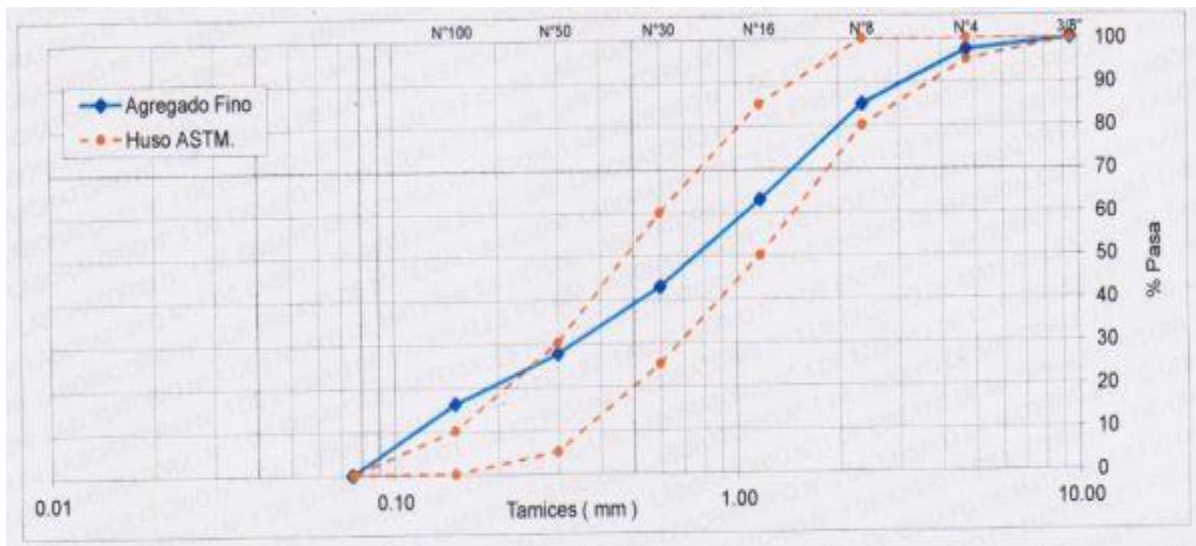
**Tabla N°52 – Análisis Granulométrico**

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C33 HUSO AGR. FINO
(Pulg)	(mm)				
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	100
N°4	4.75	2.5	2.5	97.5	95 - 100
N°8	2.36	12.5	15.0	85.0	80 - 100
N°16	1.18	22.0	37.0	63.0	50 - 85
N°30	0.60	20.1	57.1	42.9	25 - 60
N°50	0.30	15.4	72.4	27.6	5 - 30
N°100	0.15	11.3	83.8	16.3	0.10
FONDO		16.3	100.0	0.0	

Fuente Propia

- Gráfico de granulometría del agregado fino como se muestra en la imagen.

**Figura N°94 – Gráfico de granulometría del agregado fino**



Fuente Propia



- Procedimiento hallara el contenido de humedad en el agregado fino como se visualiza en la imagen.

**Figura N°95 – Agregado F.**



**Fuente Propia**

**Figura N°96 – Agregado sumergido F. agua**



**Fuente Propia**

- Se obtiene los siguientes resultados de las propiedades físicas del agregado fino, norma NTP 339 183 (2002).

**Tabla N°53 – Propiedades Físicas**

<b>Propiedades Físicas del Agregado Grueso</b>	
Módulo de Fineza	2.68
Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1692
Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1921
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.73
Contenido de Humedad (%)	3.07
Porcentaje de Absorción (%)	1.58

**Fuente Propia**

#### 4.6 Granulometría del agregado grueso

Se realizará el siguiente procedimiento de la granulometría del agregado grueso, el cual tiene los mismo paso que el agregado fino los cuales son.

- Sea realizado el cuarteo del agregado grueso como se muestra en la imagen.

**Figura N°97 – Agregado grueso cuarteo**



**Fuente Propia**

- Se sigue con el proceso del zarandeo en el equipo electrónico por un periodo de 3 minutos aproximados.

**Figura N°98 – Proceso de (zarandeo o agitar) en equipo electrónico**



**Fuente Propia**

- Resultados de análisis granulométricos del agregado grueso obtenidos como se visualiza en la tabla.

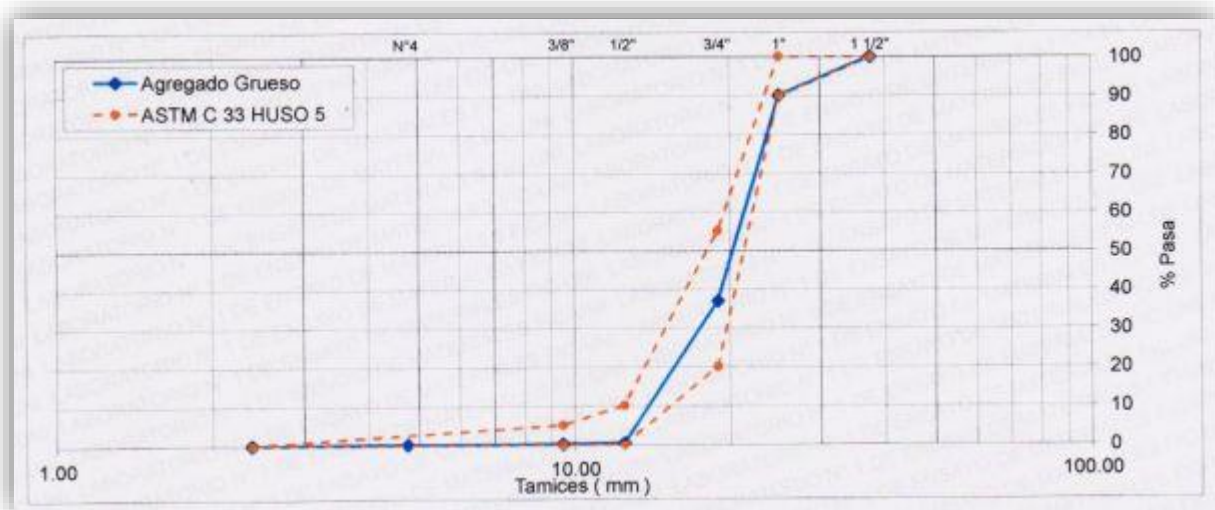
**Tabla N°54 – Análisis Granulométrico**

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	% PASA. ASTM C33 HUSO AGR. FINO
(Pulg)	(mm)				
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	10.0	10.0	90.0	90 - 100
3/4"	19.00	53.0	63.0	37.0	20 - 55
1/2"	12.50	36.5	99.6	0.4	0 - 10
3/8"	9.50	0.2	99.8	0.2	0 - 5
N°4	4.75	0.0	99.9	0.1	-
Fondo		0.1	100.0	0.0	

Fuente Propia

- Gráfico de granulometría del agregado Grueso como se muestra en la imagen.

**Figura N°99 – Gráfico de granulometría del agregado grueso**



Fuente Propia

- Se obtiene los siguientes resultados de las propiedades físicas del agregado grueso, norma NTP 339 183 (2002).

**Tabla N°55 – Propiedades Físicas**

<b>Propiedades Físicas del Agregado Grueso</b>	
Módulo de Fineza	7.62
Peso Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1429
Peso Unitario Compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1574
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.76
Contenido de Humedad (%)	0.48
Porcentaje de Absorción (%)	0.82

**Fuente Propia**

- Se procede a mostrar las características del agregado en global como se muestra en la TABLA N° 56

**Tabla N°56 – Análisis granulométrico global**

<b>TAMIZ</b>		<b>%</b>	<b>% RET.</b>	<b>%</b>
<b>(Pulg)</b>	<b>(mm)</b>	<b>RET.</b>	<b>ACUM.</b>	<b>PASA</b>
<b>1 ½"</b>	37.50	0.0	0.0	100.0
<b>1"</b>	25.00	5.0	5.0	95.0
<b>¾"</b>	19.00	26.3	31.3	68.7
<b>½"</b>	12.50	18.2	49.3	50.5
<b>3/8"</b>	9.50	0.1	49.6	50.4
<b>N°4</b>	4.75	1.3	50.9	49.1
<b>N°8</b>	2.36	6.3	57.2	42.8
<b>N°16</b>	1.18	11.1	68.2	31.8
<b>N°30</b>	0.60	10.1	78.3	21.7
<b>N°50</b>	0.30	7.7	86.1	13.9
<b>N°100</b>	0.15	5.7	91.8	8.2
<b>FONDO</b>		8.2	100.0	0.0

**Fuente Propia**

#### 4.7 Diseño de mezcla final ( $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ ) cemento Sol tipo I

Prosiguiendo con el diseño de concreto a la fuerza compresión  $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ , se tiene los siguientes pasos.

- Se realizó la mezcla del concreto diseñado como se muestra en las imágenes siguientes.

**Figura N°100 – Mezclado**



**Figura N°101 – Toma del material**



**Figura N°102 – Cono de abrams**



**Figura N°103 – Chuseo**



**Figura N°104 – medición Slump**



**Fuente Propia**

- Se describe los resultados del diseño de mezcla general por medio de tablas.
- Características generales como se visualiza en la tabla N° 57

**Tabla N°58 – Características generales del diseño**

<b>Característica general</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Valores</b>
Denominación	F´c=210 kg/cm <sup>2</sup>
Asentamiento	1" – 2"
Relación a/c de diseño	0.66
Relación a/c de obra	0.63
Proporciones de diseño	1 : 2.63 : 2.62
Proporciones de obra	1 : 2.71 : 2.63

**Fuente Propia**

- Se obtuvo cantidad de materiales de diseño por m<sup>3</sup> de concreto como se muestra en la siguiente tabla N° 58.

**Tabla N°59 – Cantidad de material m<sup>3</sup> de concreto**

<b>Cantidad de material diseño por m<sup>3</sup> de concreto</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Valores</b>
Cemento	342 Kg.
Arena	898 Kg.
Piedra	895 Kg.
Agua	225 L.

**Fuente Propia**

- De la misma manera se obtuvo la cantidad de materiales por m<sup>3</sup> de concreto en obra como se visualiza en la tabla N° 59.

**Tabla N°60 – Cantidad de material m<sup>3</sup> de concreto en obra**

<b>Cantidad de material diseño por m<sup>3</sup> de concreto en obra</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Valores</b>
Cemento	342 Kg.
Arena	925 Kg.
Piedra	899 Kg.
Agua	215 L.

**Fuente Propia**

- Se determina la cantidad de material por bolsa de cemento en obra como se visualiza en la tabla siguiente N°60.

**Tabla N°61 – Cantidad de material por bolsa de cemento en obra**

<b>Cantidad de material diseño por bolsa de cemento en obra</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Valores</b>
Cemento	42.50 Kg.
Arena	115.07 Kg.
Piedra	111.83 Kg.
Agua	26.77 L.

**Fuente Propia**

- Se determina las proporciones aproximadas en volumen como se muestra en la tabla siguiente.

**Tabla N°62 – Proporción aprox. - en volumen**

<b>Proporciones aproximadas en volumen</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Piedra</b>
Cemento	1	2.40	2.76
Agua	26.77	L/bolsa	

**Fuente Propia**

#### **4.8 Diseño de concreto con agregado de lana de roca ( $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ )**

Se cuenta con él con el concreto patrón, el cual es la base para ahora realizar la incorporación del agregado de lana de roca, en la búsqueda de tesis como referencia no sea encontrado otro estudio en el cual se pueda mencionar la combinación de porcentaje % de lana de roca como incorporación con el concreto, es por ello que se tomara los siguientes porcentajes del 4%, 8%, 12% y 16% del agregado de lana de roca, su estado en lo físico del material se presenta en fibras teniendo volumen de

esponjamiento, la presentación es de 10 kg por bolsa, la incorporación de la lana de roca será en el agregado grueso.

Se toma la tabla del peso por kg por m<sup>3</sup> del diseño del concreto en obra para tener los valores a trabajar en la dosificación con la lana de roca.

**Tabla N°63 – Peso material por m<sup>3</sup> de concreto en obra**

Peso por Kg/m <sup>3</sup> de Concreto en Obra			
N°	Agregados	Diseño	Unidad
1	Cemento	342	Kg.
2	Arena	925	Kg.
3	Piedra	899	Kg.
4	Lana de roca	0.00	Kg.
5	Agua	215	Lt.
Total de peso kg/m <sup>3</sup>		2381	Kg.

**Fuente Propia**

### **Medidas del molde cilíndrico**

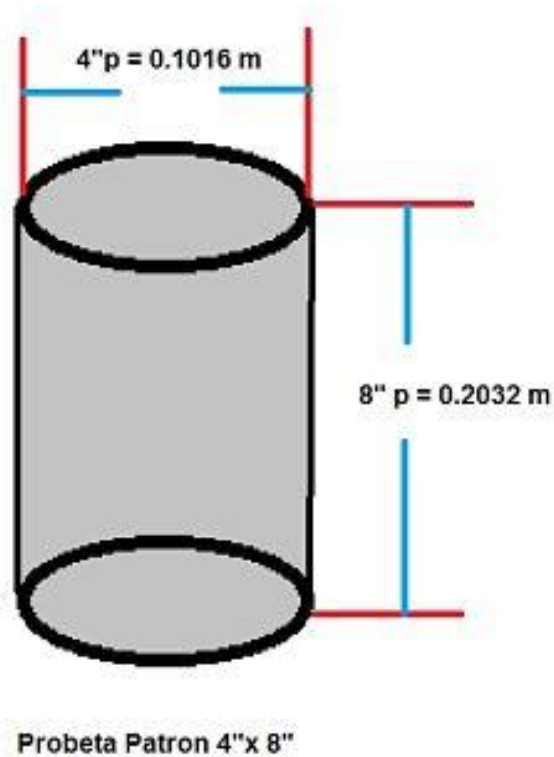
Teniendo en consideración la norma a utilizar para los ensayos de prueba nos sostenemos bajo la norma NTP 339 034 (2015)

La población total es de 65 probetas ya que se planteó como muestras probabilísticas estratificadas proporcional se calculó 8 muestras de probetas por cada % que se utilizara de lana de roca.

Dimensión de la probeta a utilizar como se muestra en la imagen N°91



Figura N° 105 – Dimensión de la probeta



Fuente Propia

Hallaremos el valor del volumen de la probeta cilíndrica, tomamos la siguiente formula.

$$V = \pi r^2 * h$$

Resolviendo:

$$V = 3.1416 \times (0.0508 \text{ m})^2 * 0.2016 \text{ m}$$

$$V = 3.1416 \times 0.00258064 \text{ m}^2 \times 0.2016 \text{ m}$$

$$V = 0.00163443946 \text{ m}^3$$

Teniendo el valor de volumen por probeta multiplicaremos por la cantidad de la población total de 65 probetas y factor de seguridad, para obtener el valor global del

volumen total m<sup>3</sup>, se realizará la siguiente operación, se multiplicar el volumen (V) por probeta, por la cantidad de probetas (CP) y por el factor de seguridad (FS).

$$V \times CP \times FS = 0.00163443946 \text{ m}^3 \times 65 \times 1.3$$

Total, del volumen de las 65 probetas incluido el factor de seguridad.

$$\text{Volumen total} = 0.1381101344 \text{ m}^3$$

Cantidad de materiales a utilizar en la población total, se describe en la siguiente tabla.

**Tabla N°64 – Cantidad de Materiales a Utilizar en la Población total de 65 Probetas**

Cantidad de Material a Utilizar Para la 65 Probetas				
N°	Agregados	Diseño	V. total de los 65 probetas	Total Kg.
1	Cemento	342	0.138	47.2
2	Arena AF.	925	0.138	127.65
3	Piedra AG.	899	0.138	124.06
4	Agua	215	0.138	29.67
Total Kg.				328.58

**Fuente Propia**

#### **Diseño del concreto en la mezcla con lana de roca al 4%**

Teniendo los valores por kilogramo de cada agregado procederemos a hallar el cálculo de la cantidad de valor de las muestras a ensayar y la incorporación de lana de roca el cual esta divididos en 5 grupos cada grupo de 13 probetas, los grupos se diferenciarán por el porcentaje de lana de roca a incorporarse de 4%, 5%, 12% y 16% más el diseño concreto patrón que se tendrá como base

Se tomará la formula ya empleado pero esta vez se calculará con 13 probetas cual conforma un grupo de los 5 grupos que hacen un total de las 65 probetas.

$$V \times CP \times FS = 0.00163443946 \text{ m}^3 \times 13 \times 1.3$$

Total, del volumen de las 8 probetas incluido el factor de seguridad.

$$\text{Volumen total} = 0.02762202687 \text{ m}^3$$

Cantidad de materiales a utilizar se describe en la siguiente tabla.

**Tabla N°65 – Cantidad de material a utilizar por grupo de muestra de 13 P.**

Cantidad de Material a Utilizar Para la 13 Probetas				
N°	Agregados	Diseño	V. total de los probetas	Total Kg.
1	Cemento	342	0.027622	9.44
2	Arena AF.	925	0.027622	25.55
3	Piedra AG.	899	0.027622	24.83
4	Agua	215	0.027622	5.93
Total Kg.				65.75

Fuente Propia

#### Calculo de 4% de agregado de lana de roca

Se calcula 4% del peso total del AG que es 100% en su valor en peso de las 13 probetas, para obtener un agregado más en la mezcla y restar al AG el porcentaje obtenido del 4% e incorporar la lana de roca.

Hallamos:

$$\text{Peso del 4\%} = (24.83 \times 4) / 100 = 0.99 \text{ kg}$$

El 4% en peso será del 0.99 kg por cada grupo de 13 probetas, la tabla será de la siguiente manera.

**Tabla N°66 – Diseño de concreto 4% con agregado de lana de roca**

Cantidad de Material al 4% de Lana de Roca para 13 probetas		
N°	Agregados	Total kg.
1	Cemento	9.44
2	Arena AF.	25.55
3	Piedra AG.	23.84
4	Lana de Roca	0.99
5	Agua	5.93

**Fuente Propia**

#### **Calculo de 8% de agregado de lana de roca**

Se calcula 8% del peso total del AG que es 100% en su valor en peso de las 13 probetas, para obtener un agregado más en la mezcla y restar al AG el porcentaje obtenido del 8% e incorporar la lana de roca.

Hallamos:

$$\text{Peso del 8\%} = (24.83 \times 8) / 100 = 1.98 \text{ kg}$$

El 8% en peso será del 1.98kg por cada grupo de 13 probetas, la tabla será de la siguiente manera.

**Tabla N°67 – Diseño de concreto 8% con agregado de lana de roca**

Cantidad de Material al 8% de Lana de Roca para 13 probetas		
N°	Agregados	Total kg.
1	Cemento	9.44
2	Arena AF.	25.55
3	Piedra AG.	22.85
4	Lana de Roca	1.98
5	Agua	5.93

**Fuente Propia**

#### **Calculo de 12% de agregado de lana de roca**

Se calcula 12% del peso total del AG que es 100% en su valor en peso de las 13 probetas, para obtener un agregado más en la mezcla y restar al AG el porcentaje obtenido del 12% e incorporar la lana de roca.

Hallamos:

$$\text{Peso del 12\%} = (24.83 \times 12) / 100 = 2.97\text{kg}$$

El 12% en peso será del 2.97kg por cada grupo de 13 probetas, la tabla será de la siguiente manera.

**Tabla N°68 – Diseño de concreto 12% con agregado de lana de roca**

Cantidad de Material al 12% de Lana de Roca para 13 probetas		
N°	Agregados	Total kg.
1	Cemento	9.44
2	Arena AF.	25.55
3	Piedra AG.	21.86
4	Lana de Roca	2.97
5	Agua	5.93

**Fuente Propia**

#### **Calculo de 16% de agregado de lana de roca**

Se calcula 16% del peso total del AG que es 100% en su valor en peso de las 13 probetas, para obtener un agregado más en la mezcla y restar al AG el porcentaje obtenido del 16% e incorporar la lana de roca.

Hallamos:

$$\text{Peso del 16\%} = (24.83 \times 16) / 100 = 3.97\text{kg}$$

El 16% en peso será del 3.97kg por cada grupo de 13 probetas, la tabla será de la siguiente manera

**Tabla N°69 – Diseño de concreto 16% con agregado de lana de roca**

Cantidad de Material al 16% de Lana de Roca para 13 probetas		
N°	Agregados	Total kg.
1	Cemento	9.44
2	Arena AF.	25.55
3	Piedra AG.	20.86
4	Lana de Roca	3.97
5	Agua	5.93

**Fuente Propia**

#### **4.9 Elaboración de probetas**

Se utilizaron los siguientes equipos de medición y herramientas para la elaboración de las probetas como se contemplan en las imágenes siguientes.

**Figura N°106 – Equipos y herramientas**



**Fuente Propia**

Se procederá a la elaboración de las 65 probetas como población total dividido en 5 grupos de 13 probetas cada grupo, se trabajó solo con una medida como molde en las siguientes medidas de 4" x 8" contempladas para este ensayo en la NPT 339 034 (2015) se muestra la imagen de un grupo de moldes de las probetas que serán utilizados como muestra de la presente investigación.

**Figura N°107 – Moldes de las probetas**



**Fuente Propia**

Para trabajar con la lana de roca se tuvo que realizar el molido de la fibra, de esta manera será más trabajable buscando un mezclado homogéneo con los agregados, como se puede visualizar en la imagen al material en estado natural como fibra y luego como grano molido.

**Figura N°108 – LR. Fibra**



**Figura N°110 – LR. Molido**



**Figura N°109 – LR mezclado con AF y AG**



**Fuente Propia**



Materiales de los agregados a usar se procedió a preparar el diseño de concreto, como primer paso fue el pesado de cada agregado que será parte del material, el llenado del concreto en las probetas y curado como se visualiza en las imágenes.

**Figura N°111 – Materiales**



**Figura N°112 – AG.**



**Figura N°113 – AF.**



**Figura N°114 – Llenado de agregado.**



**Figura N°115 – Apisonado**

**Figura N°115–Probetas      Figura N°116– C.**



**Fuente Propia**

Siguiendo con el trabajo se describirá las tablas de la elaboración de las probetas con códigos y dosificación de lana de roca como se mostrarán en las siguientes tablas.

**Tabla N°70 – “Fecha de elaboración de la población total de las probetas”**

<b>Población total de las probetas</b>				
<b>N° CP</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fecha de Elaboración</b>	<b>% de LR.</b>	<b>Fecha de Desencofrado</b>
CP - 1	13	20/10/20	0 %	22/10/20
CP - 2	13	20/10/20	4 %	22/10/20
CP - 3	13	20/10/20	8 %	22/10/20
CP - 4	13	20/10/20	12 %	22/10/20
CP - 5	13	20/10/20	16 %	22/10/20
<b>Total</b>	<b>65</b>			

Fuente Propia

**Tabla N°71 – “Cantidad de las probetas hacer sometidas F´c”**

<b>Total de las probetas para los Ensayos F´c.</b>				
<b>N° CP</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fecha de Elaboración</b>	<b>% de LR.</b>	<b>Fecha de Desencofrado</b>
CP - 1	8	20/10/20	0 %	22/10/20
CP - 2	8	20/10/20	4 %	22/10/20
CP - 3	8	20/10/20	8 %	22/10/20
CP - 4	8	20/10/20	12 %	22/10/20
CP - 5	8	20/10/20	16 %	22/10/20
<b>Total</b>	<b>40</b>			

Fuente Propia

En esta etapa se realizó los ensayos fuerza a la compresión también en el laboratorio de LEM en la UNI, para luego describir en la tabla los resultados obtenidos se adjunta imágenes de los ensayos en laboratorio.

**Figura N°117 – Grupo de Probetas**



**Fuente Propia**

**Figura N°118 – Código de ensayo F'c.**



**Fuente Propia**

**Figura N°119 – Sometido a fuego**



**Fuente Propia**

**Figura N°120 – Sometido a fuego**



**Fuente Propia**



Figura N°121 – Maquina. Figura N°122 – Toma de M. Figura N°123 – Rotura.



Figura N°124 – Rotura. Figura N°125 – Rotura. Figura N°126 – Rotura.



Figura N°127 – Rotura. Figura N°128 – Rotura. Figura N°129 – Rotura



Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Fisura N°130 – Fracturas.**



**Fisura N°131 – Fracturas.**



**Fisura N°132 – Fracturas.**



**Fisura N°133 – Fracturas.**



**Fisura N°134 – Fracturas.**



**Fisura N°135 – Fracturas.**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

Los ensayos a fuerza a compresión en laboratorio del LEM fue realizado con la máquina de ensayo uniaxial de marca ELE INTERNACIONAL con Certificado de Calibración: CMC-021-2020, de la misma forma la referencia de la norma usada en los parámetros es NTP 339 034 (2015) en los ensayos de las probetas cilíndricas de concreto, las tablas de los resultados se han clasificado de la siguiente manera.

### Ensayo de la F'c. a los 7 días de curado

**Tabla N°72 – “Resultado de ensayo a los 7 días de curado”**

Detalles de Identificación de las Muestras, Área y Carga de Rotura			
N° CP	Identificación de Muestras	Área (cm <sup>2</sup> ) de La Probeta	Carga de Rotura (Kg)
CP-1	Columna	81.5	21506
CP-2	Columna	83.9	20658
CP-3	Columna	81.3	17756
CP-4	Columna	80.9	8816
CP-5	Columna	82.0	8806

Fuente Propia

**Tabla N°73 – “Resultado de ensayos a los 7 días de curado, tipo de fallas”**

Fuerza alcanzadas en los ensayos a compresión								
N° CP	Cantidad	Fecha de Elaboración	% de LR.	Fecha de Desencofrado	Días de Curado	Fecha de Ensayo F'c	Resultado De F'c	Tipo de Falla
CP - 1	1	20/10/20	0 %	22/10/20	7	27/10/20	264	Tipo 3
CP - 2	1	20/10/20	4 %	22/10/20	7	27/10/20	246	Tipo 3
CP - 3	1	20/10/20	8 %	22/10/20	7	27/10/20	218	Tipo 2
CP - 4	1	20/10/20	12 %	22/10/20	7	27/10/20	109	Tipo 3
CP - 5	1	20/10/20	16 %	22/10/20	7	27/10/20	105	Tipo 3
<b>Total</b>	<b>5</b>							

Fuente Propia

## Ensayo de la F<sup>c</sup>. a los 14 días de curado

**Tabla N°74 – “Resultado de ensayo a los 14 días de curado”**

Detalles de Identificación de las Muestras, Área y Carga de Rotura			
N° CP	Identificación de Muestras	Área (cm <sup>2</sup> ) de La Probeta	Carga de Rotura (Kg)
CP-1	Viga	81.0	27775
CP-2	Viga	81.3	26329
CP-3	Viga	81.1	24374
CP-4	Viga	81.2	12950
CP-5	Viga	82.3	10089

Fuente Propia

**Tabla N°75 – “Resultado de ensayos a los 14 días de curado, tipo de fallas”**

Fuerza alcanzadas en los ensayos a comprensión								
N° CP	Cantidad	Fecha de Elaboración	% de LR.	Fecha de Desencofrado	Días de Curado	Fecha de Ensayo F <sup>c</sup>	Resultado De F <sup>c</sup>	Tipo de Falla
CP - 1	1	20/10/20	0 %	22/10/20	14	03/11/20	343	Tipo 2
CP - 2	1	20/10/20	4 %	22/10/20	14	03/11/20	324	Tipo 3
CP - 3	1	20/10/20	8 %	22/10/20	14	03/11/20	301	Tipo 3
CP - 4	1	20/10/20	12 %	22/10/20	14	03/11/20	159	Tipo 2
CP - 5	1	20/10/20	16 %	22/10/20	14	03/11/20	123	Tipo 3
<b>Total</b>	<b>5</b>							

Fuente Propia



## Ensayo de la F'c. a los 28 días de curado

**Tabla N°76 – “Resultado de ensayo a los 28 días de curado”**

Detalles de Identificación de las Muestras, Área y Carga de Rotura			
N° CP	Identificación de Muestras	Área (cm <sup>2</sup> ) de La Probeta	Carga de Rotura (Kg)
CP-1	Columna	81.6	26511
CP-2	Columna	80.0	29877
CP-3	Columna	79.2	25751
CP-4	Columna	80.9	14811
CP-5	Columna	79.1	11537

Fuente Propia

**Tabla N°77 – “Resultado de ensayos a los 28 días de curado, tipo de fallas”**

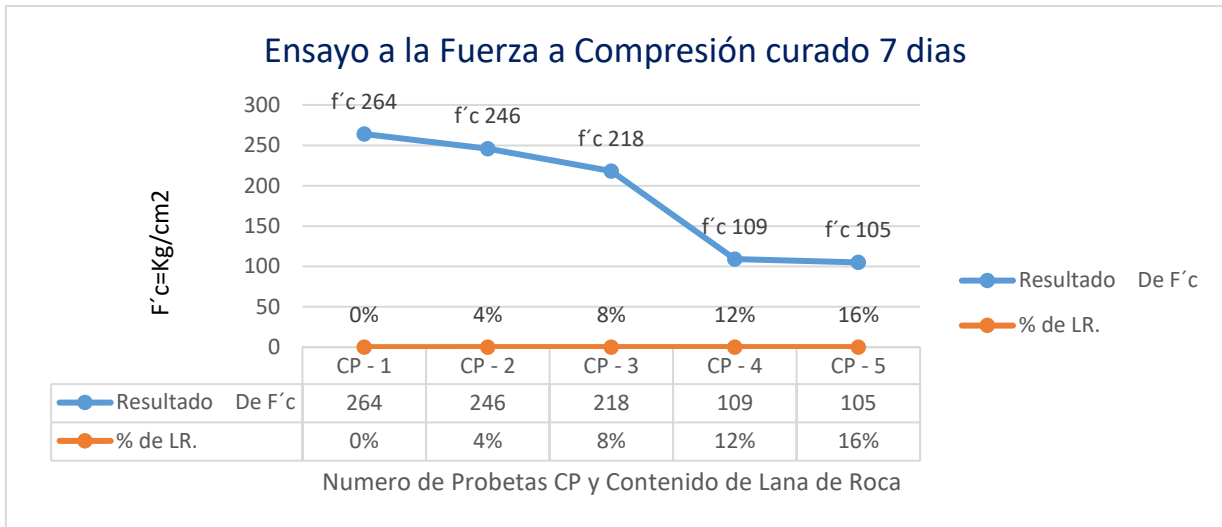
Fuerza alcanzadas en los ensayos a comprensión								
N° CP	Cantidad	Fecha de Elaboración	% de LR.	Fecha de Desencofrado	Días de Curado	Fecha de Ensayo F'c	Resultado De F'c	Tipo de Falla
CP - 1	1	20/10/20	0 %	22/10/20	28	19/11/20	325	Tipo 3
CP - 2	1	20/10/20	4 %	22/10/20	28	19/11/20	373	Tipo 2
CP - 3	1	20/10/20	8 %	22/10/20	28	19/11/20	325	Tipo 4
CP - 4	1	20/10/20	12 %	22/10/20	28	19/11/20	183	Tipo 2
CP - 5	1	20/10/20	16 %	22/10/20	28	19/11/20	146	Tipo 3
<b>Total</b>	<b>5</b>							

Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.



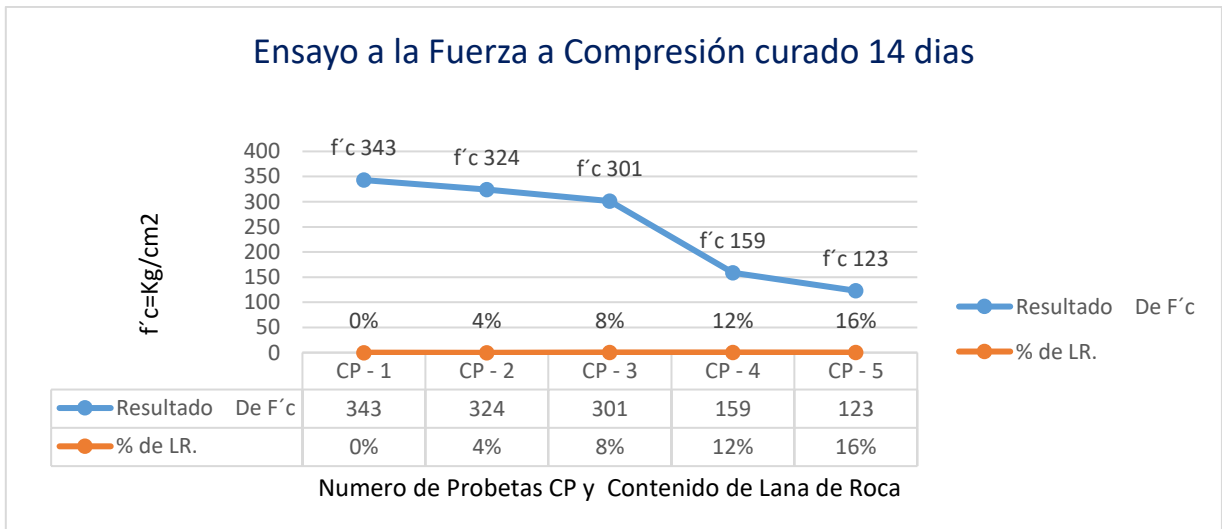
Se ha trabajado los gráficos de los resultados según fecha de curado y ensayo, como se presenta a continuación.

**Figura N°136 – Grafico de las  $f'c=kg/cm^2$  obtenidas a los 7 días**



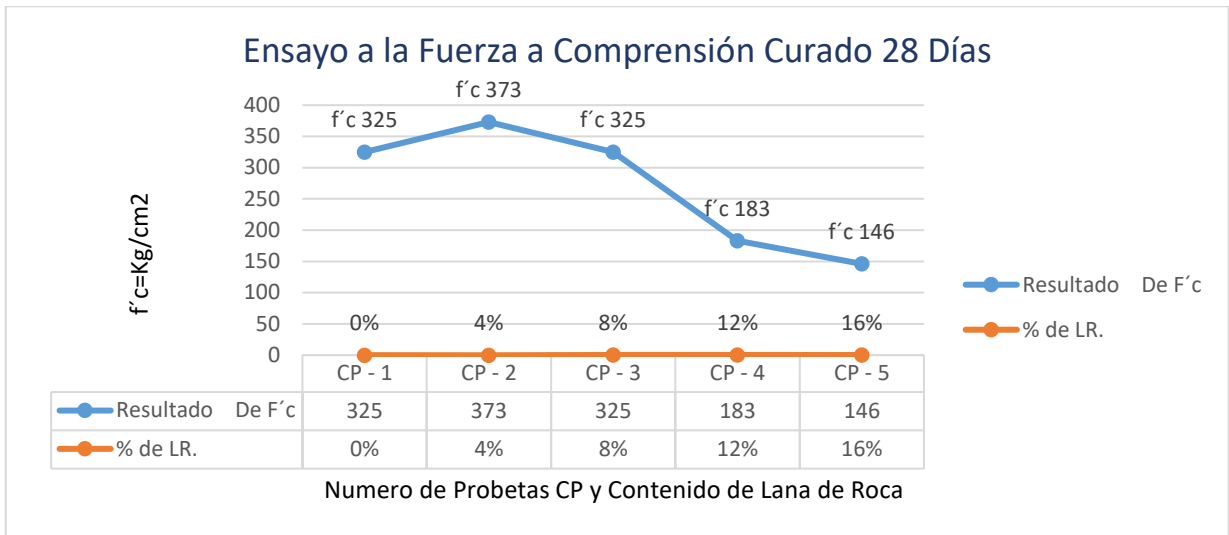
**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°137 – Grafico de las  $f'c=kg/cm^2$  obtenidas a los 14 días**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°138 – Grafico de las  $f'c=kg/mc2$  obtenidas a los 28 días**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

#### 4.10 Resistencia de la lana de roca a temperaturas de 340°C hasta los 440°C.

Para realizar la prueba del quemado a altas temperaturas se realizó primero el peso de las probetas, de esta manera contar con el valor del peso inicial antes del quemado y peso final después del quemado, la cantidad de probetas a someter a fuego 25 moldes expuesto a fuego directo entre rango de tiempos variados.

El ensayo se realizó en una panadería el cual cuenta con un horno Semi Industrial artesanal de calentamiento por medio de soplete a compresión a gas natural, el quemado fue monitoreado por tiempo y la lectura de temperatura, se realizó dos tomas de mediciones los cuales fueron por termómetro bimetálico del propio horno y para la lectura de la temperatura de las probetas se empleó el termómetro infrarrojo, tipo pistola láser de marca SINOMETER, código DM-301B de uso industrial de rango de lectura de  $-50^{\circ}C$  a  $550^{\circ}C$ , de exactitud:  $\pm 1.5\%$  a  $2^{\circ}C$ , de respuesta espectral de 8 – 14  $\mu m$ , de tiempo de respuesta  $< 0.5$  segundos, de característica de puntero láser  $< 1Mw$ , 630-670nm, nivel 2.

#### 4.11 Quemado de las Probetas en el Horno Semi Industrial

Se procedió con el quemado de las probetas a fuego directo en el horno semi industrial, en esta fase veremos cuál será el comportamiento del concreto a altas temperaturas entre el rango de 340°C a 440°C con el agregado de lana de roca mezclado en el concreto en porcentajes diferentes de 4%, 8%, 12% y 16%, por tiempos variados el cual nos dará el promedio de temperatura que alcanzara de esta manera ver cuáles serán los cambios físicos y mecánicos que tendrá el concreto en conjunto con la lana de roca al llegar a temperaturas a temperaturas mayores a los 300°C que cambios físicos habrá como la pérdida de peso, masa y fuerza.

Solo a un grupo de probetas se le medirá la temperatura interna, el resto de probetas serán sometidos a la fuerza de compresión para de esta tener los resultados requeridos como referencia para el modelamiento del edificio Nicolini, se pone las imágenes del desarrollo del proceso de quemado de las probetas.

Se obtendrá las mediciones de temperatura por dos instrumentos el primero por el termómetro bimetálico del propio horno y como segundo instrumento será el termómetro infrarrojo, de pistola láser SINOMETER, código DM-301B de uso industrial de rango de lectura de – 50°C a 550°C, como se muestra en la imagen.

**Figura N°139 – Termómetro bimetálico**

**Figura N°140 – Termómetro Laser**

**ImagenN°130 – Termómetro Bimetálico  
Para de Horno Semi Industrial**



**ImagenN°131 – Termómetro Laser  
de Pistola SINOMETER – DM-301B**



**Fuente Propia**

**Figura N°141 – Probetas**



**Figura N°142 – Probetas dentro del horno**



**Figura N°143 – Quemado**



**Figura N°144 – Quemado**



**Figura N°145 – Primera lectura 340°C**



**Fuente Propia**

### **Fallas presentadas por temperaturas altas a las probetas**

Se ha visualizado que sean presentado fisuras en el concreto en su piel sobre todo a las probetas C1 al patrón ya que no contenían nada de lana de roca y los que tenían según porcentaje las fallas eran menores estas fallas por fisura sean contemplando a partir de los 340°C sobre todo las probetas que han recibido fuego directo en su piel como se muestra en las siguientes imágenes.

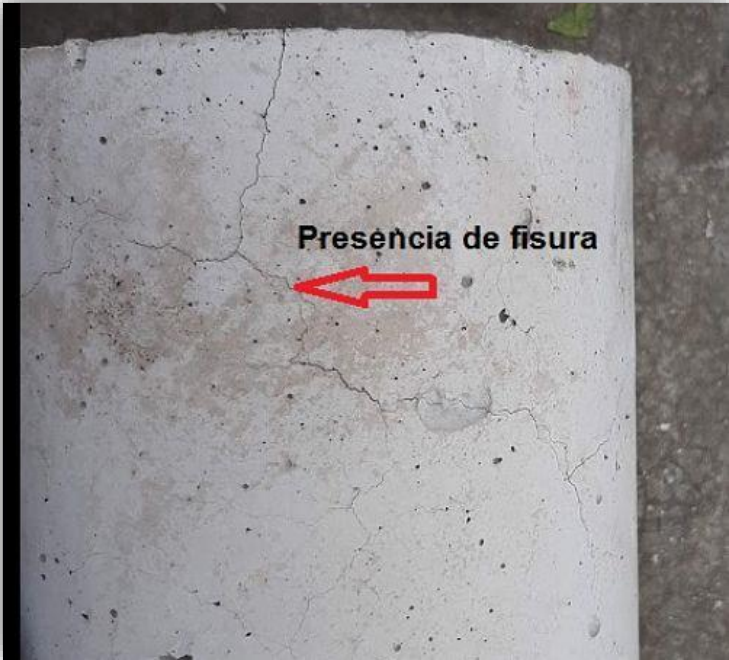
**Figura N°146 – Presencia de fisura a los 340°C**



**Fuente Propia**



**Figura N°147 – Presencia de fisura a los 400°C de temperatura del horno**



**FiguraN°148 – Con lana de roca no se visualiza fisuras visibles hasta 400°C de temperatura del horno**



**Fuente Propia**

**Toma de pesos de las probetas antes del quemado y después del quemado**  
Se cuenta con cinco grupos de diferente porcentaje de agregado de lana de roca contando el molde patrón como se visualiza en las imágenes siguientes:

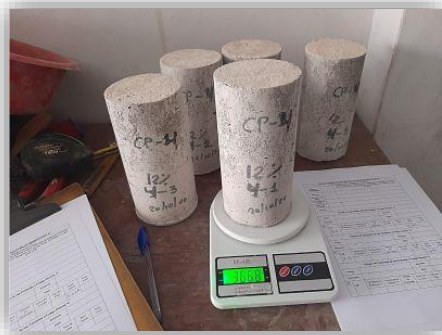
**Figura N°149 – P. inicial 4%.**



**Figura N°150 – P. inicial 8%**



**Figura N°151 – P. inicial 12%.**



**Figura N°152 – P. inicial 16%**



**Figura N°153 – P. inicial CP Patrón**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

Toma de peso de las probetas después del quemado, se puso en el peso tara ya que se colocó una pequeña planchuela en la balanza para que no se dañara, por el calor que seguía emitiendo las probetas a la hora del pesado, como se visualiza en las imágenes siguientes.

**Figura N°154 – P. final**      **Figura N°155 – P. final 4%**      **Figura N°156 – P. final 8%**



**Figura N°157 – P. final 12%**

**Figura N°158 – P. final 16%**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.



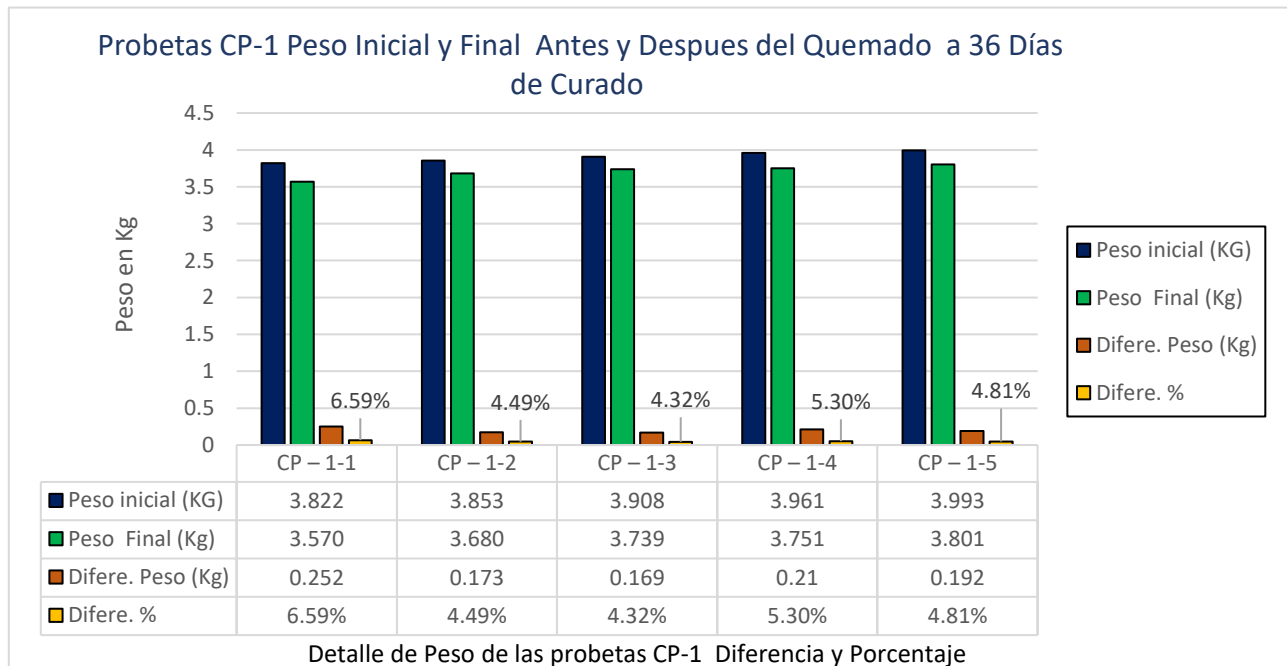
Tablas de peso inicial y peso final de las 25 probetas en grupos de 5 que fueron sometidos a fuego, con agregado de lana de roca al 4%, 8%, 12% y 26% incluyendo al concreto patrón como se muestran en las tablas siguientes.

**Tabla N°78 – “Peso inicial y Final de las probetas CP-1 a los 36 días de curado”**

Peso inicial y Final de los probetas CP-1 a los 36 días de curado Sometido a fuego								
N° CP	Cantidad	Fecha de Elaboración	% de LR.	Fecha de Pesado	Peso inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Difere. Peso (Kg)	Difere. %
CP – 1-1	1	20/10/20	0 %	25/11/20	3.822	3.570	0.252	6.59%
CP – 1-2	1	20/10/20	0 %	25/11/20	3.853	3.680	0.173	4.49%
CP – 1-3	1	20/10/20	0 %	25/11/20	3.908	3.739	0.169	4.32%
CP – 1-4	1	20/10/20	0 %	25/11/20	3.961	3.751	0.210	5.30%
CP – 1-5	1	20/10/20	0 %	25/11/20	3.993	3.801	0.192	4.81%
<b>Total</b>	<b>5</b>							

Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°159 – Peso Inicial y Peso Final de CP- 1 Diferencia de peso y Porcentaje**



Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Tabla N°79 – “Peso inicial de las probetas CP-2 patrón a los 36 días de curado”**

Peso inicial y Final de los probetas CP-2 a los 36 días de curado Sometido a fuego								
N° CP	Cantidad	Fecha de Elaboración	% de LR.	Fecha de Pesado	Peso inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Difere. Peso (Kg)	Difere. %
CP – 2-1	1	20/10/20	4 %	25/11/20	3.817	3.643	0.174	4.56%
CP – 2-2	1	20/10/20	4 %	25/11/20	3.903	3.861	0.042	1.08%
CP – 2-3	1	20/10/20	4 %	25/11/20	3.808	3.731	0.077	2.02%
CP – 2-4	1	20/10/20	4 %	25/11/20	3.908	3.741	0.167	4.27%
CP – 2-5	1	20/10/20	4 %	25/11/20	3.899	3.865	0.114	2.92%
<b>Total</b>	<b>5</b>							

Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°13 – Peso Inicial y Peso Final de CP-2 Diferencia de peso y Porcentaje**



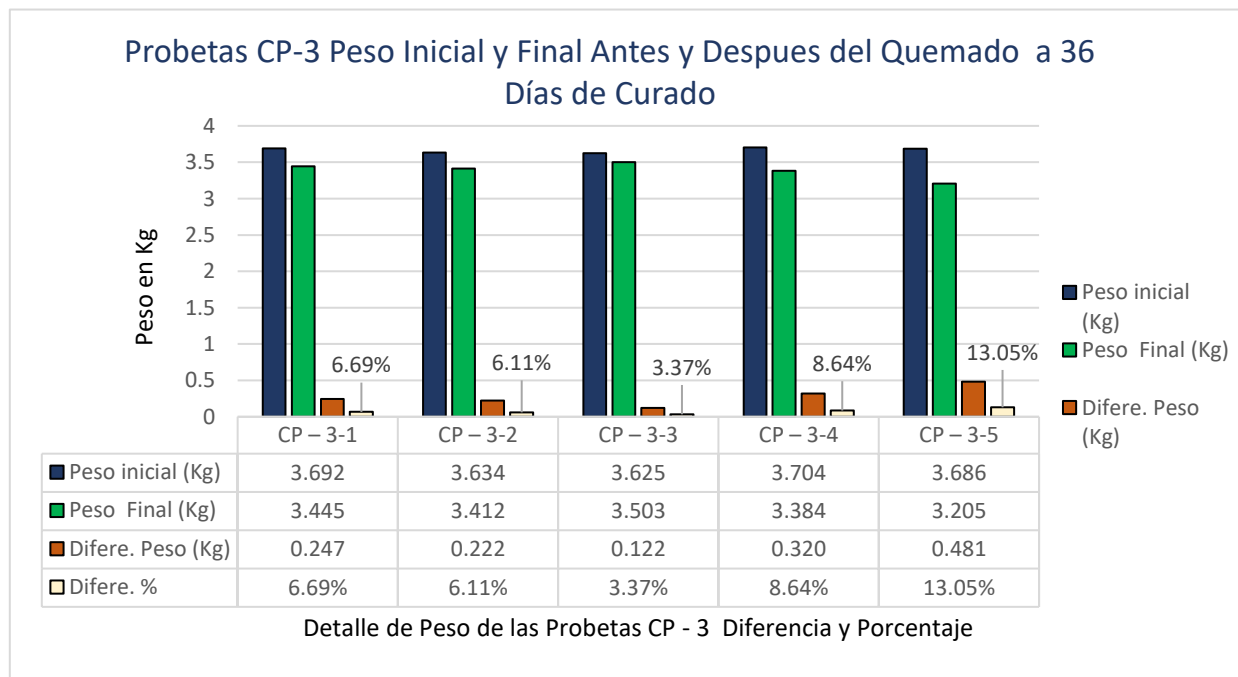
Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Tabla N°80 – “Peso inicial de las probetas CP-3 patrón a los 36 días de curado”**

Peso inicial y Final de los probetas CP-3 a los 36 días de curado Sometido a fuego								
N° CP	Cantidad	Fecha de Elaboración	% de LR.	Fecha de Pesado	Peso inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Difere. Peso (Kg)	Difere. %
CP – 3-1	1	20/10/20	8 %	25/11/20	3.692	3.445	0.247	6.69%
CP – 3-2	1	20/10/20	8 %	25/11/20	3.634	3.412	0.222	6.11%
CP – 3-3	1	20/10/20	8 %	25/11/20	3.625	3.503	0.122	3.37%
CP – 3-4	1	20/10/20	8 %	25/11/20	3.704	3.384	0.320	8.64%
CP – 3-5	1	20/10/20	8 %	25/11/20	3.686	3.205	0.481	13.05%
<b>Total</b>	<b>5</b>							

Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°161 – Peso Inicial y Peso Final de CP-3 Diferencia de peso y Porcentaje**



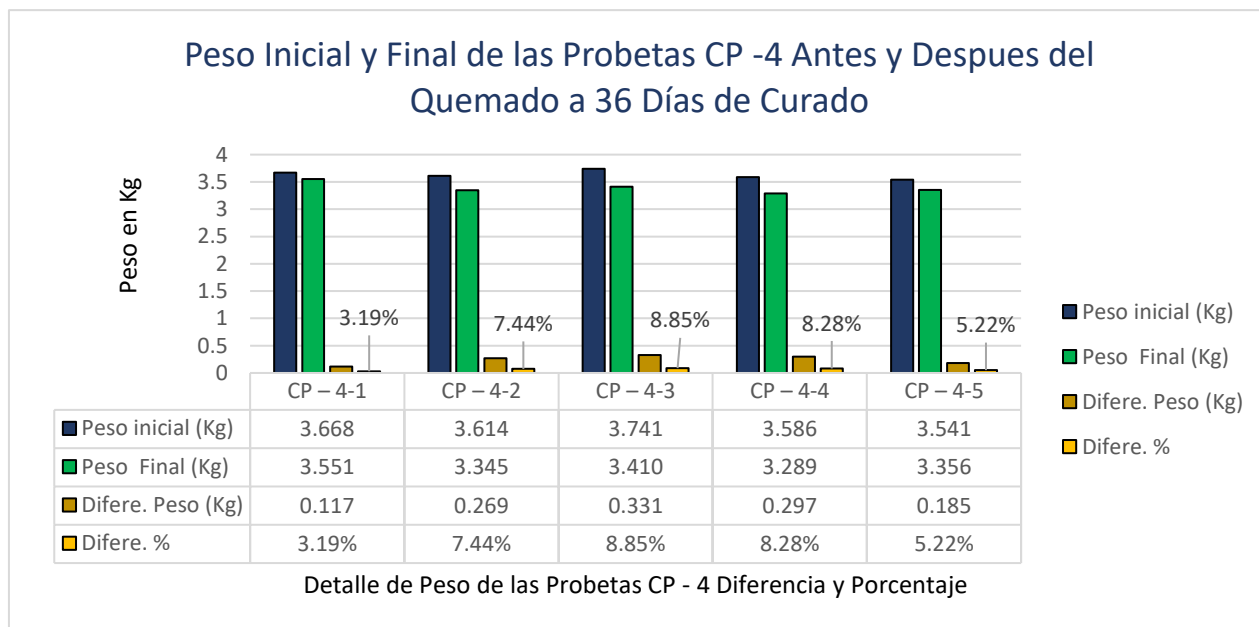
Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Tabla N°81 – “Peso inicial de las probetas CP- 4 patrón a los 36 días de curado”**

Peso inicial y Final de los probetas CP- 4 a los 36 días de curado Sometido a fuego								
N° CP	Cantidad	Fecha de Elaboración	% de LR.	Fecha de Pesado	Peso inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Difere. Peso (Kg)	Difere. %
CP – 4-1	1	20/10/20	12 %	25/11/20	3.668	3.551	0.117	3.19%
CP – 4-2	1	20/10/20	12 %	25/11/20	3.614	3.345	0.269	7.44%
CP – 4-3	1	20/10/20	12 %	25/11/20	3.741	3.110	0.631	8.85%
CP – 4-4	1	20/10/20	12 %	25/11/20	3.586	3.289	0.297	8.28%
CP – 4-5	1	20/10/20	12 %	25/11/20	3.541	3.356	0.185	5.22%
<b>Total</b>	<b>5</b>							

Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°162 – Peso Inicial y Peso Final de CP- 4 Diferencia de peso y Porcentaje**



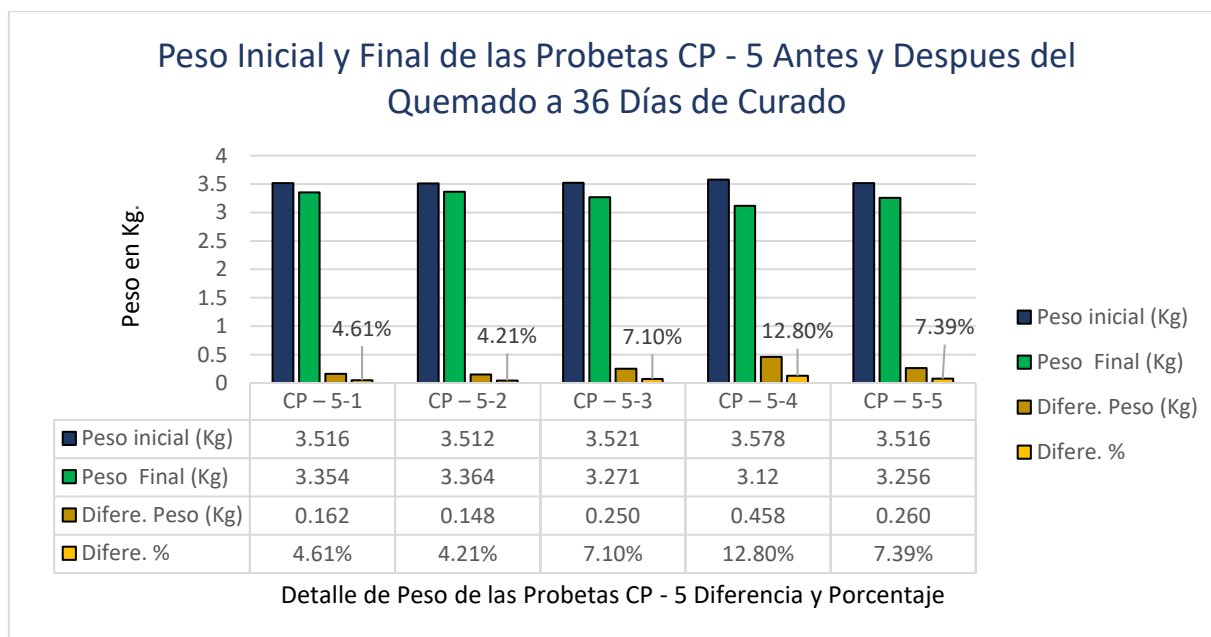
Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Tabla N°82 – “Peso inicial de las probetas CP- 5 patrón a los 36 días de curado”**

Peso inicial y Final de los probetas CP- 5 a los 36 días de curado Sometido a fuego								
N° CP	Cantidad	Fecha de Elaboración	% de LR.	Fecha de Pesado	Peso inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Difere. Peso (Kg)	Difere. %
CP – 5-1	1	20/10/20	16 %	25/11/20	3.516	3.354	0.162	4.61%
CP – 5-2	1	20/10/20	16 %	25/11/20	3.512	3.364	0.148	4.21%
CP – 5-3	1	20/10/20	16 %	25/11/20	3.521	3.271	0.250	7.10%
CP – 5-4	1	20/10/20	16 %	25/11/20	3.578	3.120	0.458	12.80%
CP – 5-5	1	20/10/20	16 %	25/11/20	3.516	3.256	0.260	7.39%
<b>Total</b>	<b>5</b>							

Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°163 – Peso Inicial y Peso Final de CP- 5 Diferencia de peso y Porcentaje**



Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

#### 4.12 Temperaturas alcanzadas de las probetas

En esta etapa sea experimento y visualizado el desarrollo de la en comparación de temperatura que llevo alcanzar el horno y la temperatura que tenía las probetas sea podido ver por medio de la lectura que al llegar a los 340°C las probetas no tenían la misma temperatura a excepción del concreto patrón el cual no tenía lana de roca, estas comparaciones nos han permitido tener datos para obtener tabla el cual nos permite tener los valores de las mediciones de temperatura de un primer grupo de 10 probetas que se realizó la rotura para obtener la temperatura interna esta probetas fueron retiradas a temperatura del horno de 340°C el quemado en el horno inicio a las 12:25 pm y fue retirado 12:59 pm tiempo de quemado 34 minutos como se mostrara en los resultados que se presenta.

La transmisión de fuerza del calor se clasificará en tres:

- a) Conducción: transmisión de calor directo a un cuerpo (CD).
- b) Convección: transmisión de aire caliente, (CV).
- c) Radiación: transmisión de calor e intensidad dependerá de la distancia, (R)

#### Lectura de temperatura a los 340°C promedio del horno

Temperatura alcanzada en el horno 340°C, toma de temperatura de las probetas

Figura N°164 – T. Prob.



Figura N°165 – T. Prob.



Figura N°166 – T. Prob.



Fuente Propia:

### Lectura de temperatura

Sea tomada lectura del interior de la probeta de un grupo de diez unidades, temperatura del horno 340°C.

Figura N°167 – Temp. Prob.



Figura N°168 – Temp. Prob.



Figura N°169 – Temp. Prob.



Figura N°170 – Temp. Prob.



Fuente Propia:



**Lectura de temperatura a los 400° promedio del horno**

**Fisura N°171– Temp. Prob.**



**Fisura N°172 – Temp. Prob.**



**Fisura N°173– Temp. Prob.**



**Fisura N°174 – Temp. Prob.**



**Fuente Propia:**



**Lectura de temperatura a los 440° promedio del horno**

**Figura N°171– Temp. Prob.**



**Figura N°172– Temp. Prob.**



**Figura N°173 – Temp. Prob.**



**Figura N°174 – Temp. Prob**



**Fuente Propia:**

#### 4.13 Tablas de lectura de temperatura a los 340°C, 400°C y 440°C promedio.

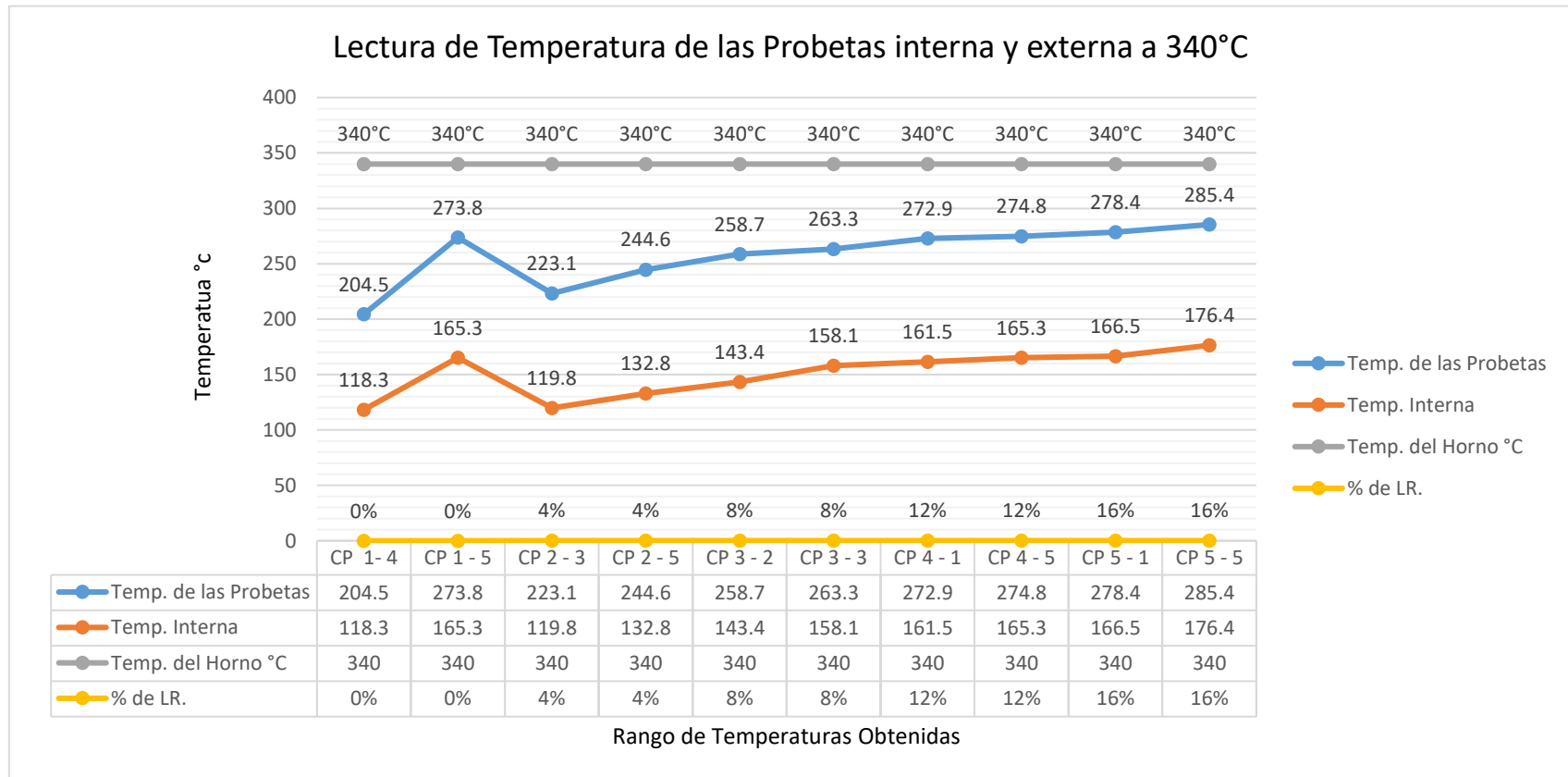
Se pone la consolidación de todas las lecturas de temperatura de cada probeta, las cuales se muestra en los siguientes gráficos.

**Tabla N°81 – Lectura de las probetas en su parte interna y externa a 340°C  
Temperatura de horno**

Lectura de temperatura Alcanzada 36 Días de Curado												
N° CP	Cant.	Fecha de Quemado	% de LR.	Temp. del Horno	Temp. del Probeta	Temp. Interna	Tiempo minuto	Tipo de transmisión			Fallas por Fisura	
								(CD)	(CV)	(R)	L	M
CP 1- 4	1	25/10/20	0 %	340°C	204.5	118.3	34 min		(CV)	(R)	X	
CP 1 - 5	1	25/10/20	0 %	340°C	273.8	165.3	34 min	(CD)			X	
CP 2 - 3	1	25/10/20	4 %	340°C	223.1	119.8	34 min		(CV)	(R)	X	
CP 2 - 5	1	25/10/20	4 %	340°C	244.6	132.8	34 min	(CD)				X
CP 3 - 2	1	25/10/20	8 %	340°C	258.7	143.4	34 min	(CD)			X	
CP 3 - 3	1	25/10/20	8 %	340°C	263.3	158.1	34 min	(CD)			X	
CP 4 - 1	1	25/10/20	12 %	340°C	272.9	161.5	34 min	(CD)				X
CP 4 - 5	1	25/10/20	12 %	340°C	274.8	165.3	34 min	(CD)			X	
CP 5 - 1	1	25/10/20	16 %	340°C	278.4	166.5	34 min	(CD)				X
CP 5 - 5	1	25/10/20	16 %	340°C	285.4	176.4	34 min	(CD)			X	
<b>Total</b>	10	<b>(CD) Conducción</b>			<b>(CV) Convección</b>			<b>(R) Radiación</b>				

Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N°175 – Grafico Lectura de temperatura interna y externa de las probetas**

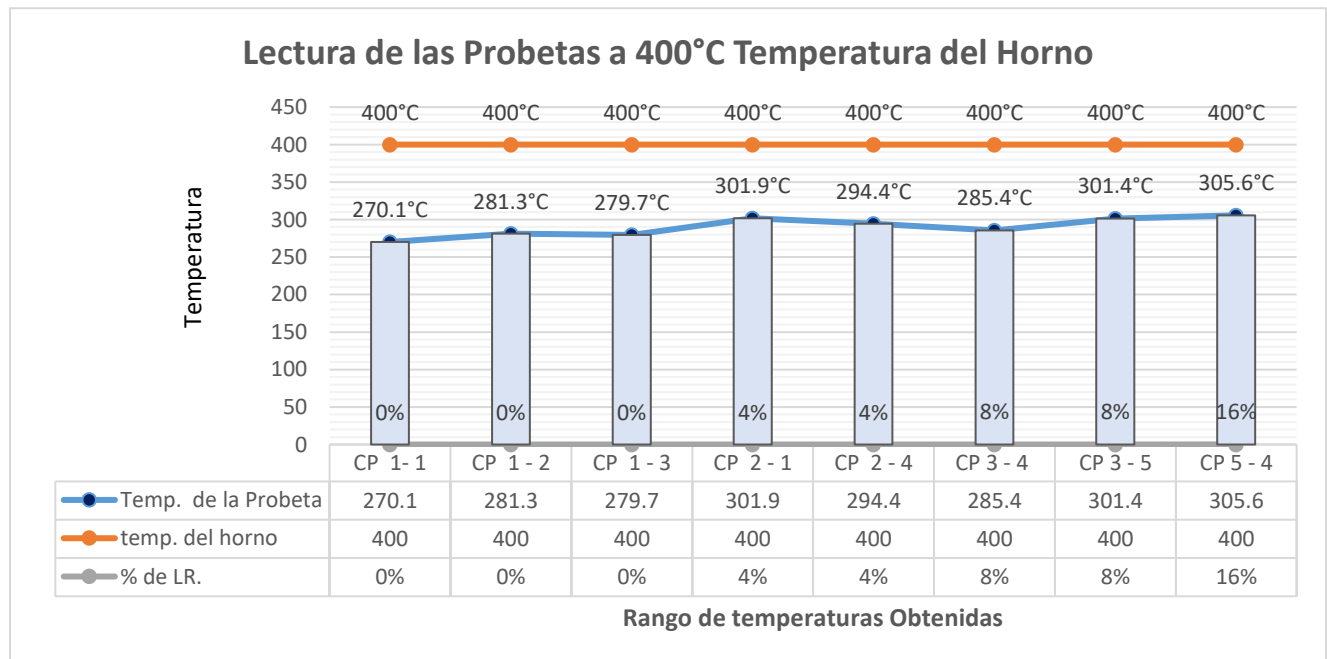


**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Tabla N°82 – Lectura de las probetas a 400°C Temperatura de Horno**

N° CP	Cant.	Fecha de Quemado	% de LR.	Temp. del Horno	Temp. de la Probeta	Tiempo	Tipo de Transmisión			Fallas por Fisura	
							(CD)	(CV)	(R)	L	M
CP – 1 - 1	1	25/10/20	0 %	400°C	270.1	1.11 hr.		(CV)	(R)	x	
CP – 1 - 2	1	25/10/20	0 %	400°C	281.3	1.11 hr.		(CV)	(R)	x	
CP – 1 - 3	1	25/10/20	0 %	400°C	279.7	1.11 hr.		(CV)	(R)	x	
CP – 2 - 1	1	25/10/20	4 %	400°C	301.9	1.11 hr.		(CV)	(R)	x	
CP – 2 - 4	1	25/10/20	4 %	400°C	294.4	1.11 hr.	(CD)				x
CP – 3 - 4	1	25/10/20	8 %	400°C	285.4	1.11 hr.		(CV)	(R)	x	
CP – 3 - 5	1	25/10/20	8 %	400°C	301.4	1.11 hr.	(CD)				x
CP – 5 - 4	1	25/10/20	16 %	400°C	305.6	1.11 hr.	(CD)				x
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>(CD) Conducción</b>			<b>(CV) Convección</b>		<b>(R) Radiación</b>				

**Figura N°176 – Grafico Lectura de temperatura**

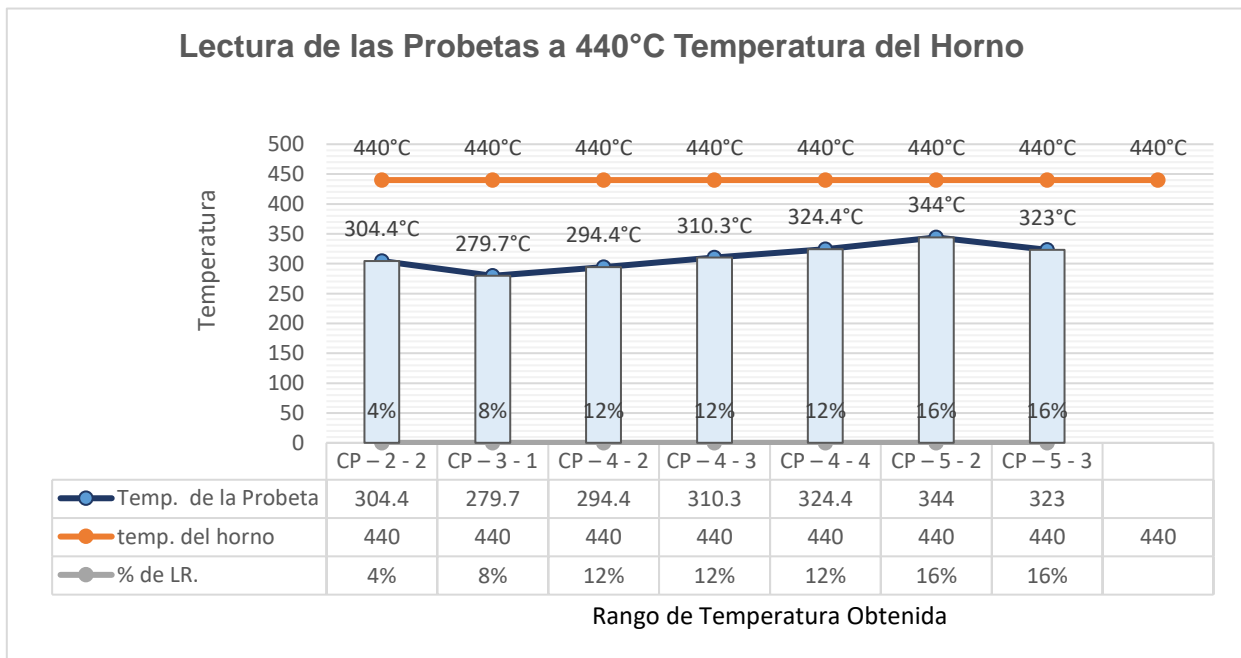


**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Tabla N°83 – Lectura de las probetas a 440°C Temperatura del Horno**

N° CP	Cant.	Fecha de Quemado	% de LR.	Temp. del Horno	Temp. de la Probeta	Tiempo	Tipo de Transmisión			Fallas por Fisura	
							(CD)	(CV)	(R)	L	M
CP – 2 - 2	1	25/10/20	4 %	440°C	304.4	1:40 hr.	(CD)				x
CP – 3 - 1	1	25/10/20	8 %	440°C	279.7	1:40 hr.		(CV)	(R)	x	
CP – 4 - 2	1	25/10/20	12 %	440°C	294.4	1:40 hr.		(CV)	(R)	x	
CP – 4 - 3	1	25/10/20	12 %	440°C	310.3	1:40 hr.	(CD)			x	
CP – 4 - 4	1	25/10/20	12 %	440°C	324.4	1:40 hr.	(CD)			x	
CP – 5 - 2	1	25/10/20	16%	440°C	344.0	1:40 hr.	(CD)			x	
CP – 5 - 3	1	25/10/20	16 %	440°C	323.0	1:40 hr.	(CD)			x	
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>(CD) Conducción</b>		<b>(CV) Convección</b>			<b>(R) Radiación</b>				

**Figura N°177 – Grafico Lectura de temperatura**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

#### 4.14 Resultados de la f'c de las probetas sometidas a fuego

Siguiendo con el procedimiento de la investigación, en este capítulo se tendrá la información de las probetas que fueron sometidos a fuego para luego ser sometido a ensayos de fuerza a la comprensión, se clasifico en tres grupos el primer grupo ya se tiene los resultados como se visualiza en la tabla N°81, el cual se realizó la rotura manual para obtener la temperatura interna teniendo como temperatura del horno a 340°C, ahora se describirá el resultado de los dos grupos que fueron también sometidos a fuego directo en el horno semi industrial entre las temperaturas de 400°C y 440°C, y con este resultados ver su comportamiento mecánico del concreto y de esta manera saber cuál será el desempeño de la lana de roca como un agregado más en el diseño de mezcla para el cual se diseñó, se muestra los resultados siguientes.

#### Ensayo de la F'c. a los 36 días de curado con temperatura alcanzada en el horno de 400°C

Tabla N°84 – “Resultado de ensayo a los 36 días de curado”

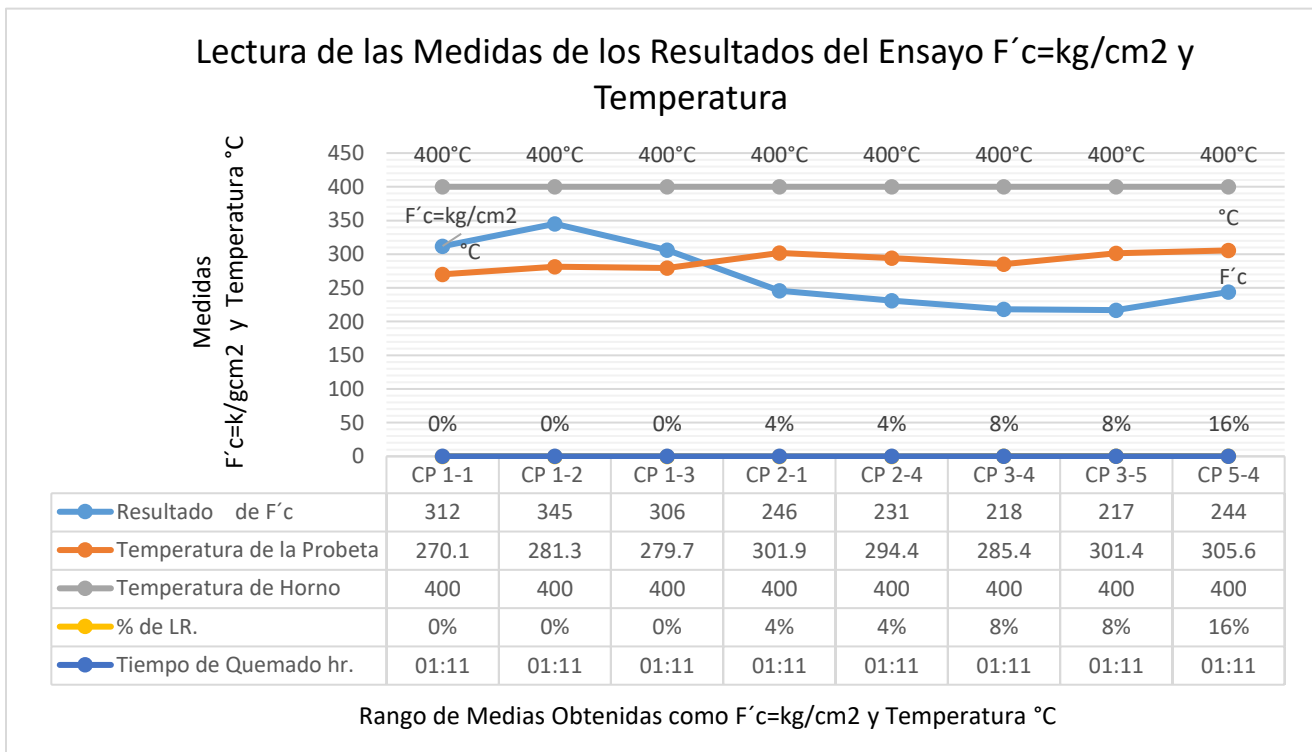
Detalles de Identificación de las Muestras, Área y Carga de Rotura			
N° CP	Identificación de Muestras	Área (cm <sup>2</sup> ) de La Probeta	Carga de Rotura (Kg)
CP 1-1	Columnas	80.5	28,080
CP 1-2	Columnas	80.8	27,852
CP 1-3	Columnas	81.5	24,947
CP 2-1	Columnas	79.8	19,609
CP 2-4	Columnas	80.9	18,661
CP 3-4	Columnas	80.4	17,494
CP 3-5	Columnas	80.7	17,543
CP 5-4	Columnas	79.9	19,535

Fuente Propia

**Tabla N°85 – “Resultado de ensayos a los 36 días de curado sometido a temperatura de Horno de 400°C**

Fuerza alcanzadas en los ensayos a compresión 36 días de curado								
N° CP	Cantidad	Fecha de Elaboración	% de LR.	Fecha de Ensayo F'c	Temperatura de la Probeta	Tiempo de Quemado	Resultado De F'c	Tipo de Falla
CP 1-1	1	20/10/20	0%	27/11/20	270.1 °C	1.11 hr.	312	Tipo 2
CP 1-2	1	20/10/20	0%	27/11/20	281.3 °C	1.11 hr	345	Tipo 2
CP 1-3	1	20/10/20	0%	27/11/20	279.7 °C	1.11 hr	306	Tipo 5
CP 2-1	1	20/10/20	4%	27/11/20	301.9 °C	1.11 hr	246	Tipo 5
CP 2-4	1	20/10/20	4%	27/11/20	294.4 °C	1.11 hr	231	Tipo 5
CP 3-4	1	20/10/20	8%	27/11/20	285.4 °C	1.11 hr	218	Tipo 5
CP 3-5	1	20/10/20	8%	27/11/20	301.4 °C	1.11 hr	217	Tipo 2
CP 5-4	1	20/10/20	16%	27/11/20	305.6 °C	1.11 hr	244	Tipo 5
<b>Total</b>	<b>8</b>							

**Figura N°178 – Grafico Lectura de F'c=kg/cm2 y Temperatura**



Fuente Propia

**Ensayo de la F'c. a los 36 días de curado temperatura alcanzada 440°C**

**Tabla N°86 – “Resultado de ensayo a los 36 días de curado”**

<b>Detalles de Identificación de las Muestras, Área y Carga de Rotura</b>			
<b>N° CP</b>	<b>Identificación de Muestras</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>) de La Probeta</b>	<b>Carga de Rotura (Kg)</b>
CP 2-2	Columnas	80.5	18,552
CP 3-1	Columnas	80.4	14,662
CP 4-2	Columnas	80.4	10,937
CP 4-3	Columnas	79.9	9,119
CP 4-4	Columnas	80.3	9,990
CP 5-2	Columnas	79.4	8,669
CP 5-3	Columnas	79.1	9,454

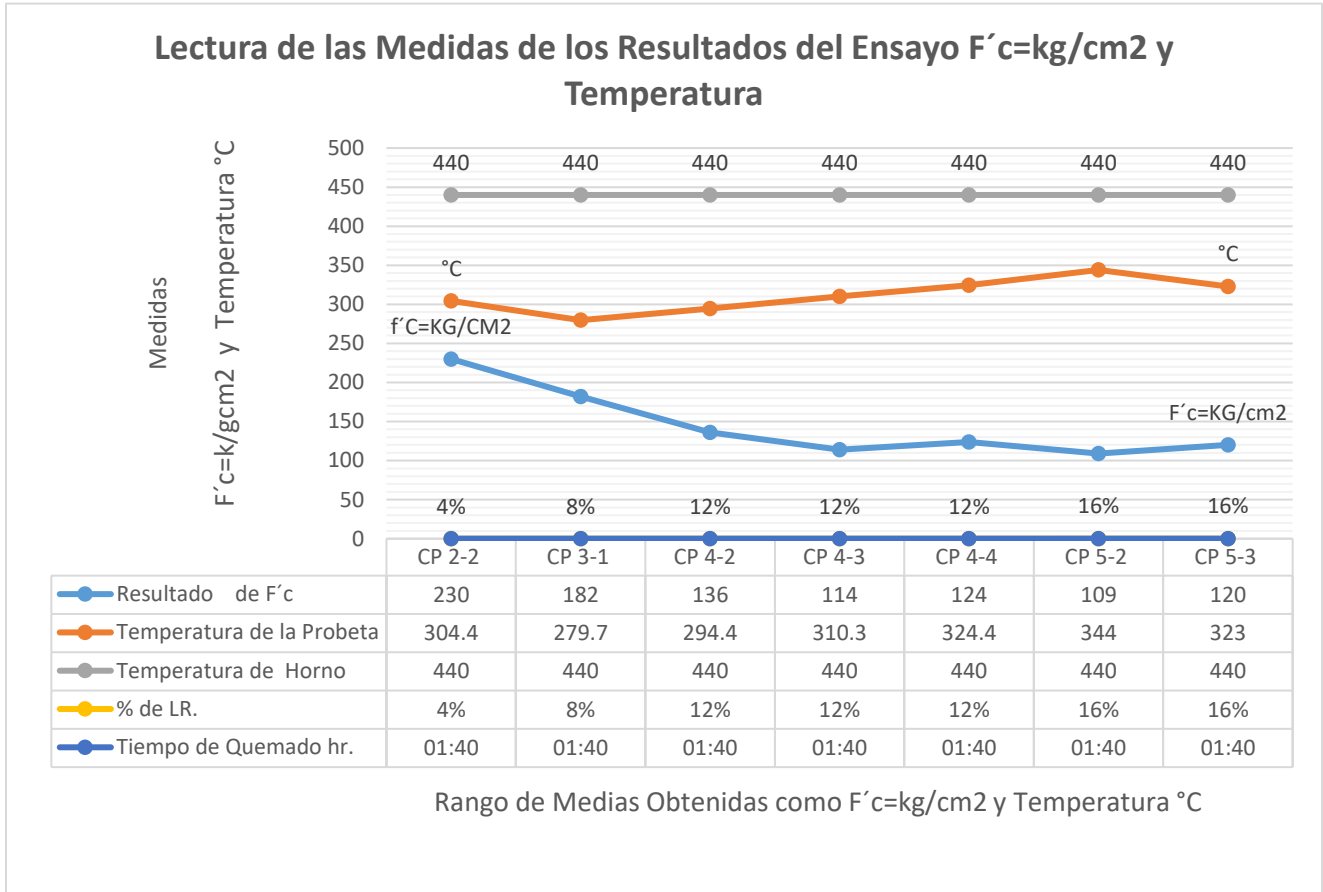
**Tabla N°87 – “Resultado de ensayos a los 36 días de curado sometido a temperatura 440°C**

<b>Fuerza alcanzadas en los ensayos a compresión 36 días de curado</b>								
<b>N° CP</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fecha de Elaboración</b>	<b>% de LR.</b>	<b>Fecha de Ensayo F'c</b>	<b>Temperatura de la Probeta</b>	<b>Tiempo de Quemado</b>	<b>Resultado de F'c</b>	<b>Tipo de Falla</b>
CP 2-2	1	20/10/20	4 %	27/11/20	304.4	1:40 hr.	230	Tipo 2
CP 3-1	1	20/10/20	8 %	27/11/20	279.7	1:40 hr.	182	Tipo 5
CP 4-2	1	20/10/20	12 %	27/11/20	294.4	1:40 hr.	136	Tipo 5
CP 4-3	1	20/10/20	12 %	27/11/20	310.3	1:40 hr.	114	Tipo 5
CP 4-4	1	20/10/20	12 %	27/11/20	324.4	1:40 hr.	124	Tipo 5
CP 5-2	1	20/10/20	16 %	27/11/20	344.0	1:40 hr.	109	Tipo 5
CP 5-3	1	20/10/20	16 %	27/11/20	323.0	1:40 hr.	120	Tipo 5
<b>Total</b>	<b>7</b>							

**Fuente Propia**



**Figura N°179 – Grafico Lectura de F'c=kg/cm2 y Temperatura**



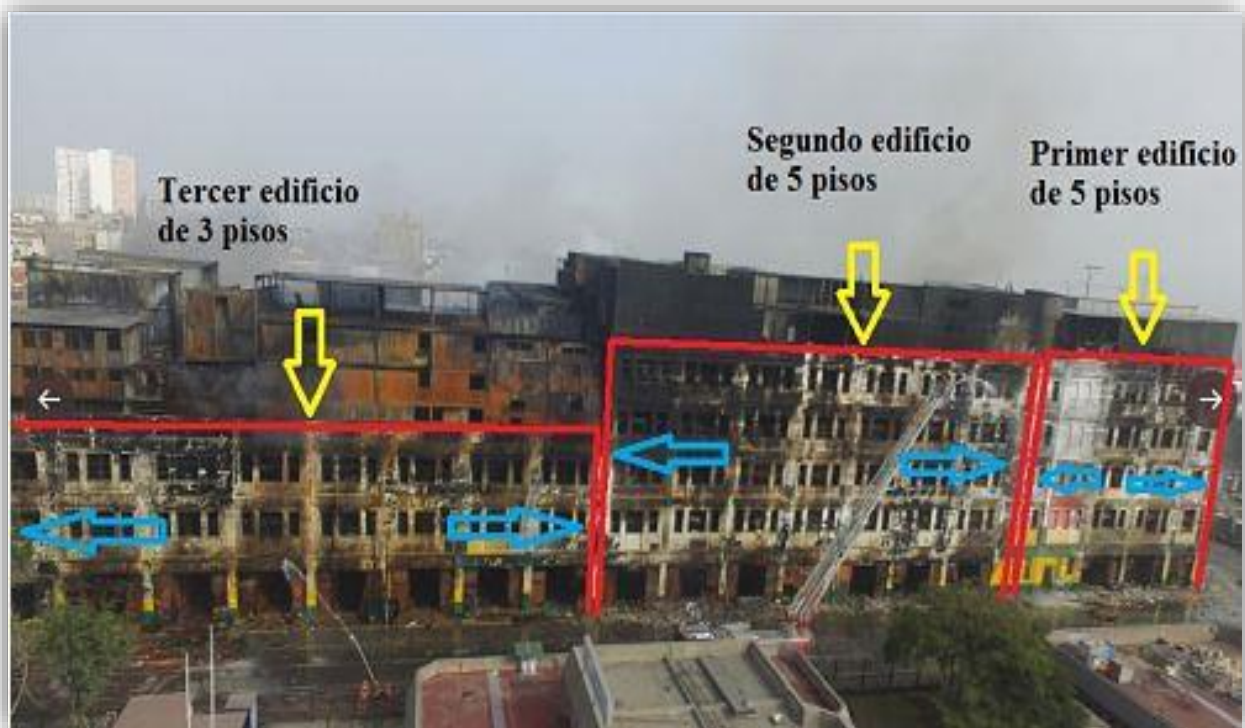
**Fuente Propia**

## 5.0 Diseño Sismo Resistente del edificio Nicolini

### 5.1 Levantamiento de medidas

En este capítulo desarrollaremos el diseño sismo resistente del Edificio Nicolini (Malvinas), para ello se realizó el levantamiento de las medidas de la edificación en el lugar de sitio, su construcción está compuesto por 3 edificios que aparentemente por fuera se ve como una sola edificación, tomaremos el edificio número 2 para desarrollar el proyecto de estudio, el área total de la segunda edificación es de 1299.32 m<sup>2</sup>, cuenta con 5 pisos con una altura vertical en la edificación aproximada de 25.5 m, altura de cada piso es de 5 metros, como se puede mostrar en las imágenes siguientes.

**Figura N°180– Segundo edificio a trabajar**



Fuente Propia

**Figura N°181– Toma de medida**



**Figura N°182 – Toma de medida**



**Figura N°183 – Toma de medida**



**Figura N°184- Toma de medida**



**Figura N°185 – Toma de medida**



**Figura N°186 - Toma de medida**

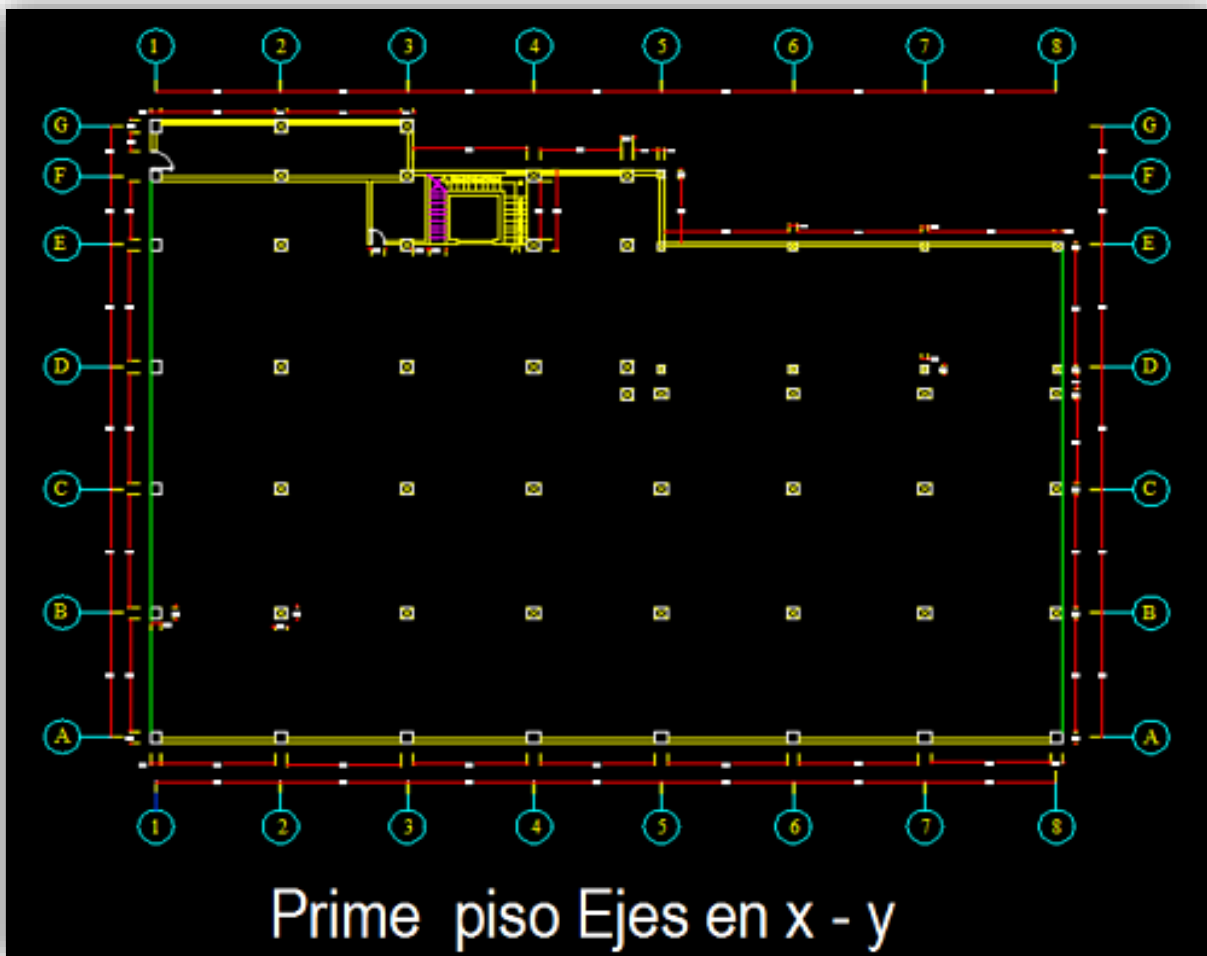


**Fuente Propia:** *Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

## Trabajos en AutoCAD

Teniendo las medidas correspondientes se trabajó el levantamiento del plano del edificio Nicolini en el programa AutoCAD, se realizó primero la arquitectura de cada piso a acepción del primer piso el cual no se pudo entrar, se tomó datos de segundo pisos para ser reflejo o copia del primero, a partir del segundo nivel así los demás pisos se tomó todos las medidas de los elementos estructurales como se detallan en los planos de arquitectura de cada nivel, luego adjunto también los datos de estructura y quedando el plano de planta, planos de elevación frontal, planos de elevación lateral y fachada como se muestran en las imágenes siguientes.

**Figura N°187 – Plano de Arquitectura Distribución Primer Piso**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman

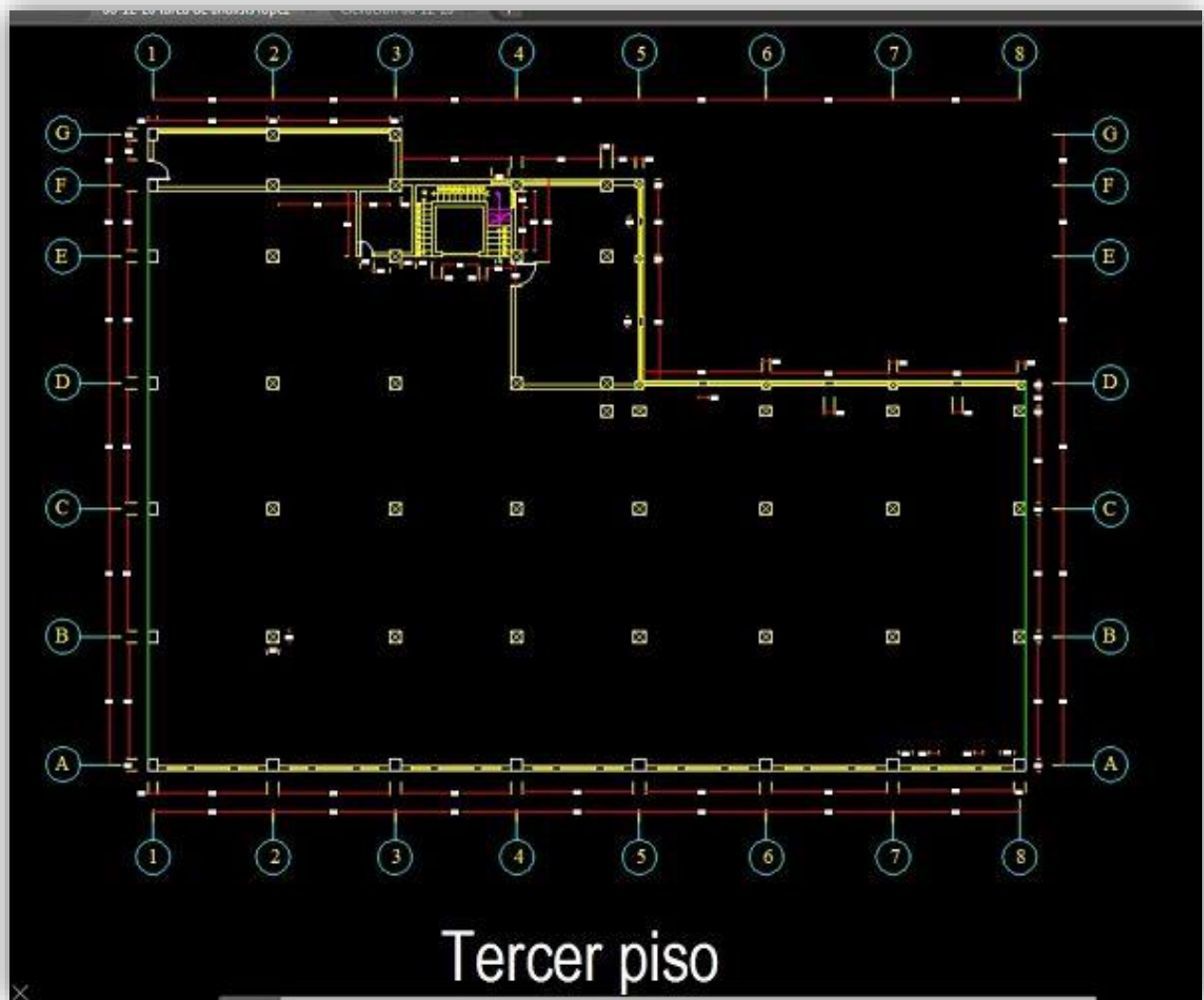
Figura N°188 – Plano de Arquitectura Distribución Segundo Piso



Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

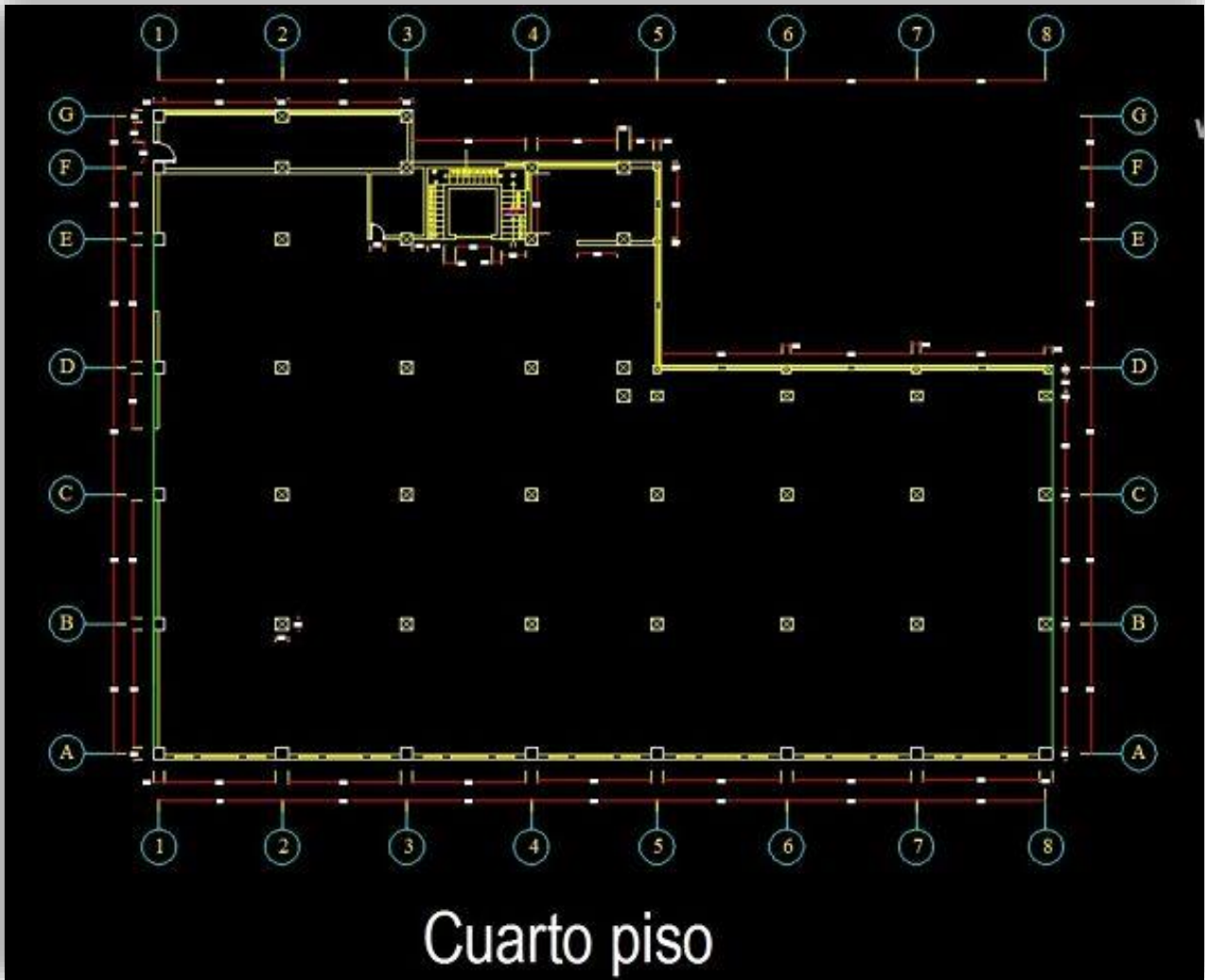


## magenN°189 – Plano de Arquitectura Distribución Tercer Piso



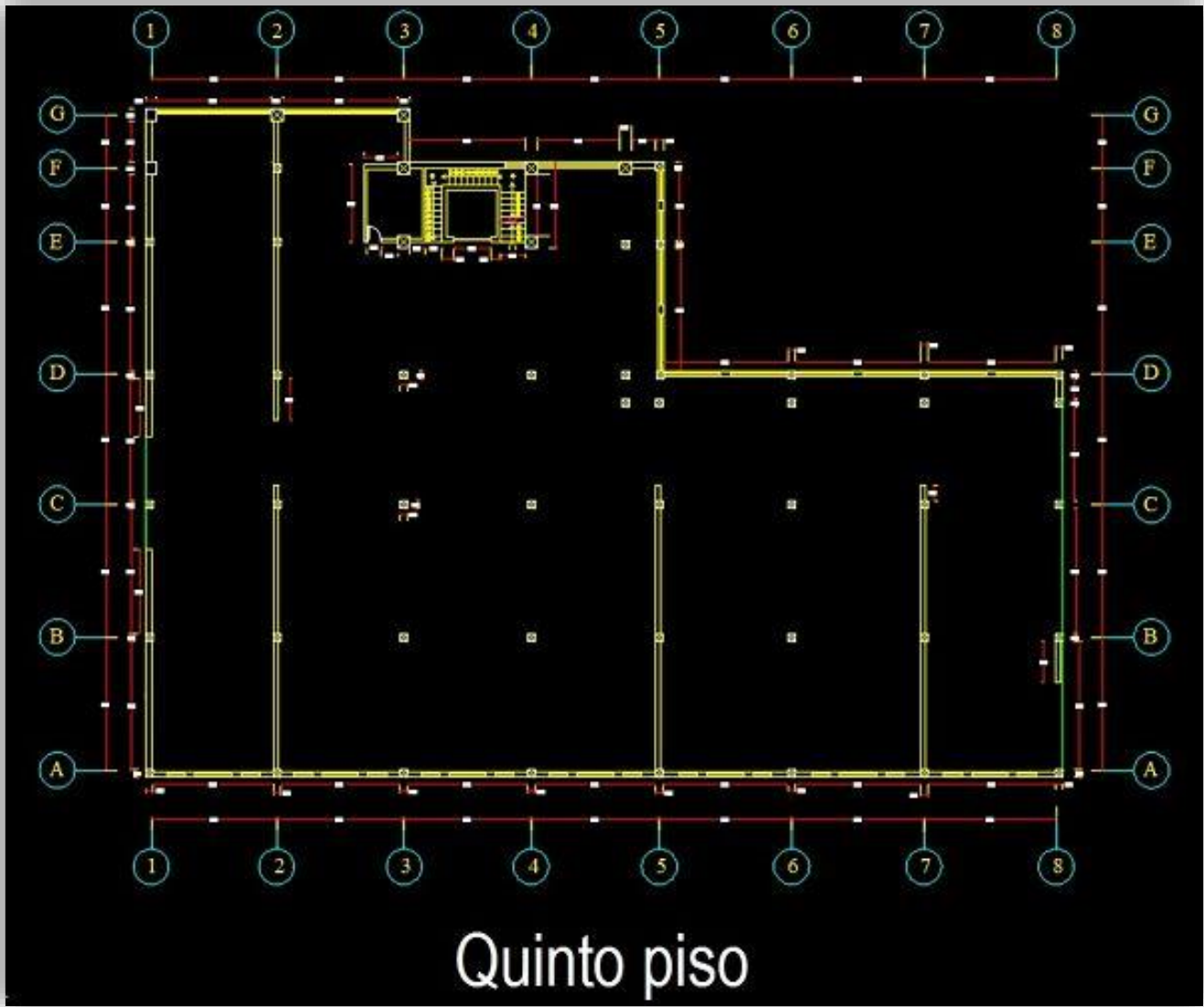
Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

Figura N°190 – Plano de Arquitectura Distribución Cuarto Piso



Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

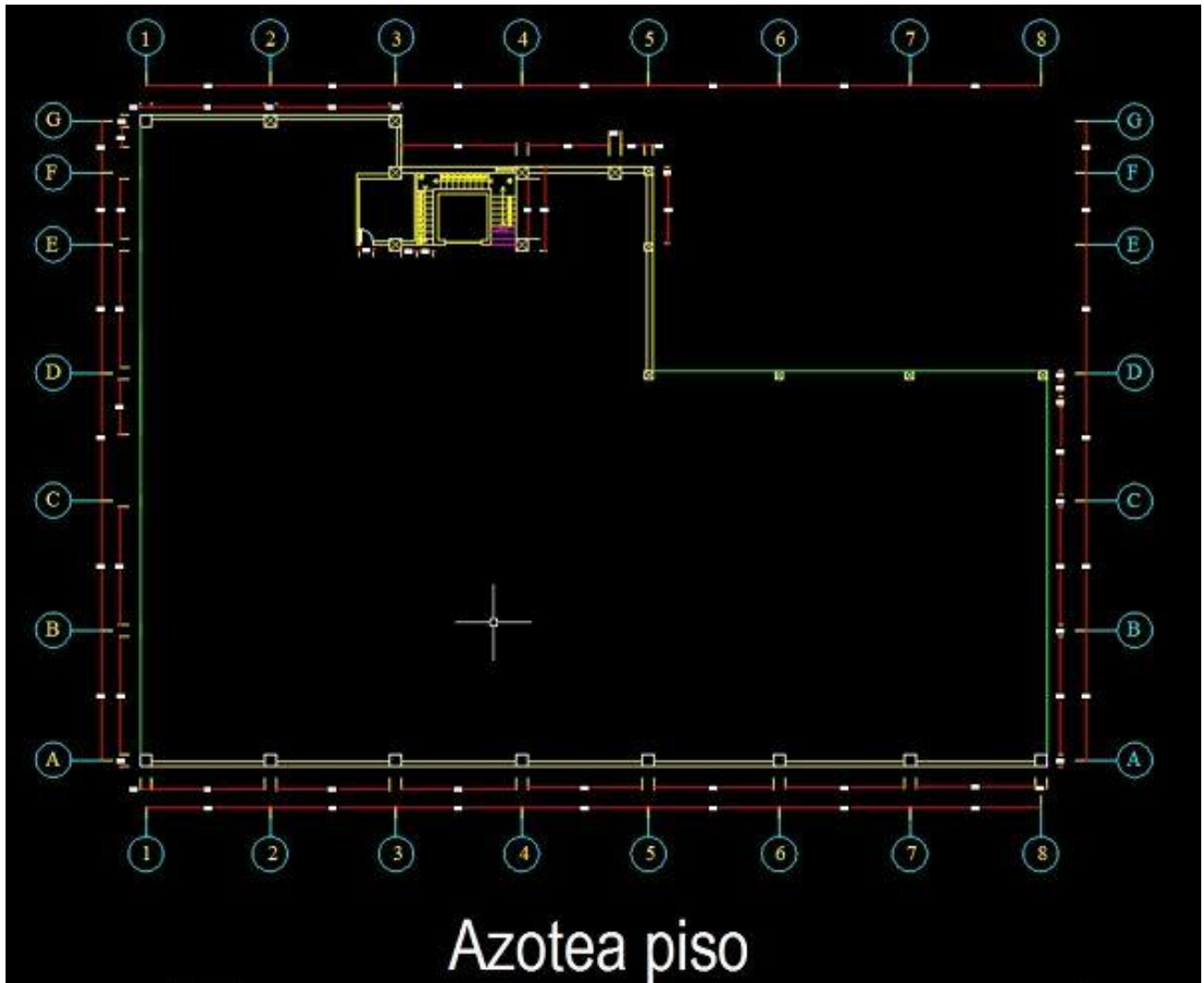
Figura N°191 – Plano de Arquitectura Distribución Quinto Piso



Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

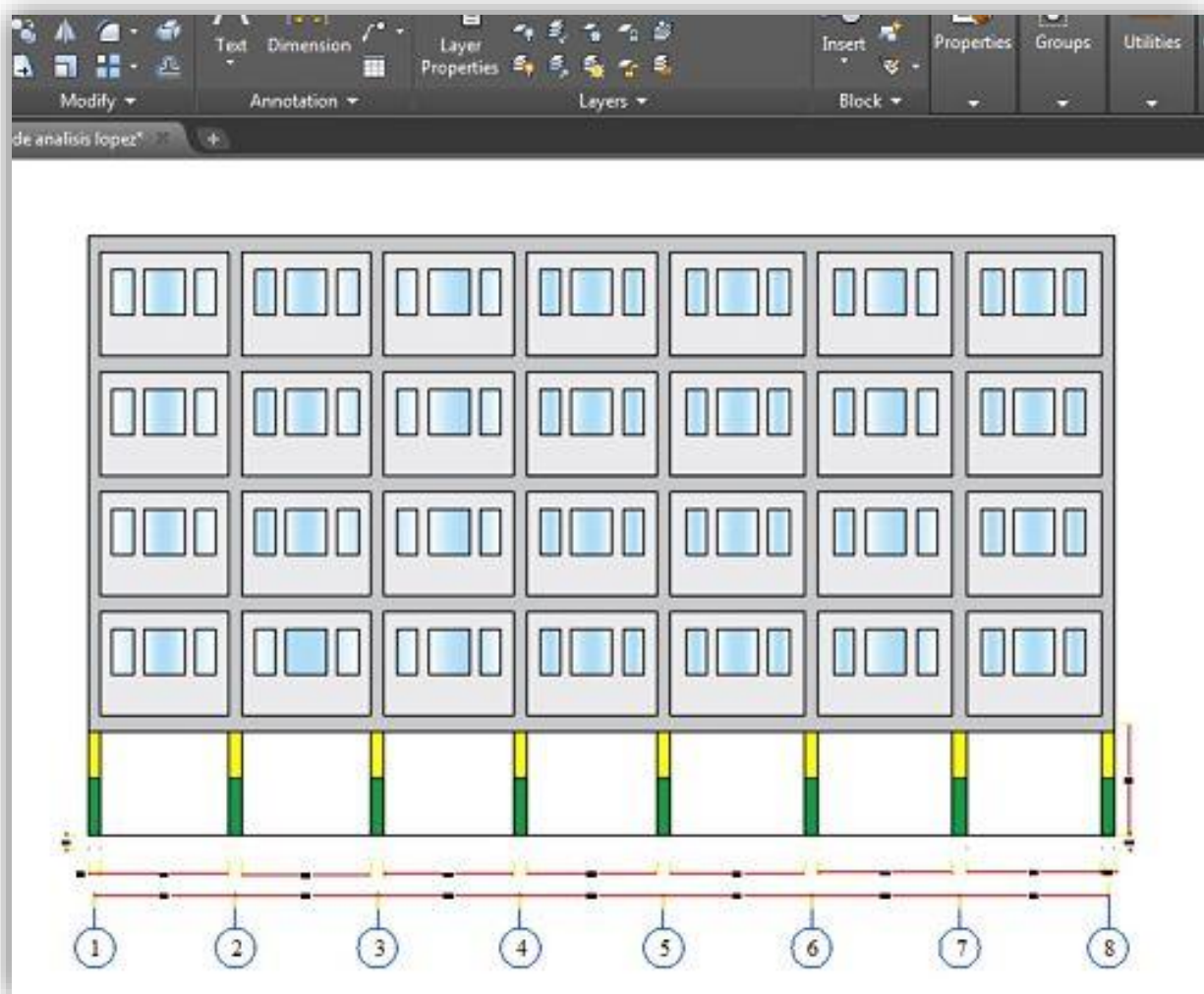


Figura N°192 – Plano de Arquitectura Distribución Quinto Piso



Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

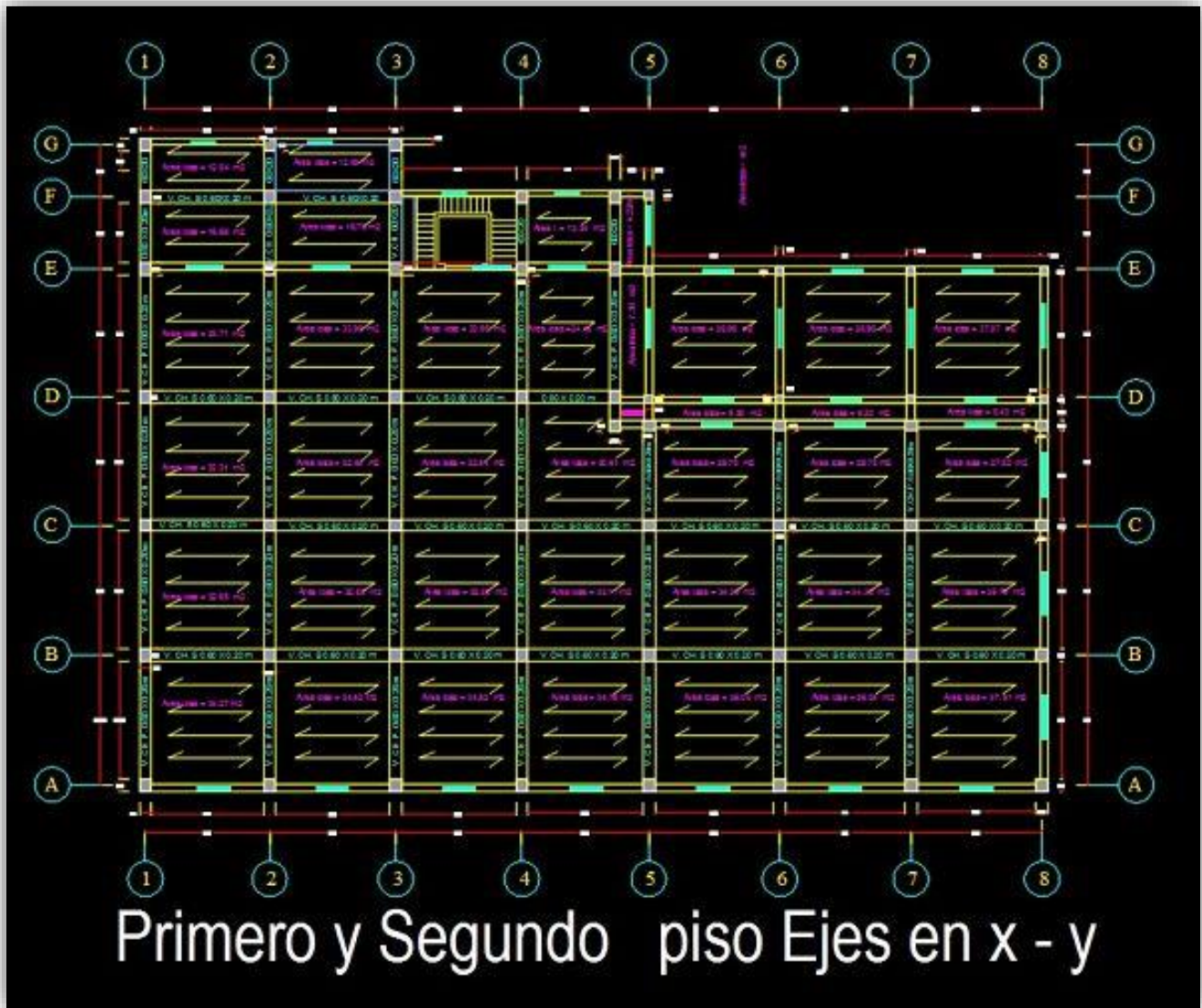
**Figura N°193 – Plano de Arquitectura Fachada de la edificación Nicolini**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

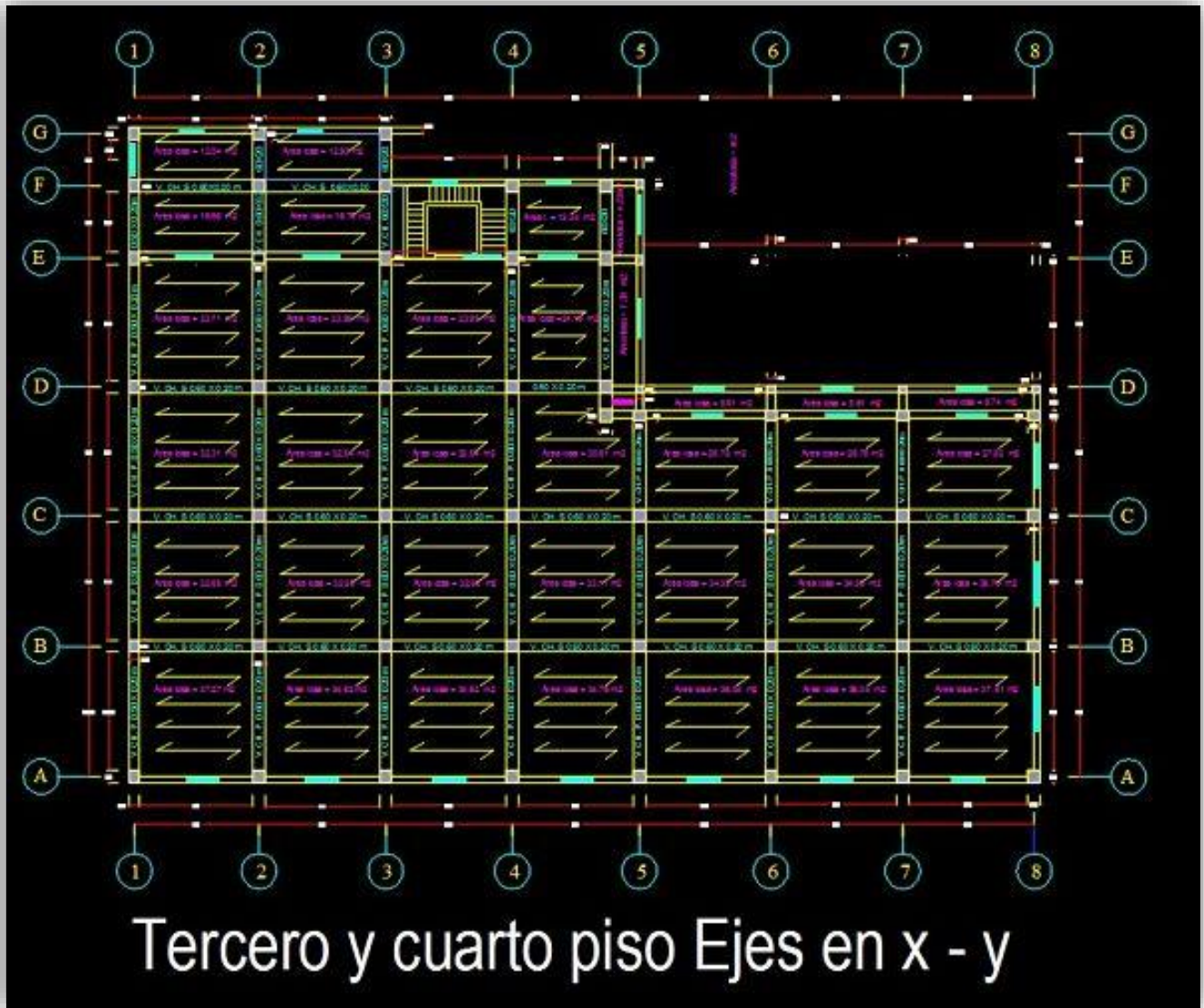
Sea realizado en este capítulo los planos de estructura de vigas, columnas, losa de techo y escalera como se visualiza en las imágenes siguientes.

Figura N°194 – Plano de planta primer piso



Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

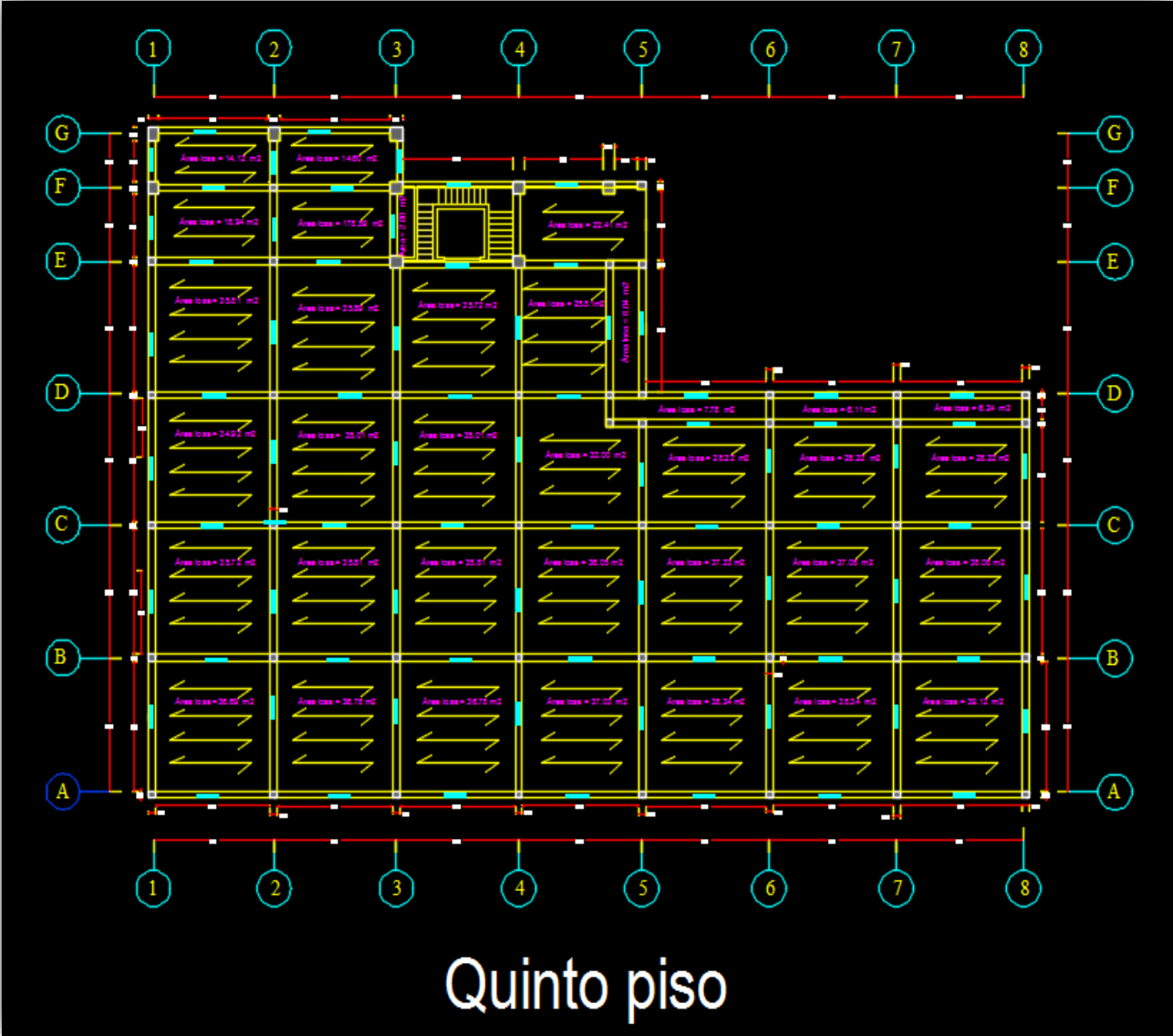
Figura N°195 – Plano de planta del Tercero y cuarto piso



Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.



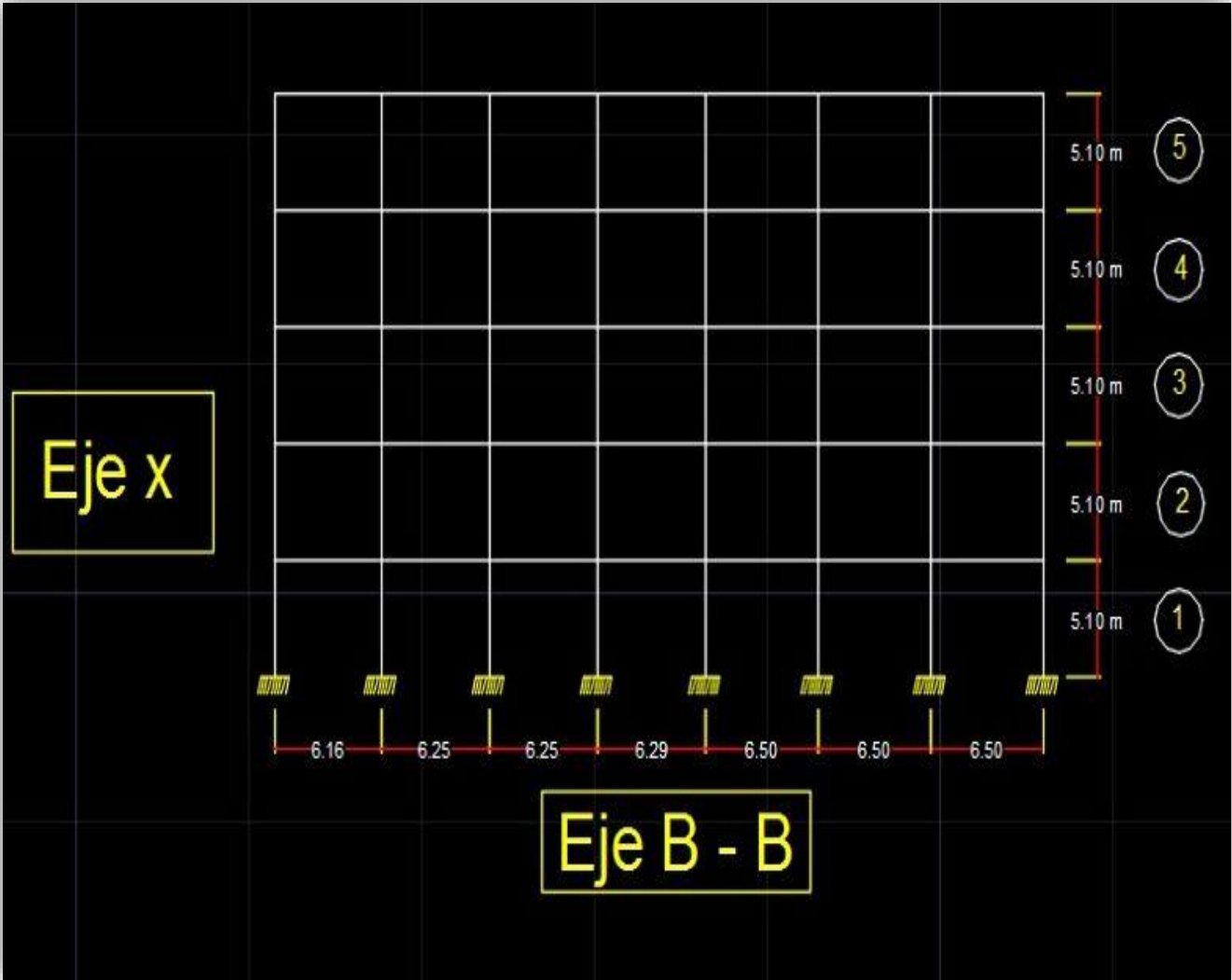
Figura N°196 – Plano de planta del quinto piso



Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

Siguiendo con el trabajo se realizó los dibujos en AutoCAD de los pórticos de la edificación Nicolini en los siguientes ejes en X y Y de dos puntos.

**Figura N°197 – Ejes X (Eje B – B)**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

Figura N°198 – Ejes Y (Eje 3 – 3)



Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

## 5.2 Predimensionamiento

Se verificará si los cálculos de peralte de viga considerados en el edificio Nicolini guardan relación con los parámetros actuales sismoresistentes en base a la normas del reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, ya que el edificio fue diseñado para fábrica de harina denominado Molino la Unión creado por Luigi Nicolini Bollentino, en el año 1918 esto quiere decir que la edificación tiene un promedio de vida aproximado de 102 años en la actualidad, se procede a realizar los cálculos de predimensionamiento de los elementos estructurales existentes de la edificación con apoyo de las normas E. 0.30, E.0.20, E. 0.60 y el Aci 318 – 19.

### Cálculos de Vigas Principales:

De acuerdo con los datos tomados de la edificación Nicolini cuenta con vigas principales con luz crítica de 6.46 m. como se visualiza en la imagen.

Figura N°199 – Viga Principal



Fuente Propia



Para calcular el peralte se toma datos de NTP E 0.20 donde nos dan referencia de carga a utilizar.

**Figura N°200– “Cargas Vivas Mínimas Repartidas”**

de asamblea	
Tiendas Ver 3.2.3	500
Corredores y escaleras	500

**Fuente Propia:** Norma Técnica Peruana E 0.20

**Figura N°201 – Coeficiente Para el Predimensionamiento de Viga**

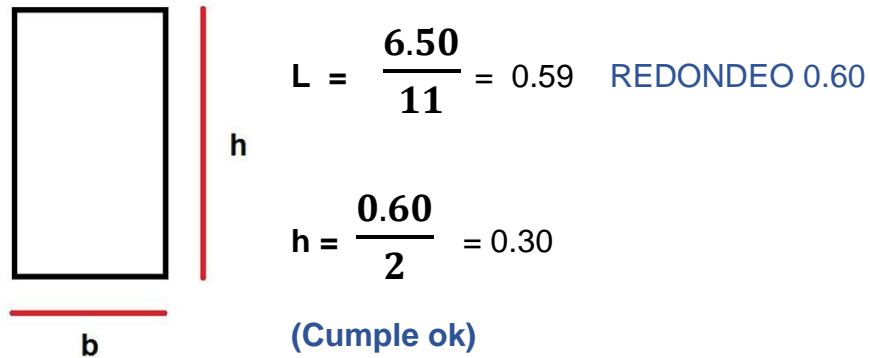
S/C	$\alpha$
200	13
250	12
500	11
750	10
1000	9

**Fuente Propia:** Concreto Armado Ing. Roberto Morales M. (2016)

### Vigas Principal

- Donde el peralte se considera:  $h$  (Peralte) =  $\frac{L}{\alpha}$
- La altura de la viga se define de acuerdo con los siguientes criterios:

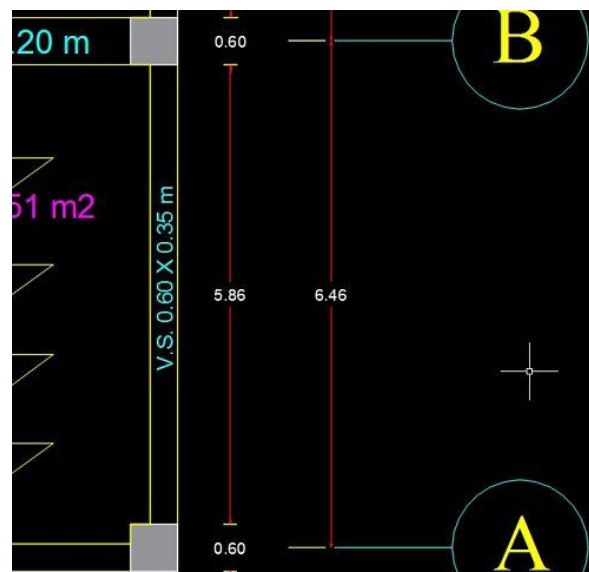
- $b$  (ancho de la viga) =  $\frac{h}{2}$
- $b = \frac{\text{ancho tributario}}{20}$

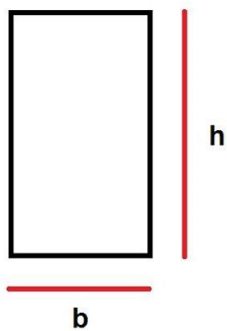


En la estructura del edificio Nicolini tiene la siguiente dimensión V.P. 0.60 x 0.35 m el cual cumple con las medidas de acuerdo a norma.

### Vigas Secundarias

De acuerdo con los datos tomados de la edificación Nicolini cuenta con vigas secundarias con luz crítica de m. como se visualiza en la imagen.





$$b = \frac{0.60}{2} = 0.30 \quad \text{REDONDEO 0.60}$$

$$b = \frac{0.60}{20} = 0.030$$

(Cumple ok)

En la estructura del edificio Nicolini tiene la siguiente dimensión V.S. 0.60 x 0.35 m el cual cumple con las medidas de acuerdo a norma.

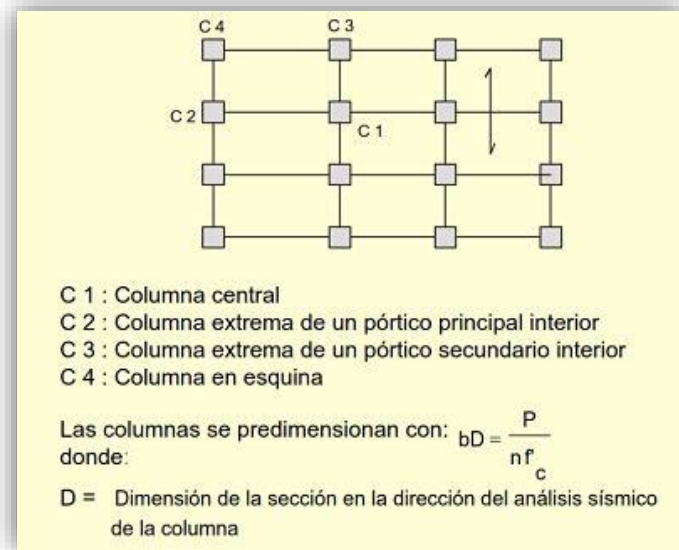
## Columnas

Se levantó la siguiente información de las columnas distribuidas en el edificio Nicolini las cuales el criterio del ingeniero fueron las siguientes medidas tanto en céntricas, excéntricas y las esquinadas, las funciones que tiene los elementos estructurales es resistir las cargas verticales de toda la edificación y a ello se une las fuerzas sísmicas que tendrá que soportar como horizontales por otras fuerza como por ejemplo vientos, es por ello que las columnas que se diseñan tienen un propósito el trabajo a flexo compresión.

Para desarrollar el predimensionamiento de las columnas se ha tomado como referencia al ingeniero Roberto Morales M. de concreto II (2006), ligados a la norma ACI, el edificio Nicolini tiene columnas de 60 x 60 m como principales en la parte central a diferencia del eje 5-5, eje 6-6, eje 7-7 y eje 8-8, cada eje tiene tres medidas de columnas de 0.40 x 0.40 / 0.50 x 0.60 / 0.60 x 0.60 tomaremos las más críticas para hallar el área de columna y comparar con la que tiene.

Se toma los datos de referencia:

**Figura N°202 – Valores a utilizar para el Predimensionamiento de Columnas**



**Fuente:** *Concreto II Ing. Roberto Morales M.*

**Figura N°203 – Valores a utilizar para el Predimensionamiento de Columnas**

b = la otra dimensión de la sección de la columna  
 P = carga total que soporta la columna (ver tabla B.2)  
 n = valor que depende del tipo de columna y se obtiene de la Tabla B.2  
 $f'_c$  = resistencia del concreto a la compresión simple

Tipo C1 (para los primeros pisos)	Columna interior	$P = 1.10 P_G$ $n = 0.30$
Tipo C1 (para los 4 últimos pisos superiores)	Columna interior	$P = 1.10 P_G$ $n = 0.25$
Tipo C2, C3	Columnas Extremas de pórticos interiores	$P = 1.25 P_G$ $n = 0.25$
Tipo C4	Columna de esquina	$P = 1.50 P_G$ $n = 0.20$

**Fuente:** *Concreto II Ing. Roberto Morales M.*

Calculamos las dimensiones de la columna C1 central.

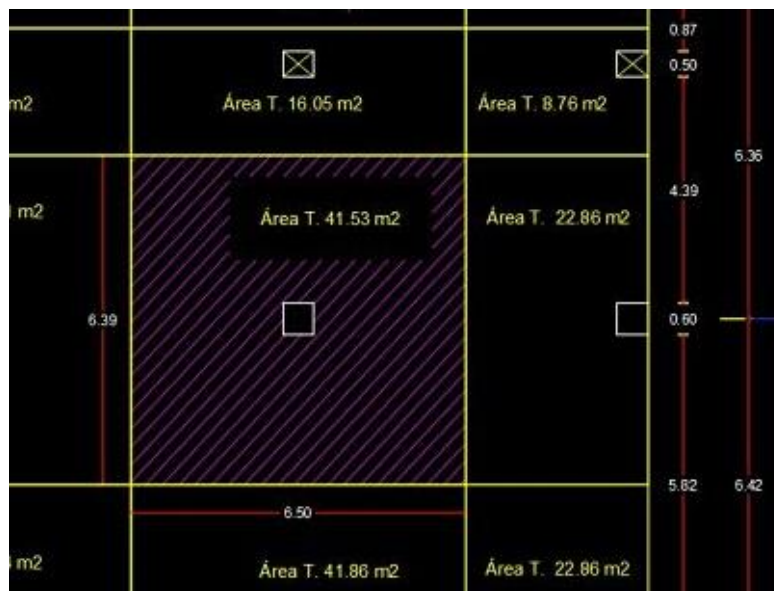
$$bt = \frac{P}{n * f'c}$$

$$P = Pg * At * N^{\circ} \text{ Pisos}$$

Donde:

- bt** : Área de sección
- P** : Peso de servicio
- n** : Factor
- f'c** : Fuerza de compresión
- Pg** : Peso de gravedad
- At** : Área Tributaria
- N°** : Numero de piso

Figura N°202 – Área tributaria C1



Fuente Propia

**Tabla N° 88 - Predimensionamiento de columna C1**

Columna	Tipo =	Tipo de columna C1	
N° de Piso	N°	5	
Longitud	L=	6.39	m
Ancho	B=	6.50	m
Área Tributaria	At=	41.5	m <sup>2</sup>

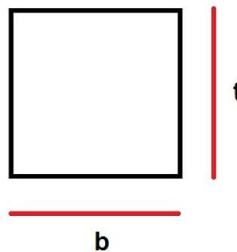
Concreto	F'c=	210	Kg/cm <sup>2</sup>
Factor n	n=	0.25	
P. gravedad	Pg =	1100	Kg/m <sup>2</sup>
P. servicio	P =	228443	Kg.
Área sección	bt =	4351	cm <sup>2</sup>

Sección de Columna:	60	cm
	72.52	cm

Sección Final	b =	60	cm
	t =	70	cm

**C1**

**Fuente Propia**

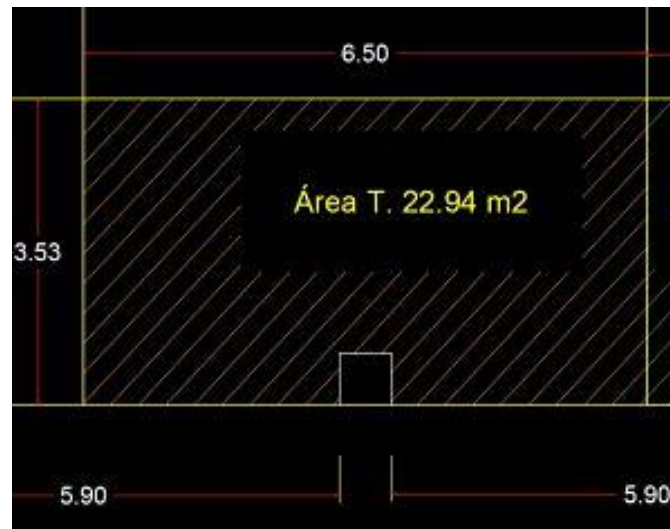


**(No Cumple)**

Las dimensiones de las columnas del Edificio Nicolini no cumplen con lo establecido a en las nuevas normas sismoresistente ya que cuenta con columnas de 0.60 X 0.60 m y en el cálculo hallado debería ser 60 x 70 cm.

Calculamos las dimensiones de la columna C2 extrema.

Figura N°204 – Área tributaria C2



Fuente Propia

Tabla N° 90 - Predimensionamiento de columna C2

Columna	Tipo =	Tipo de columna 1	
N° de Piso	N°	5	
Longitud	L=	3.53	m
Ancho	B=	6.50	m
Área Tributaria	At=	22.9	m <sup>2</sup>

Concreto	F'c=	210	Kg/cm <sup>2</sup>
Factor n	n=	0.3	
P. gravedad	Pg =	1250	Kg/m <sup>2</sup>
P. servicio	P =	143406	Kg.
Área sección	bt =	2276	cm <sup>2</sup>

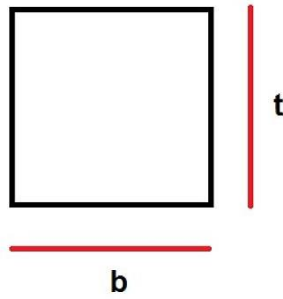
Sección de Columna:	60	cm
	37.94	cm

Sección Final	b =	60	cm
	t =	40	cm

**C2**

Fuente Propia

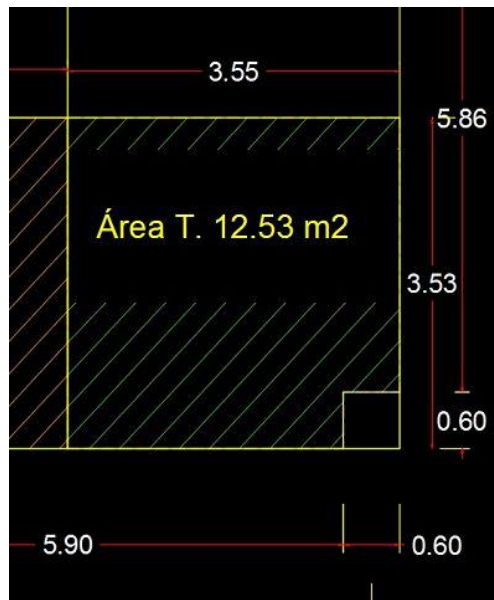
(Cumple ok)



En la columna excéntrica C2 del edificio Nicolini si cumple con las dimensiones establecidas ya que su área de sección es de 0.60 x 0.60 m, su parando la dimensión de cálculo de 60 x 40 cm.

Calculamos las dimensiones de la columna C4 esquina.

Figura N° 205– Área tributaria C4



Fuente propia

Tabla N° 79 - Predimensionamiento de columna C4



Columna	Tipo =	Tipo de columna C4	
N° de Piso	N°	5	
Longitud	L=	3.53	m
Ancho	B=	3.55	m
Área Tributaria	At=	12.5	m <sup>2</sup>

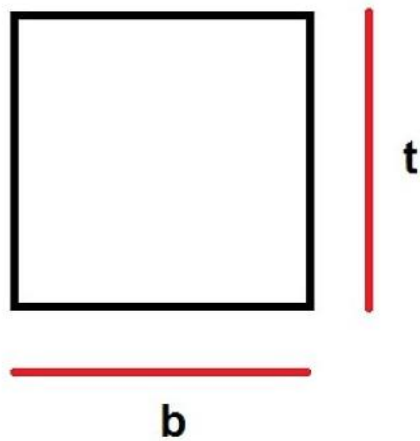
Concreto	F'c=	210	Kg/cm <sup>2</sup>
Factor n	n=	0.3	
P. gravedad	Pg =	1500	Kg/m <sup>2</sup>
P. servicio	P =	93986	Kg.
Área sección	bt =	1492	cm <sup>2</sup>

Sección de Columna:	40	cm
	37.30	cm

Sección Final	b =	40	cm
	t =	40	cm

**C4**

**Fuente Propia**



**(Cumple ok)**

En la columna esquina C4 del edificio Nicolini si cumple con las dimensiones establecidas ya que su área de sección es de 0.60 x 0.60 m, su parando la dimensión de cálculo de 40 x 40 cm.

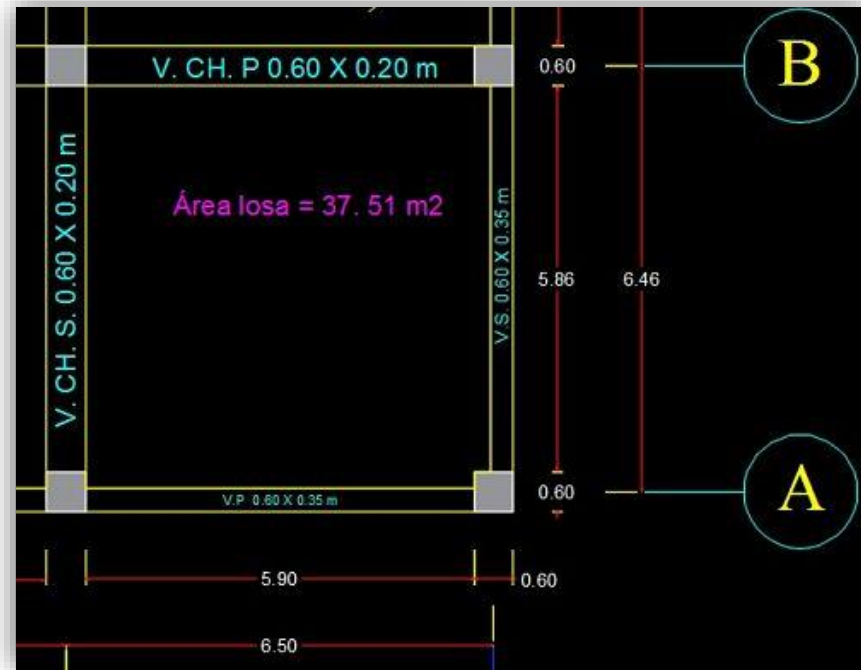
**Calculamos la dimensión de la Losa Maciza.**

Se tomará la siguiente fórmula para hallar el alto de la losa maciza.

$$H = \frac{L}{40} \text{ min}$$

H= Aligerado – 5 cm máx.

**Figura N°206 – Espesor de la Losa**



**Fuente propia**

**Tabla N° 91 - Predimensionamiento de Losa Maciza**

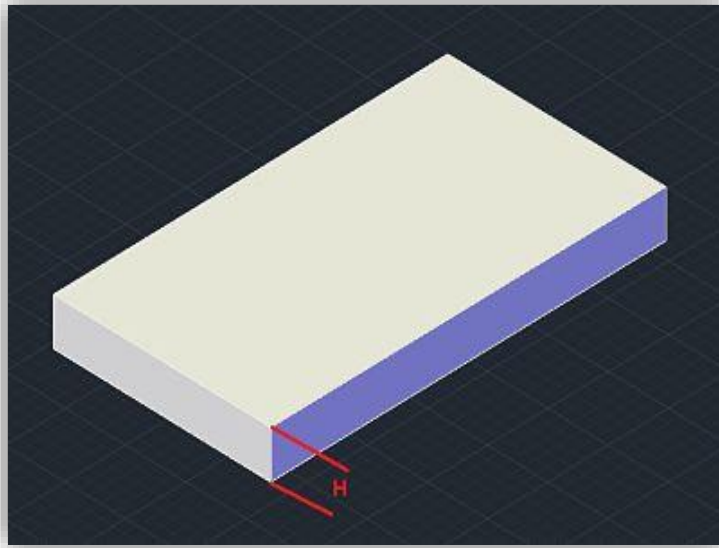
Luz libre del pórtico	L=	5.9	m
Espesor de la Losa	H=	0.15	cm
Espesor de la Losa definida	H. def.=	0.20	cm

Espesor de la losa	0.20	cm
--------------------	------	----

**Fuente propia**

**(Cumple ok)**

**Figura N°207 – Espesor de la Losa Maciza 0.20 cm**



**Fuente propia**

### **5.3 Metrados de Cargas**

En este capítulo hallaremos el metrado de cargas del edificio número 2 de Nicolini para sumar cada elemento como, columnas, Vigas Losa, pared y tabiquería, una vez metrado las cargas vivas y muertas de la edificación se realizará el modelamiento de la edificación en un Software.

Se ha contemplado en este capítulo de metrados la norma E 0.20, en el cual determina los valores de carga vivas a tomar, el edificio Nicolini fue edificado para fábrica de Harina, el uso nuevo que tiene antes del incendio era de galería es por ello que se está tomando el valor de tiendas como carga viva de la norma E 0.20

**Figura N°208 – Norma E 0.20 Tiendas**

de asamblea	
Tiendas Ver 3.2.3	500
Corredores y escaleras	500

**Fuente:** *Recopilada de la norma E 0.20*

Para la azotea sea considerado la carga viva 200 por ser un área que no tendrá transitividad frecuente y en el edificio su losa es aligerada,

**Figura N°209 – Norma E 0.20 Vivienda**

Viviendas	200
Corredores y escaleras	200

**Fuente:** *Recopilada de la norma E 0.20*

Para la carga muerta se está considerando el peso del concreto armado 2400 el cual establece la norma E0.20, como peso unitario en la edificación Nicolini la losa tanto del primero al quito piso es losa maciza.

**Figura N°210 – Norma E 0.20 Concreto Armado**

<u>Concreto Simple de :</u>	
Grava	2300
Cascote de ladrillo	1800
Pómez	1600
<b>2400</b>	
<b>Concreto Armado : Añadir 100Kg/m<sup>3</sup> al peso del concreto simple</b>	

**Fuente:** *Recopilada de la norma E 0.20*

También sea considerado en la pared y tabiquería los pesos unitarios establecidos en la norma E 0.20 para tener las cargas respectivas de acuerdo con el metrado de cargas a realizar.

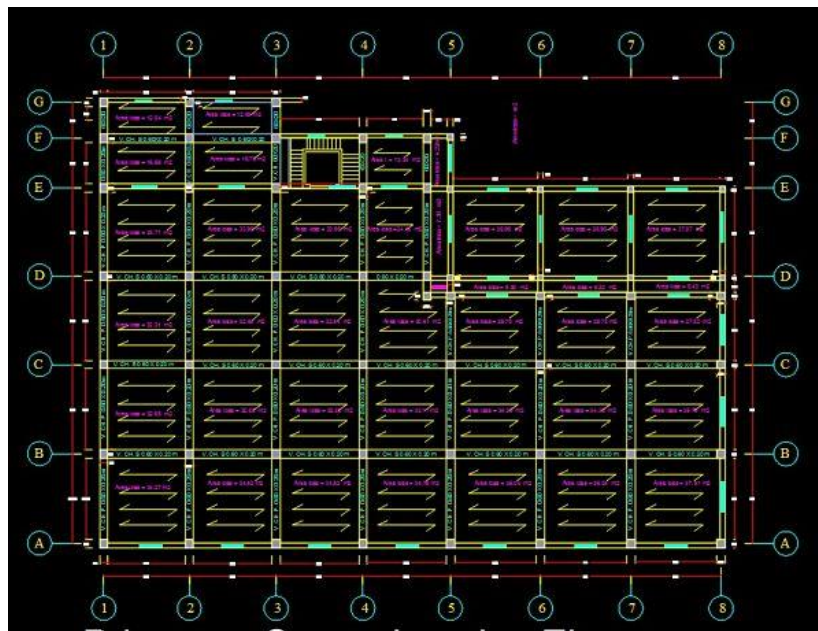
**Figura N°211 – Norma E 0.20 Pesos Unitarios de Albañilería**

<u>Albañilería de :</u>	
Adobe	1600
Unidades de albañilería sólidas	1800
Unidades de albañilería huecas	1350

**Fuente:** *Recopilada de la norma E 0.20*

Sea realizado el metrado de toda la edificación de los cinco niveles como se muestran en la imagen.

**Figura N°212 – Plano general de la Primera Planta**



**Fuente Propia**

## Metrado de carga del Primer Piso

Tabla N°92 – Metrado de carga en Vigas

Vigas Principales Secundarias y Chatas Primer Piso									
Piso	Cantidad	Base	Altura	Longitud	Peso específico del concreto	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
Primer Piso	3	0.35	0.60	5.61	2.4	Tn/m3	8.48	Tn	176.19
	4	0.60	0.20	5.61	2.4	Tn/m3	6.46	Tn	
	6	0.35	0.60	5.65	2.4	Tn/m3	17.09	Tn	
	7	0.60	0.20	5.65	2.4	Tn/m3	11.39	Tn	
	1	0.35	0.60	5.69	2.4	Tn/m3	2.87	Tn	
	2	0.60	0.20	5.69	2.4	Tn/m3	3.28	Tn	
	2	0.35	0.60	4.02	2.4	Tn/m3	4.05	Tn	
	1	0.60	0.20	4.02	2.4	Tn/m3	1.16	Tn	
	3	0.35	0.60	1.17	2.4	Tn/m3	1.77	Tn	
	1	0.35	0.60	1.07	2.4	Tn/m3	0.54	Tn	
	6	0.35	0.60	5.90	2.4	Tn/m3	17.84	Tn	
	6	0.60	0.20	5.90	2.4	Tn/m3	10.20	Tn	
	6	0.35	0.60	6.10	2.4	Tn/m3	18.45	Tn	
	1	0.50	0.20	5.86	2.4	Tn/m3	1.41	Tn	
	1	0.35	0.60	5.86	2.4	Tn/m3	2.95	Tn	
	6	0.60	0.20	5.86	2.4	Tn/m3	10.13	Tn	
	1	0.50	0.20	5.82	2.4	Tn/m3	1.40	Tn	
	1	0.35	0.60	5.82	2.4	Tn/m3	2.93	Tn	
	6	0.60	0.20	5.82	2.4	Tn/m3	10.06	Tn	
	2	0.50	0.20	5.76	2.4	Tn/m3	2.76	Tn	
	7	0.60	0.20	5.76	2.4	Tn/m3	11.61	Tn	
	1	0.35	0.60	4.39	2.4	Tn/m3	2.21	Tn	
	3	0.60	0.20	4.39	2.4	Tn/m3	3.79	Tn	
	3	0.40	0.60	0.87	2.4	Tn/m3	1.50	Tn	
	1	0.35	0.60	0.87	2.4	Tn/m3	0.44	Tn	
	1	0.60	0.20	0.82	2.4	Tn/m3	0.24	Tn	
	1	0.35	0.60	5.96	2.4	Tn/m3	3.00	Tn	
	3	0.40	0.60	5.96	2.4	Tn/m3	10.30	Tn	
	1	0.50	0.20	2.97	2.4	Tn/m3	0.71	Tn	
	4	0.60	0.20	2.97	2.4	Tn/m3	3.42	Tn	
1	0.35	0.60	3.37	2.4	Tn/m3	1.70	Tn		
1	0.50	0.20	1.99	2.4	Tn/m3	0.48	Tn		
1	0.60	0.20	1.99	2.4	Tn/m3	0.57	Tn		
1	0.35	0.60	1.99	2.4	Tn/m3	1.00	Tn		

Fuente Propia

Tabla N°93 – Metrado de carga de Columnas

Columnas									
Piso	Cantidad	Base	Altura	Longitud	Peso específico del concreto	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
Primer	36	0.60	0.60	5.20	2.4	Tn/m3	161.74	Tn	220.90
	11	0.50	0.60	5.20	2.4	Tn/m3	41.18	Tn	
	9	0.40	0.40	5.20	2.4	Tn/m3	17.97	Tn	

**Tabla N°94 – Metrado de carga de Losa Maciza**

Losa Maciza							
Primer Piso	área total de cada Sección m2	Espesor de losa	Peso Específico del Concreto	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
	1031.8	0.20	2.4	Tn/m3	495.26	Tn	495.26

**Tabla N°95 – Metrado de carga de Pared y Tabiquería**

Pared y Tabiquería								
Cantidad	Ancho	Largo	Alto	Peso específico	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
1	0.15	6.20	5.00	1.8	Tn/m3	8.37	Tn	59.22
2	0.15	6.10	5.00	1.8	Tn/m3	16.47	Tn	
1	0.15	3.37	5.00	1.8	Tn/m3	4.55	Tn	
1	0.15	1.17	5.00	1.8	Tn/m3	1.58	Tn	
1	0.15	4.02	5.00	1.8	Tn/m3	5.43	Tn	
2	0.15	5.65	5.00	1.8	Tn/m3	15.26	Tn	
1	0.15	5.61	5.00	1.8	Tn/m3	7.57	Tn	

**Tabla N°96 – Metrado de Carga Viva**

Carga viva						
Primer Piso	área total de cada Sección x m2	Peso Especifico	Tn/m2	Parcial	Unidad	Total
	1299.32	0.5	Tn/m2	649.66	Tn	649.66

<b>Total de Metrado de Carga Muerta y Viva del Primer Piso</b>	<b>Tn</b>	<b>1601.23</b>
--	-----------	----------------

**Fuente Propia.**

**Metrado de carga del Segundo Piso**

**Tabla N° 97 – Metrado de carga en Vigas**

Vigas Principales Secundarias y Chatas Primer Piso									
Piso	Cantidad	Base	Altura	Longitud	Peso específico del concreto	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
Primer Piso	3	0.35	0.60	5.61	2.4	Tn/m3	8.48	Tn	176.19
	4	0.60	0.20	5.61	2.4	Tn/m3	6.46	Tn	
	6	0.35	0.60	5.65	2.4	Tn/m3	17.09	Tn	
	7	0.60	0.20	5.65	2.4	Tn/m3	11.39	Tn	
	1	0.35	0.60	5.69	2.4	Tn/m3	2.87	Tn	
	2	0.60	0.20	5.69	2.4	Tn/m3	3.28	Tn	
	2	0.35	0.60	4.02	2.4	Tn/m3	4.05	Tn	
	1	0.60	0.20	4.02	2.4	Tn/m3	1.16	Tn	
	3	0.35	0.60	1.17	2.4	Tn/m3	1.77	Tn	
	1	0.35	0.60	1.07	2.4	Tn/m3	0.54	Tn	
	6	0.35	0.60	5.90	2.4	Tn/m3	17.84	Tn	
	6	0.60	0.20	5.90	2.4	Tn/m3	10.20	Tn	
	6	0.35	0.60	6.10	2.4	Tn/m3	18.45	Tn	
	1	0.50	0.20	5.86	2.4	Tn/m3	1.41	Tn	
	1	0.35	0.60	5.86	2.4	Tn/m3	2.95	Tn	
	6	0.60	0.20	5.86	2.4	Tn/m3	10.13	Tn	
	1	0.50	0.20	5.82	2.4	Tn/m3	1.40	Tn	
	1	0.35	0.60	5.82	2.4	Tn/m3	2.93	Tn	
	6	0.60	0.20	5.82	2.4	Tn/m3	10.06	Tn	
	2	0.50	0.20	5.76	2.4	Tn/m3	2.76	Tn	
	7	0.60	0.20	5.76	2.4	Tn/m3	11.61	Tn	
	1	0.35	0.60	4.39	2.4	Tn/m3	2.21	Tn	
	3	0.60	0.20	4.39	2.4	Tn/m3	3.79	Tn	
	3	0.40	0.60	0.87	2.4	Tn/m3	1.50	Tn	
	1	0.35	0.60	0.87	2.4	Tn/m3	0.44	Tn	
	1	0.60	0.20	0.82	2.4	Tn/m3	0.24	Tn	
	1	0.35	0.60	5.96	2.4	Tn/m3	3.00	Tn	
	3	0.40	0.60	5.96	2.4	Tn/m3	10.30	Tn	
	1	0.50	0.20	2.97	2.4	Tn/m3	0.71	Tn	
	4	0.60	0.20	2.97	2.4	Tn/m3	3.42	Tn	
1	0.35	0.60	3.37	2.4	Tn/m3	1.70	Tn		
1	0.50	0.20	1.99	2.4	Tn/m3	0.48	Tn		
1	0.60	0.20	1.99	2.4	Tn/m3	0.57	Tn		
1	0.35	0.60	1.99	2.4	Tn/m3	1.00	Tn		

Fuente Propia

**Tabla N°98 – Metrado de carga de Columnas**



Columnas									
Piso	Cantidad	Base	Altura	Longitud	Peso específico del concreto	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
Segundo	36	0.60	0.60	5.20	2.4	Tn/m3	161.74	Tn	220.90
	11	0.50	0.60	5.20	2.4	Tn/m3	41.18	Tn	
	9	0.40	0.40	5.20	2.4	Tn/m3	17.97	Tn	

**Tabla N°99 – Metrado de carga de Losa Maciza**

Losa Maciza							
Segundo Piso	área total de cada Sección m2	Espesor de losa	Peso Específico del Concreto	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
	1031.8	0.20	2.4	Tn/m3	495.26	Tn	495.26

**Tabla N°100 – Metrado de carga de Pared**

Pared										
Cantidad	Ancho	Largo	Alto	ventana (-) m2	m3	Peso específico	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
1	0.15	5.61	4.60	7.22	5.02	1.8	Tn/m3	5.02	Tn	20.58
1	0.15	5.65	4.60	7.22	5.07	1.8	Tn/m3	5.07	Tn	
1	0.15	5.69	4.60	7.22	5.12	1.8	Tn/m3	5.12	Tn	
1	0.15	5.90	4.60	7.22	5.38	1.8	Tn/m3	5.38	Tn	

**Fuente Propia**

**Tabla N°101 – Metrado de carga de Pared y Tabiquería**

Paredes y Tabiquería								
Cantidad	Ancho	Largo	Alto	Peso específico	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
1	0.15	6.20	5.00	1.35	Tn/m3	6.28	Tn	52.76
2	0.15	6.10	5.00	1.35	Tn/m3	12.35	Tn	
1	0.15	3.37	5.00	1.35	Tn/m3	3.41	Tn	
1	0.15	1.17	5.00	1.35	Tn/m3	1.18	Tn	
1	0.15	4.02	5.00	1.35	Tn/m3	4.07	Tn	
2	0.15	5.65	5.00	1.35	Tn/m3	11.44	Tn	
1	0.15	5.61	5.00	1.35	Tn/m3	5.68	Tn	
1	0.15	3.24	5.00	1.35	Tn/m3	3.28	Tn	
1	0.15	3.44	5.00	1.35	Tn/m3	3.48	Tn	
1	0.15	0.81	5.00	1.35	Tn/m3	0.82	Tn	
1	0.15	0.75	5.00	1.35	Tn/m3	0.76	Tn	

**Tabla N°102 – Metrado de Carga Viva**

Carga viva						
Segundo Piso	área total de cada Sección x m2	Peso Especifico	Tn/m2	Parcial	Unidad	Total
	1299.32	0.5	Tn/m2	649.66	Tn	649.66
<b>Total de Metrado de Carga Muerta y Viva del Primer Piso</b>				<b>Tn</b>	<b>1615.35</b>	

**Fuente Propia**

**Metrado de carga del Tercer Piso**

**Tabla N° 103 – Metrado de Cargas en Vigas**

**Fuente Propia**

<b>Vigas Principales Secundarias y Chatas Tercer Piso</b>									
<b>Piso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Base</b>	<b>Altura</b>	<b>Longitud</b>	<b>Peso específico del concreto</b>	<b>Tn/m3</b>	<b>Parcial</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total</b>
<b>Tercer Piso</b>	3	0.35	0.60	5.61	2.4	Tn/m3	8.48	Tn	160.53
	4	0.60	0.20	5.61	2.4	Tn/m3	6.46	Tn	
	6	0.35	0.60	5.65	2.4	Tn/m3	17.09	Tn	
	7	0.60	0.20	5.65	2.4	Tn/m3	11.39	Tn	
	1	0.35	0.60	5.69	2.4	Tn/m3	2.87	Tn	
	2	0.60	0.20	5.69	2.4	Tn/m3	3.28	Tn	
	2	0.35	0.60	4.02	2.4	Tn/m3	4.05	Tn	
	1	0.60	0.20	4.02	2.4	Tn/m3	1.16	Tn	
	3	0.35	0.60	1.17	2.4	Tn/m3	1.77	Tn	
	1	0.35	0.60	1.07	2.4	Tn/m3	0.54	Tn	
	6	0.35	0.60	5.90	2.4	Tn/m3	17.84	Tn	
	6	0.60	0.20	5.90	2.4	Tn/m3	10.20	Tn	
	3	0.35	0.60	6.10	2.4	Tn/m3	9.22	Tn	
	1	0.50	0.20	5.86	2.4	Tn/m3	1.41	Tn	
	1	0.35	0.60	5.86	2.4	Tn/m3	2.95	Tn	
	6	0.60	0.20	5.86	2.4	Tn/m3	10.13	Tn	
	1	0.50	0.20	5.82	2.4	Tn/m3	1.40	Tn	
	1	0.35	0.60	5.82	2.4	Tn/m3	2.93	Tn	
	6	0.60	0.20	5.82	2.4	Tn/m3	10.06	Tn	
	2	0.50	0.20	5.76	2.4	Tn/m3	2.76	Tn	
	7	0.60	0.20	5.76	2.4	Tn/m3	11.61	Tn	
	1	0.35	0.60	4.39	2.4	Tn/m3	2.21	Tn	
	3	0.60	0.20	4.39	2.4	Tn/m3	3.79	Tn	
	3	0.40	0.60	0.87	2.4	Tn/m3	1.50	Tn	
	1	0.35	0.60	0.87	2.4	Tn/m3	0.44	Tn	
	1	0.60	0.20	0.82	2.4	Tn/m3	0.24	Tn	
	2	0.40	0.60	5.96	2.4	Tn/m3	6.87	Tn	
	1	0.50	0.20	2.97	2.4	Tn/m3	0.71	Tn	
4	0.60	0.20	2.97	2.4	Tn/m3	3.42	Tn		
1	0.35	0.60	3.37	2.4	Tn/m3	1.70	Tn		
1	0.50	0.20	1.99	2.4	Tn/m3	0.48	Tn		
1	0.60	0.20	1.99	2.4	Tn/m3	0.57	Tn		
1	0.35	0.60	1.99	2.4	Tn/m3	1.00	Tn		

**Tabla N°104 – Metrado de carga de Columnas**

Columnas									
Piso	Cantidad	Base	Altura	Longitud	Peso específico del concreto	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
	36	0.60	0.60	5.20	2.4	Tn/m3	161.74	Tn	214.91
Tercero	11	0.50	0.60	5.20	2.4	Tn/m3	41.18	Tn	
	6	0.40	0.40	5.20	2.4	Tn/m3	11.98	Tn	

**Tabla N°105 – Metrado de carga de Losa Maciza**

Losa Maciza							
Tercer Piso	área total de cada Sección m2	Espesor de losa	Peso Específico del Concreto	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
	920.01	0.20	2.4	Tn/m3	441.60	Tn	441.60

**Tabla N°106 – Metrado de carga de Pared**

Pared										
Cantidad	Ancho	Largo	Alto	ventana (-) m2	m3	Peso específico	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
1	0.15	5.61	4.60	7.22	5.02	1.8	Tn/m3	5.02	Tn	20.58
1	0.15	5.65	4.60	7.22	5.07	1.8	Tn/m3	5.07	Tn	
1	0.15	5.69	4.60	7.22	5.12	1.8	Tn/m3	5.12	Tn	
1	0.15	5.90	4.60	7.22	5.38	1.8	Tn/m3	5.38	Tn	

**Fuente Propia**

**Tabla N°107 – Metrado de carga de Pared y Tabiquería**

Paredes y Tabiquería								
Cantidad	Ancho	Largo	Alto	Peso específico	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
1	0.15	6.20	5.00	1.35	Tn/m3	6.28	Tn	54.64
2	0.15	6.10	5.00	1.35	Tn/m3	12.35	Tn	
1	0.15	3.37	5.00	1.35	Tn/m3	3.41	Tn	
1	0.15	1.17	5.00	1.35	Tn/m3	1.18	Tn	
1	0.15	4.02	5.00	1.35	Tn/m3	4.07	Tn	
2	0.15	5.65	5.00	1.35	Tn/m3	11.44	Tn	
1	0.15	5.61	5.00	1.35	Tn/m3	5.68	Tn	
1	0.15	3.24	2.80	1.35	Tn/m3	1.84	Tn	
1	0.15	3.44	2.80	1.35	Tn/m3	1.95	Tn	
1	0.15	0.81	2.80	1.35	Tn/m3	0.46	Tn	
1	0.15	0.75	2.80	1.35	Tn/m3	0.43	Tn	
1	0.15	4.59	2.80	1.35	Tn/m3	2.60	Tn	
1	0.15	4.02	2.80	1.35	Tn/m3	2.28	Tn	
1	0.15	1.17	2.80	1.35	Tn/m3	0.66	Tn	

**Tabla N°108 – Metrado de Carga Viva**

Carga viva						
Tercer Piso	área total de cada Sección x m2	Peso Especifico	Tn/m2	Parcial	Unidad	Total
	1299.32	0.5	Tn/m2	649.66	Tn	649.66

<b>Total de Metrado de Carga Muerta y Viva del Tercer Piso</b>	<b>Tn</b>	<b>1541.92</b>
--	-----------	----------------

**Fuente Propia**

**Metrado de carga del Cuarto Piso**

**Tabla N° 109 – Metrado de Cargas en Vigas**

		Vigas Principales							
		Secundarias y Chatas Cuarto Piso							
Piso	Cantidad	Base	Altura	Longitud	Peso específico del concreto	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
Cuarto Piso	3	0.35	0.60	5.61	2.4	Tn/m3	8.48	Tn	160.53
	4	0.60	0.20	5.61	2.4	Tn/m3	6.46	Tn	
	6	0.35	0.60	5.65	2.4	Tn/m3	17.09	Tn	
	7	0.60	0.20	5.65	2.4	Tn/m3	11.39	Tn	
	1	0.35	0.60	5.69	2.4	Tn/m3	2.87	Tn	
	2	0.60	0.20	5.69	2.4	Tn/m3	3.28	Tn	
	2	0.35	0.60	4.02	2.4	Tn/m3	4.05	Tn	
	1	0.60	0.20	4.02	2.4	Tn/m3	1.16	Tn	
	3	0.35	0.60	1.17	2.4	Tn/m3	1.77	Tn	
	1	0.35	0.60	1.07	2.4	Tn/m3	0.54	Tn	
	6	0.35	0.60	5.90	2.4	Tn/m3	17.84	Tn	
	6	0.60	0.20	5.90	2.4	Tn/m3	10.20	Tn	
	3	0.35	0.60	6.10	2.4	Tn/m3	9.22	Tn	
	1	0.50	0.20	5.86	2.4	Tn/m3	1.41	Tn	
	1	0.35	0.60	5.86	2.4	Tn/m3	2.95	Tn	
	6	0.60	0.20	5.86	2.4	Tn/m3	10.13	Tn	
	1	0.50	0.20	5.82	2.4	Tn/m3	1.40	Tn	
	1	0.35	0.60	5.82	2.4	Tn/m3	2.93	Tn	
	6	0.60	0.20	5.82	2.4	Tn/m3	10.06	Tn	
	2	0.50	0.20	5.76	2.4	Tn/m3	2.76	Tn	
	7	0.60	0.20	5.76	2.4	Tn/m3	11.61	Tn	
	1	0.35	0.60	4.39	2.4	Tn/m3	2.21	Tn	
	3	0.60	0.20	4.39	2.4	Tn/m3	3.79	Tn	
	3	0.40	0.60	0.87	2.4	Tn/m3	1.50	Tn	
	1	0.35	0.60	0.87	2.4	Tn/m3	0.44	Tn	
	1	0.60	0.20	0.82	2.4	Tn/m3	0.24	Tn	
	2	0.40	0.60	5.96	2.4	Tn/m3	6.87	Tn	
	1	0.50	0.20	2.97	2.4	Tn/m3	0.71	Tn	
4	0.60	0.20	2.97	2.4	Tn/m3	3.42	Tn		
1	0.35	0.60	3.37	2.4	Tn/m3	1.70	Tn		
1	0.50	0.20	1.99	2.4	Tn/m3	0.48	Tn		
1	0.60	0.20	1.99	2.4	Tn/m3	0.57	Tn		
1	0.35	0.60	1.99	2.4	Tn/m3	1.00	Tn		

Fuente Propia

Tabla N°110 – Metrado de carga de Columnas

Columnas									
Piso	Cantidad	Base	Altura	Longitud	Peso específico del concreto	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
Cuarto	36	0.60	0.60	5.20	2.4	Tn/m3	161.74	Tn	214.91
	11	0.50	0.60	5.20	2.4	Tn/m3	41.18	Tn	
	6	0.40	0.40	5.20	2.4	Tn/m3	11.98	Tn	

**Tabla N°111 – Metrado de carga de Losa Maciza**

Losa Maciza							
Cuarto Piso	área total de cada Sección m2	Espesor de losa	Peso Específico del Concreto	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
	920.01	0.20	2.4	Tn/m3	441.60	Tn	441.60

**Tabla N°112 – Metrado de carga de Pared**

Pared										
Cantidad	Ancho	Largo	Alto	ventana (-) m2	m3	Peso específico	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
1	0.15	5.61	4.60	7.22	5.02	1.8	Tn/m3	5.02	Tn	20.58
1	0.15	5.65	4.60	7.22	5.07	1.8	Tn/m3	5.07	Tn	
1	0.15	5.69	4.60	7.22	5.12	1.8	Tn/m3	5.12	Tn	
1	0.15	5.90	4.60	7.22	5.38	1.8	Tn/m3	5.38	Tn	

**Fuente Propia**

**Tabla N° 113 – Metrado de carga de Pared y Tabiquería**

**Paredes y Tabiquería**

Cantidad	Ancho	Largo	Alto	Peso específico	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
1	0.15	6.20	5.00	1.35	Tn/m3	6.28	Tn	50.90
2	0.15	6.10	5.00	1.35	Tn/m3	12.35	Tn	
1	0.15	3.37	5.00	1.35	Tn/m3	3.41	Tn	
1	0.15	1.17	5.00	1.35	Tn/m3	1.18	Tn	
1	0.15	4.02	5.00	1.35	Tn/m3	4.07	Tn	
2	0.15	5.65	5.00	1.35	Tn/m3	11.44	Tn	
1	0.15	5.61	5.00	1.35	Tn/m3	5.68	Tn	
1	0.15	3.24	2.80	1.35	Tn/m3	1.84	Tn	
1	0.15	3.44	2.80	1.35	Tn/m3	1.95	Tn	
1	0.15	0.81	2.80	1.35	Tn/m3	0.46	Tn	
1	0.15	0.75	2.80	1.35	Tn/m3	0.43	Tn	
1	0.15	2.02	2.80	1.35	Tn/m3	1.15	Tn	
1	0.15	1.17	2.80	1.35	Tn/m3	0.66	Tn	
				1.35				

**Tabla N°114 – Metrado de Carga Viva**

Carga viva						
Cuarto Piso	área total de cada Sección x m2	Peso Especifico	Tn/m2	Parcial	Unidad	Total
	1299.32	0.5	Tn/m2	649.66	Tn	649.66

<b>Total de Metrado de Carga Muerta y Viva del Tercer Piso</b>	<b>Tn</b>	<b>1538.18</b>
--	-----------	----------------

**Fuente Propia**

**Metrado de carga del Quinto Piso**

**Tabla N° 114 – Metrado de Cargas en Vigas**

<b>Vigas Principales Secundarias y Chatas Quinto Piso</b>
---



Piso	Cantidad	Base	Altura	Longitud	Peso específico del concreto	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
Quito Piso	6	0.35	0.35	5.89	2.4	Tn/m3	10.39	Tn	132.00
	1	0.35	0.35	5.61	2.4	Tn/m3	1.65	Tn	
	10	0.35	0.35	5.90	2.4	Tn/m3	17.35	Tn	
	2	0.35	0.35	5.78	2.4	Tn/m3	3.40	Tn	
	1	0.35	0.35	5.65	2.4	Tn/m3	1.66	Tn	
	3	0.35	0.35	5.94	2.4	Tn/m3	5.24	Tn	
	1	0.35	0.35	4.27	2.4	Tn/m3	1.26	Tn	
	1	0.35	0.35	4.15	2.4	Tn/m3	1.22	Tn	
	1	0.35	0.35	4.02	2.4	Tn/m3	1.18	Tn	
	3	0.35	0.35	1.35	2.4	Tn/m3	1.19	Tn	
	10	0.35	0.35	6.15	2.4	Tn/m3	18.08	Tn	
	5	0.35	0.35	6.28	2.4	Tn/m3	9.23	Tn	
	8	0.35	0.35	6.24	2.4	Tn/m3	14.68	Tn	
	8	0.35	0.35	6.07	2.4	Tn/m3	14.28	Tn	
	4	0.35	0.35	5.94	2.4	Tn/m3	6.99	Tn	
	4	0.35	0.35	4.59	2.4	Tn/m3	5.40	Tn	
	5	0.35	0.35	1.00	2.4	Tn/m3	1.47	Tn	
	2	0.35	0.35	6.09	2.4	Tn/m3	3.58	Tn	
	2	0.35	0.35	5.96	2.4	Tn/m3	3.50	Tn	
	2	0.35	0.35	5.99	2.4	Tn/m3	3.52	Tn	
	1	0.35	0.35	3.10	2.4	Tn/m3	0.91	Tn	
	1	0.35	0.35	3.22	2.4	Tn/m3	0.95	Tn	
	1	0.35	0.35	2.97	2.4	Tn/m3	0.87	Tn	
	1	0.35	0.35	3.40	2.4	Tn/m3	1.00	Tn	
	1	0.35	0.35	2.97	2.4	Tn/m3	0.87	Tn	
	2	0.35	0.35	1.99	2.4	Tn/m3	1.17	Tn	
1	0.35	0.35	2.12	2.4	Tn/m3	0.62	Tn		
1	0.35	0.35	1.17	2.4	Tn/m3	0.34	Tn		

Fuente Propia

Tabla N°115 – Metrado de carga de Columnas

Columnas

Piso	Cantidad	Base	Altura	Longitud	Peso específico del concreto	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
Quinto	7	0.60	0.60	5.20	2.4	Tn/m3	31.45	Tn	106.20
	2	0.50	0.60	5.20	2.4	Tn/m3	7.49	Tn	
	44	0.35	0.35	5.20	2.4	Tn/m3	67.27	Tn	

**Tabla N°116 – Metrado de carga de Losa Maciza**

Losa Maciza						
Quinto Piso	área total de cada Sección m2	Peso por kg/m2 en ladrillo y concreto	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
	992.83	0.326	Tn/m3	323.66	Tn	323.66

**Tabla N°117 – Metrado de carga de Pared**

Pared										
Cantidad	Ancho	Largo	Alto	ventana (-) m2	m3	Peso específico	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
1	0.15	5.61	4.60	7.22	5.02	1.8	Tn/m3	5.02	Tn	20.58
1	0.15	5.65	4.60	7.22	5.07	1.8	Tn/m3	5.07	Tn	
1	0.15	5.69	4.60	7.22	5.12	1.8	Tn/m3	5.12	Tn	
1	0.15	5.90	4.60	7.22	5.38	1.8	Tn/m3	5.38	Tn	

**Fuente Propia**

**Tabla N° 118 – Metrado de carga de Pared y Tabiquería**

Pared y Tabiquería
--------------------

Cantidad	Ancho	Largo	Alto	Peso específico	Tn/m3	Parcial	Unidad	Total
1	0.15	6.20	5.00	1.35	Tn/m3	6.28	Tn	108.71
2	0.15	6.10	5.00	1.35	Tn/m3	12.35	Tn	
1	0.15	3.37	5.00	1.35	Tn/m3	3.41	Tn	
1	0.15	1.17	5.00	1.35	Tn/m3	1.18	Tn	
1	0.15	4.02	5.00	1.35	Tn/m3	4.07	Tn	
1	0.15	5.65	5.00	1.35	Tn/m3	5.72	Tn	
1	0.15	1.66	2.80	1.35	Tn/m3	0.94	Tn	
1	0.15	3.24	2.80	1.35	Tn/m3	1.84	Tn	
1	0.15	3.44	2.80	1.35	Tn/m3	1.95	Tn	
1	0.15	0.81	2.80	1.35	Tn/m3	0.46	Tn	
1	0.15	0.75	2.80	1.35	Tn/m3	0.43	Tn	
1	0.15	2.02	2.80	1.35	Tn/m3	1.15	Tn	
1	0.15	1.17	2.80	1.35	Tn/m3	0.66	Tn	
2	0.15	1.99	5.00	1.35	Tn/m3	4.03	Tn	
2	0.15	3.15	5.00	1.35	Tn/m3	6.38	Tn	
2	0.15	6.09	5.00	1.35	Tn/m3	12.33	Tn	
1	0.15	2.81	5.00	1.35	Tn/m3	2.85	Tn	
1	0.15	4.07	5.00	1.35	Tn/m3	4.12	Tn	
2	0.15	6.24	5.00	1.35	Tn/m3	12.64	Tn	
3	0.15	6.07	5.00	1.35	Tn/m3	18.44	Tn	
3	0.15	0.80	5.00	1.35	Tn/m3	2.43	Tn	
2	0.15	2.00	5.00	1.35	Tn/m3	4.05	Tn	
1	0.15	1.00	5.00	1.35	Tn/m3	1.01	Tn	

**Tabla N°119 – Metrado de Carga Viva**

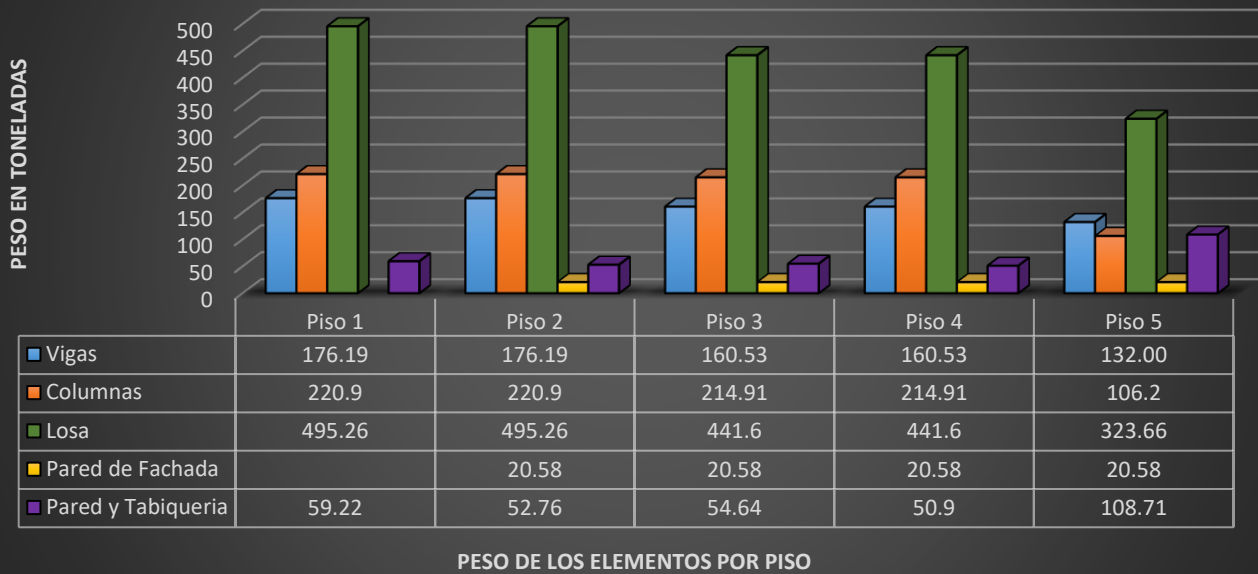
Carga viva						
Cuarto Piso	área total de cada Sección x m2	Peso Especifico	Tn/m2	Parcial	Unidad	Total
	1174.66	0.2	Tn/m2	234.932	Tn	234.932

<b>Total de Metrado de Carga Muerta y Viva del Tercer Piso</b>	<b>Tn</b>	<b>926.09</b>
--	-----------	---------------

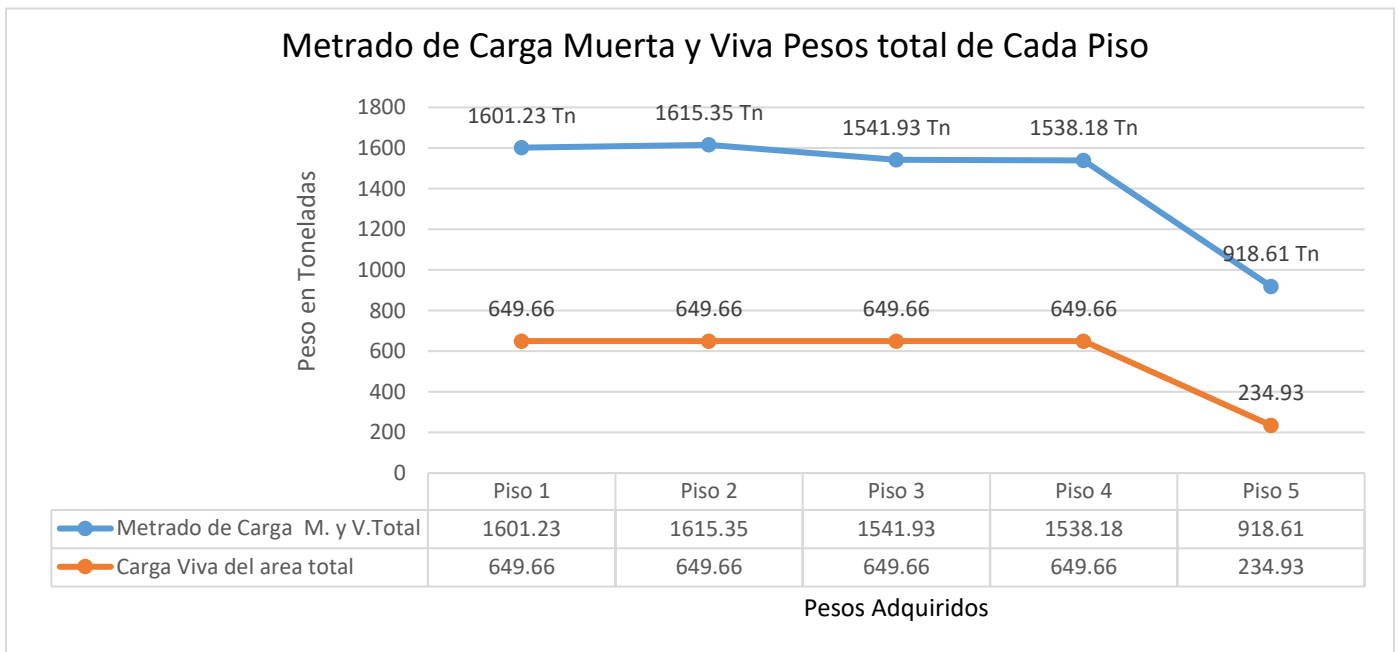
**Fuente Propia**

**Figura N°213 – Metrados de Carga Muerta por Piso y Elementos**

## Metrado de Cargas Muerta por Piso y por elemento



FiguraN°214 – Metrados de Carga Muerta y Viva Peso Total por cada Piso



Fuente Propia

### 5.4 Modelación estructural en el Etabs

La modelación es para ver el análisis de las estructuras del edificio Nicolini, ya que en el Perú es considerado como una zona altamente sísmica, sobretodo en la franja costera en cual está considerado como zona de riesgo y vulnerable.

De esta manera para poder tener la evaluación del edificio Nicolini en el análisis estructural el cual está sometido bajo cargas de gravedad, para esta modelación se decidió utilizar el programa del Etabs versión 18.0.2 (2019).

Al llegar a esta etapa se tiene toda la información de la estructura del edificio Nicolini ya que se realizó levantamiento de las medidas de los diferentes elementos plasmados en AutoCAD para para luego metrar sus cargas utilizando las norma E 0.30 y la E 0.20

Para obtener los valores que se tomara como referencia para obtener la fuerza cortante y metrar las cargas.

**Figura N° 215 – Programa Etabs 18. 0.2**



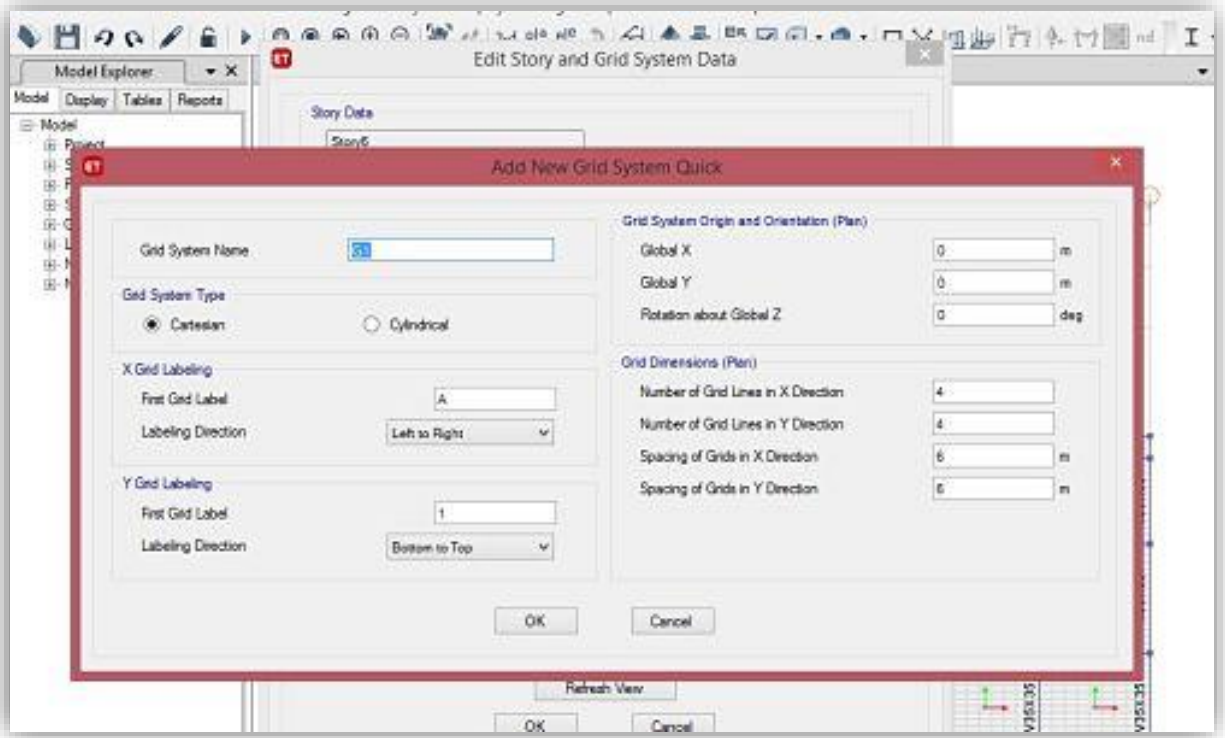
**Fuente Recopilación:** *Internet*

### **Modelamiento en Etabs**

Se realizó el ingreso de datos del edificio Nicolini para crear la plantilla en el Etabs y moldearlo, ya que se tiene los planos distribución arquitectura y estructura.

Se ingresa a edit para detallar las medidas de las grillas para determinar los ejes el primero piso, segundo, tercero cuarto y quinto piso como se muestra a continuación en las imágenes.

### **Figura N°216 – Introducción de datos al Etabs**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N° 217 – Definición de Pisos de 5 niveles**

Story	Height m	Elevation m	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height m	Story Color
PISO 5	5	25	No	PISO 1	No	0	Brown
PISO 4	5	20	No	PISO 1	No	0	Red
PISO 3	5	15	No	PISO 1	No	0	Orange
PISO 2	5	10	No	PISO 1	No	0	Blue
PISO 1	5	5	Yes	None	No	0	Green
BASE		0					Grey

**Figura N° 218 – Definición de las grillas y ejes en X - Y**

Grid System Name: EJES

System Origin: Global X: 0 m, Global Y: 0 m, Rotation: 0 deg

Story Range Option:  Default - All Stories,  User Specified (Top Story, Story 6, Bottom Story, Base)

Click to Modify/Show: Reference Points..., Reference Planes...

Options: Bubble Size: 1 m, Grid Color: Orange

Rectangular Grids:  Display Grid Data as Ordinates,  Display Grid Data as Spacing

Quick Start New Rectangular Grids...

Grid ID	X Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
1	0	Yes	End
2	6.16	Yes	End
3	12.41	Yes	End
4	18.66	Yes	End
5	24.91	Yes	End
6	31.45	Yes	End

Grid ID	Y Ordinate (m)	Visible	Bubble Loc
A	0	Yes	Start
B	6.45	Yes	Start
C	12.80	Yes	Start
D	19.24	Yes	Start
E	25.6	Yes	Start
F	29.17	Yes	Start

Grid ID	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)	Visible	Bubble Loc

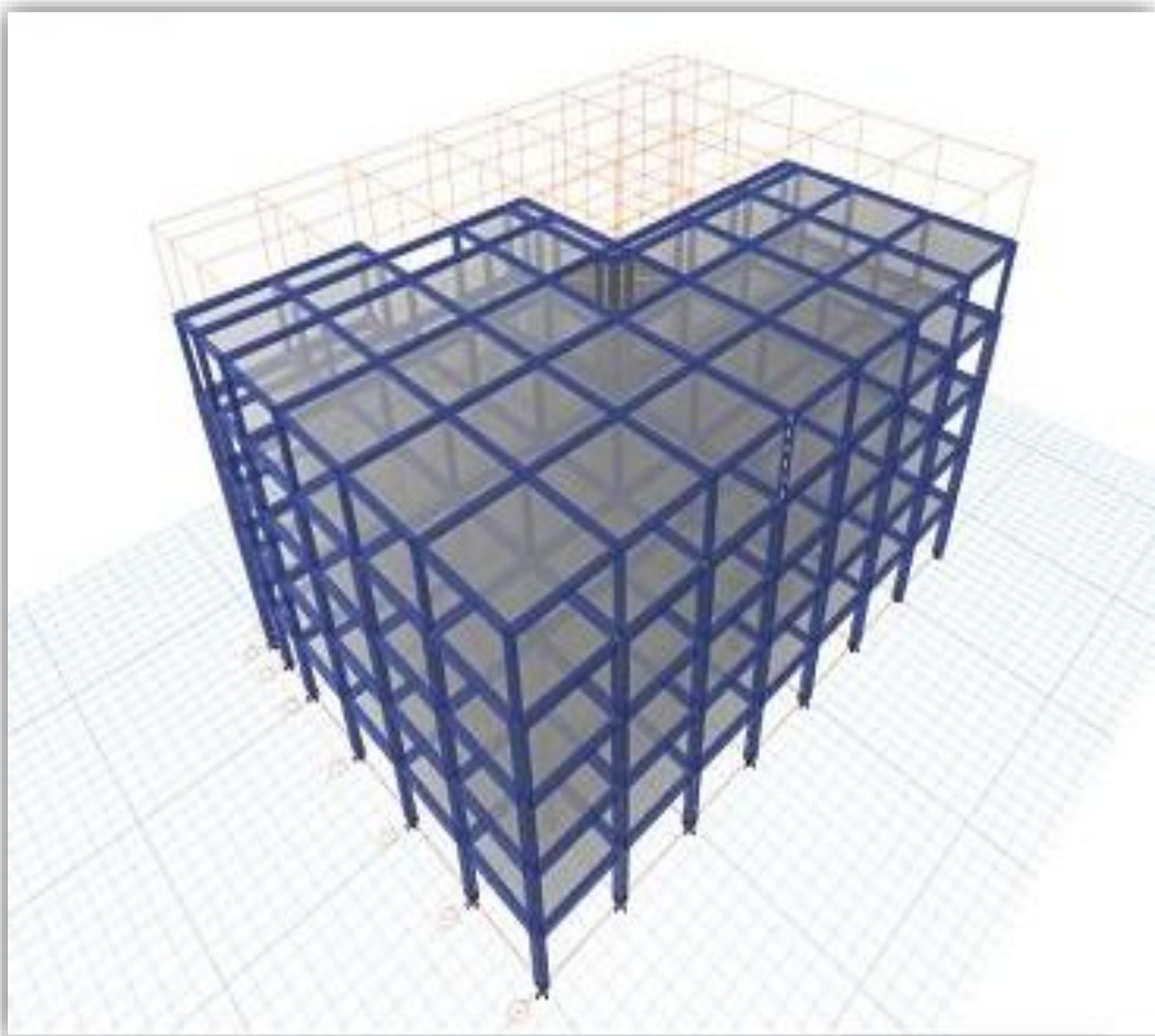
Buttons: Add, Delete, Sort, Sort by ID, OK, Cancel

**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.



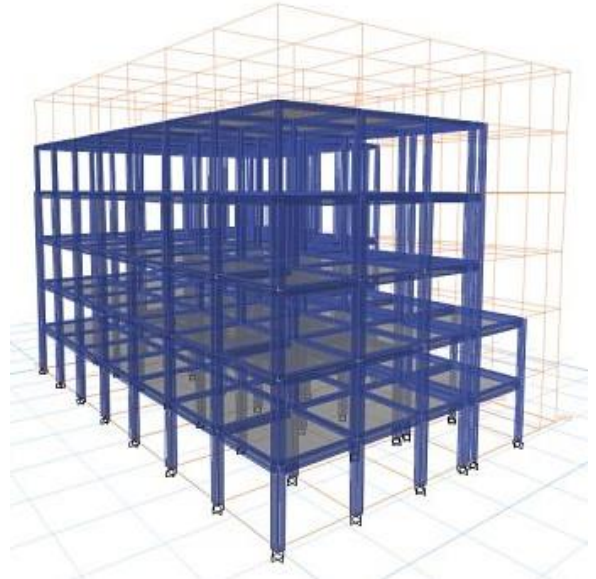
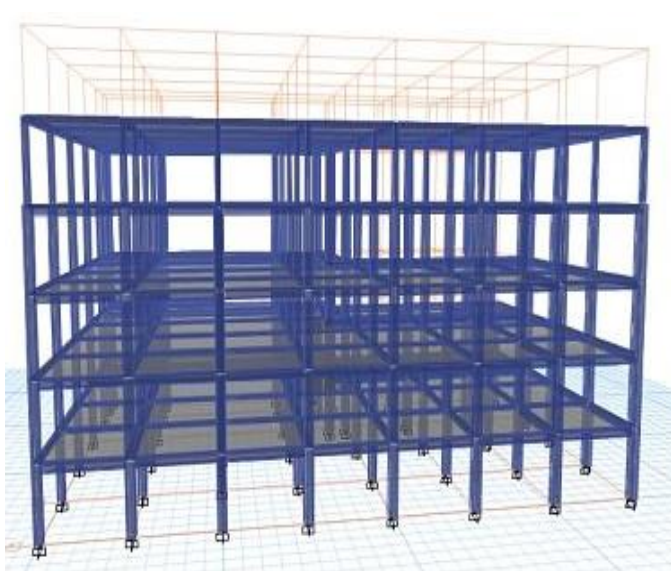
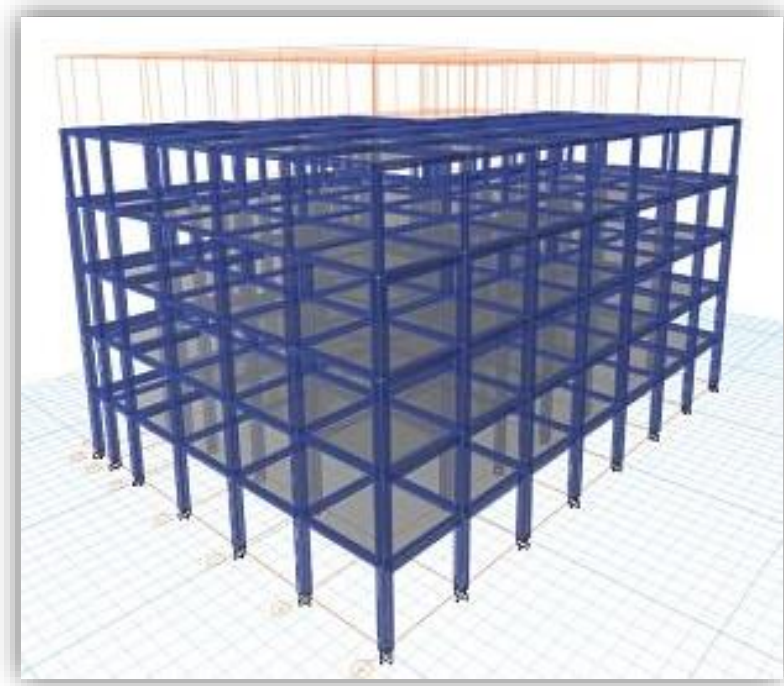
Se tiene el edificio en 3D EN vista en base a los datos que se ingreso al Etabs para el modelamiento del Edificio Nicolini como se muestra la imagen.

**Figura N° 219 – imágenes en 3D del edificio Nicolini**



**Fuente Propia:** *Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

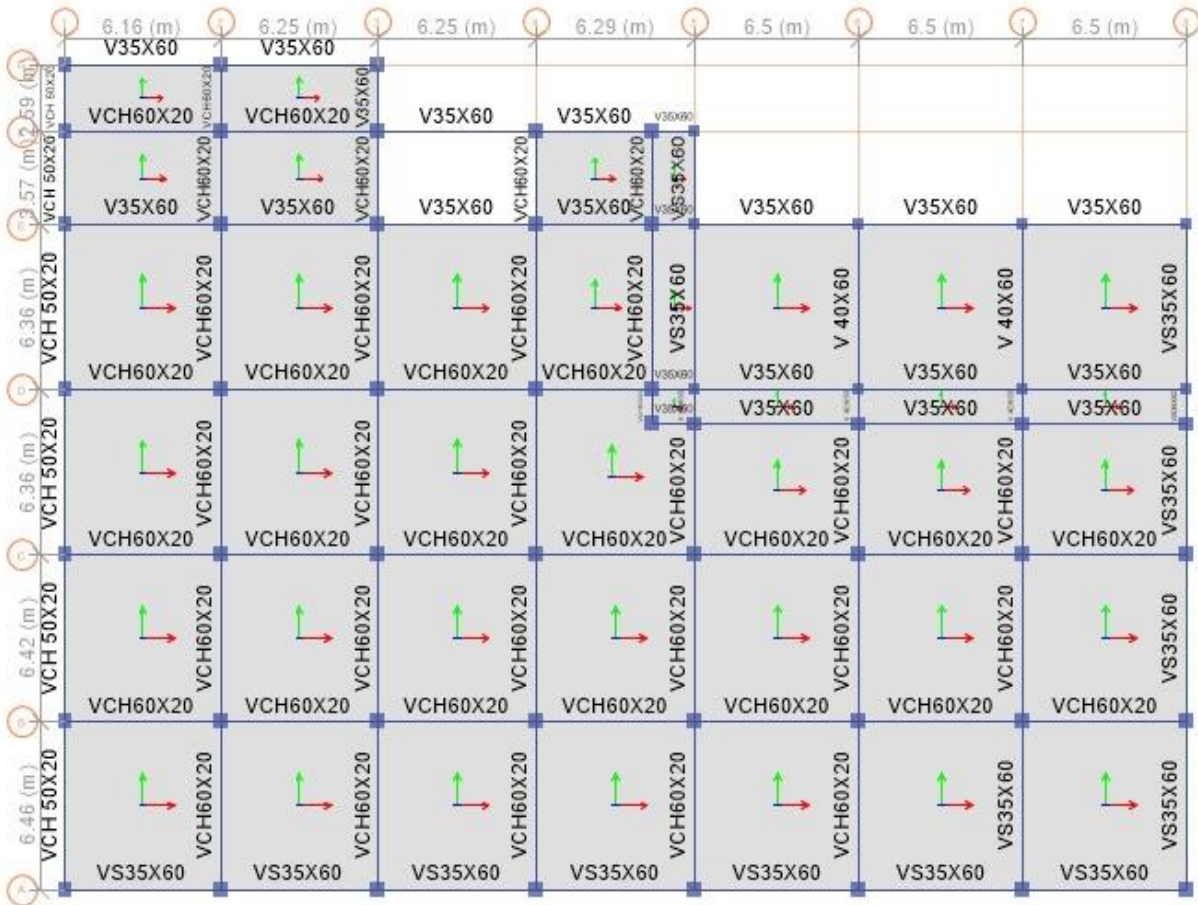
**Figura N° 220– imágenes en 3D del edificio Nicolini**



**Fuente Propia:** *Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

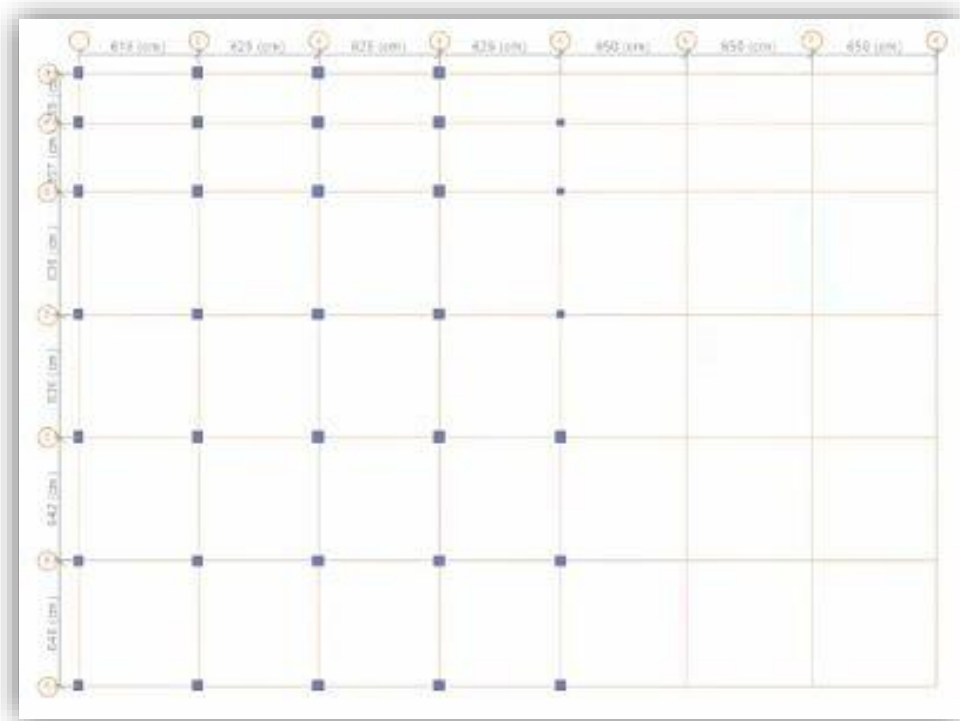
Ahora se ingresa los datos estructurales con dimensiones de las vigas y columnas de en cada eje del modelamiento como se visualiza en la imagen.

**Figura N°221 – de las dimensiones de las Vigas.**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N° 222 – Dimensiones de las Columnas**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

### **Análisis Sísmico Estático.**

Procederemos a hallar la fuerza cortante, mencionamos que la norma E 0.30 nos da todas las condiciones mínimas como datos para emplear en el diseño estructural sismorresistente de cualquier edificación.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} * p$$

Donde:

V : Factor de ampliación sísmica.

P : Peso sísmico.

- Z : Factor de Zona.
- U : Factor de uso.
- S : Factor de Suelo.
- C : Factor de ampliación sísmica.
- R : Factor de reducción Sísmica.
- R :  $R_0, I_a, I_p$
- $R_0$  : Coeficiente básico de reducción sísmica.
- $I_a$  : Irregularidad de altura.
- $I_p$  : Irregularidad de planta.

Tomaremos datos de la norma E 0.30 ubicaremos la zona en donde se encuentra el edificio Nicolini.

**Figura N° 223 – Factor de Zona**

**FIGURA N° 1**

A cada zona se asigna un factor  $Z$  según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor  $Z$  se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

<b>Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"</b>	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10



Fuente: Recopilación de la Norma E 030

Figura N° 224 – Zonificación Sísmica

NORMA E 030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
		ANCÓN		
		ATE		
		BARRANCO		
		BREÑA		
		CARABAYLLO		
		CHACLACAYO		
		CHORRILLOS		
		CIENEGUILLA		
		COMAS		
		EL AGUSTINO		
		INDEPENDENCIA		
		JESUS MARÍA		
		LA MOLINA		
		LA VICTORIA		
		LIMA		
		LINCE		
		LOS OLIVOS		
		LURIGANCHO-CHOSICA		
		LUREN		
		MAGDALENA DEL MAR		
		MIRAFLORES		
LIMA	LIMA	PACHACAMAC	4	TCDOS LOS DISTRITOS
		PUCUSACA		
		PUEBLO LIBRE		
		PUENTE PIEDRA		
		PUNTA HERMOSA		
		PUNTA NEGRA		
		RIMAC		
		SAN BARTOLO		
		SAN BORJA		
		SAN ISIDRO		
		SAN JUAN DE LURIGANCHO		
		SAN JUAN DE MIRAFLORES		
		SAN LUIS		
		SAN MARTÍN DE PORRES		

Fuente: Recopilación de la Norma E 0.30

Figura N° 225 – Edificaciones y Factor “U”

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR <i>U</i>
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones, Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> </ul> <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información</p>	1,5

Fuente: Recopilación de la Norma E 0.30

Figura N° 226 – Perfil de Tipo de Suelo

**b. Perfil Tipo S<sub>1</sub>: Roca o Suelos Muy Rígidos**

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte  $V_s$ , entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada  $\sigma_c$  mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm<sup>2</sup>).
- Arena muy densa o grava arenosa densa, con  $N_{60}$  mayor que 50.
- Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada  $S_u$  mayor que 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

Fuente: Recopilación de la Norma E 0.30

Figura N° 227 – Perfil de Tipo de “S”



Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

**Fuente:** Recopilación de la Norma E 0.30

**Figura N° 228 – Factor de Ampliación Sísmica**

$$T_p < T < T_L \qquad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

**Fuente:** Recopilación de la Norma E 0.30

**Figura N° 229 – Periodo Fundamental de Vibración**

$$T = \frac{h_x}{C_T}$$

Donde:

$C_T = 35$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

**Fuente:** Recopilación de la Norma E 0.30

Se procede a hallar nuestra fuerza cortante ya que tenemos la información requerida de acuerdo con la ubicación del edificio y el estudio mecánico de suelo.

### Figura N° 230 – Fuerza Cortante en la Base

#### Fuerza Cortante en la Base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

**Fuente:** Recopilación de la Norma E 0.30

### Figura N° 231 – Coeficiente Básico de Reducción Fuerzas Sísmicas ( $R_o$ )

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción $R_d$ (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada o Confinada.</b>	3
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	7

Fuente: Recopilación de la Norma E 0.30

Resolvemos:

$$Z = 0.45$$

$$U = 1.5$$

$$S_1 = 1.0$$

$$C = X$$

$$R = 8$$

Hallamos el T

$$T_P < T < T_L$$

$$0.4 < X < 2.5$$

Tabla N° 4 PERÍODOS "T <sub>P</sub> " Y "T <sub>L</sub> "				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Se toma la altura total de la edificación 25 metros y se utiliza el periodo fundamental de Vibración  $C_T 35$

$$T = \frac{25}{35} = 0.71428 \quad \text{Hallamos C} \quad C = 2.5 \times \left(\frac{0.4}{0.714}\right) = 1.4005$$

$$C = 1.4005$$

Hallamos:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

$$V = \frac{0.45 \times 1.5 \times 1.4005 \times 1.0}{8} * 7215.29$$

V= 852.61 Tn.

Hallamos nuestras fuerzas sísmicas por cada piso de acuerdo con los pesos de los metros de carga realizada al edificio Nicolini.

**Tabla N°120 – Fuerzas Sísmicas**

Fuerzas Sísmicas					
i	hi	Pi	Pi hik	α i	fik
1	5	1601.23	8006.15	0.07926	67.55
2	10	1615.35	16153.5	0.15991	136.29
3	15	1541.92	23128.8	0.22896	195.14
4	20	1538.18	30763.6	0.30454	259.56
5	25	918.61	22965.25	0.22734	193.76
101017.3					852.3

$\sum Pihik$

F1	67.55
F2	136.29
F3	195.14
F4	259.56
F5	193.76
	852.30

**Fuente Propia.** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

Se realizó el corrido en Excel del espectro de respuesta en referencia de los datos obtenidos de la fuerza cortante.

<b>C</b>	<b>T (s)</b>	<b>Sa/g</b>
2.50	0.00	0.2109
2.50	0.02	0.2109
2.50	0.04	0.2109
2.50	0.06	0.2109
2.50	0.08	0.2109
2.50	0.10	0.2109
2.50	0.12	0.2109
2.50	0.14	0.2109
2.50	0.16	0.2109
2.50	0.18	0.2109
2.50	0.20	0.2109
2.50	0.25	0.2109
2.50	0.30	0.2109
2.50	0.35	0.2109
2.50	0.40	0.2109
2.22	0.45	0.1875
2.00	0.50	0.1688
1.82	0.55	0.1534
1.67	0.60	0.1406
1.54	0.65	0.1298
1.43	0.70	0.1205
1.33	0.75	0.1125
1.25	0.80	0.1055
1.18	0.85	0.0993
1.11	0.90	0.0938
1.05	0.95	0.0888
1.00	1.00	0.0844
0.91	1.10	0.0767
0.83	1.20	0.0703
0.77	1.30	0.0649
0.71	1.40	0.0603
0.67	1.50	0.0563
0.63	1.60	0.0527
0.59	1.70	0.0496
0.56	1.80	0.0469
0.53	1.90	0.0444
0.50	2.00	0.0422
0.45	2.20	0.0384
0.42	2.40	0.0352
0.37	2.60	0.0312
0.32	2.80	0.0269
0.28	3.00	0.0234
0.16	4.00	0.0132

0.10	5.00	0.0084
0.07	6.00	0.0059
0.05	7.00	0.0043
0.04	8.00	0.0033
0.03	9.00	0.0026
0.03	10.00	0.0021

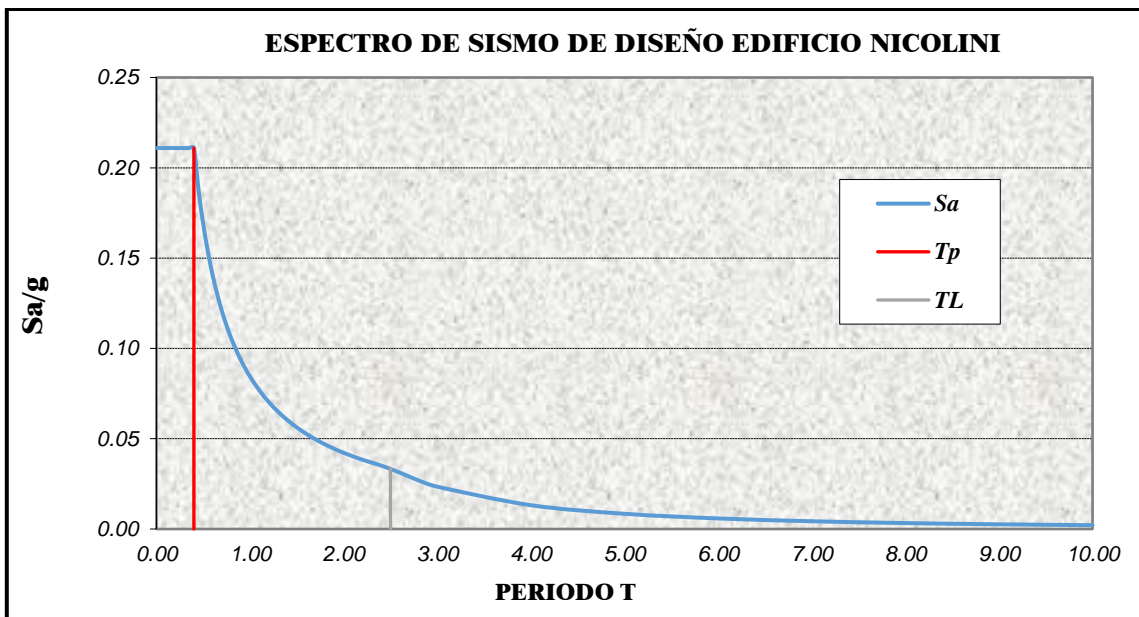
---

**Cálculo y Gráfico del Espectro de Sismo de Diseño (Sa/g)**

---

= (Aceleración Espectral)

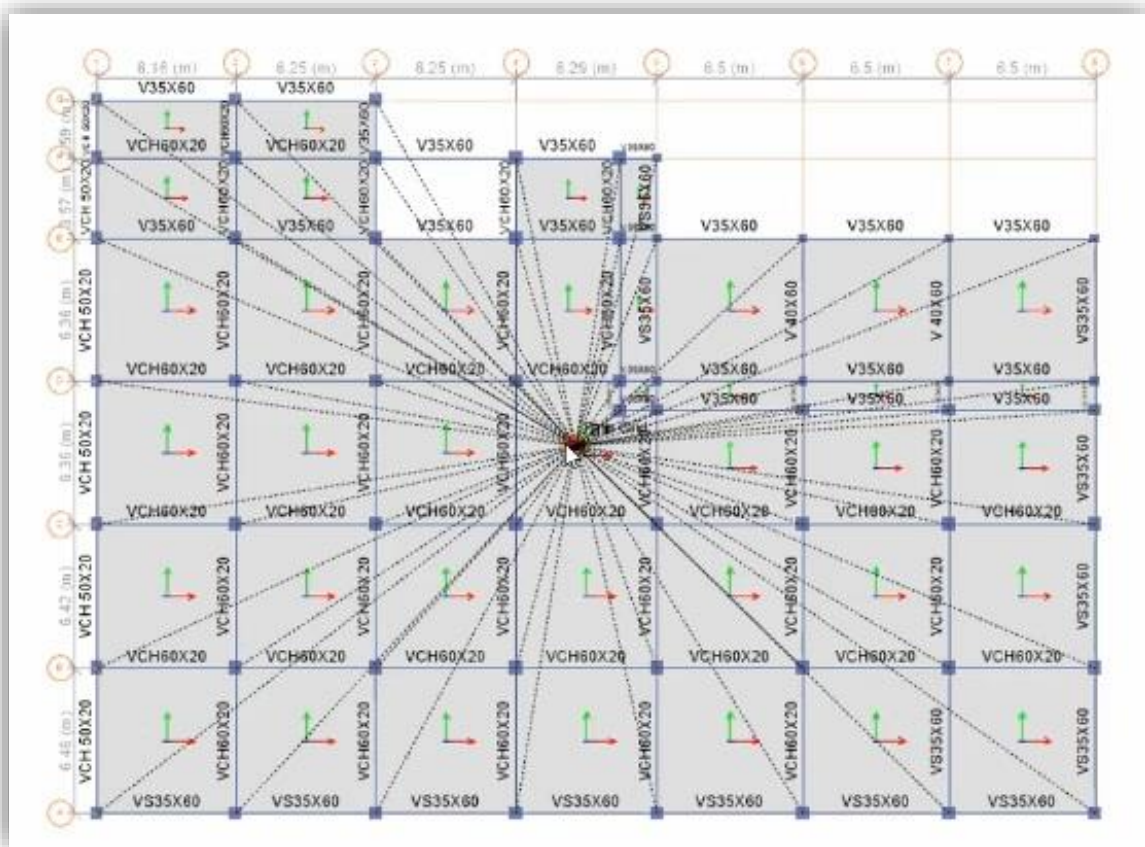
**Figura N° 232 – Espectro de Sismo**



### Diafragma rígido:

Para el diseño que se realizó en el edificio Nicolini se tenía contemplado una fábrica de molino de harina el diseño tenía que ser de estructuras rígidas para que la estructura hasta la fecha se mantenga firmes y estables, las fuerzas en la edificación Nicolini como inercia se ordenan de forma proporcional para dar estabilidad como estructura como se visualiza en la imagen

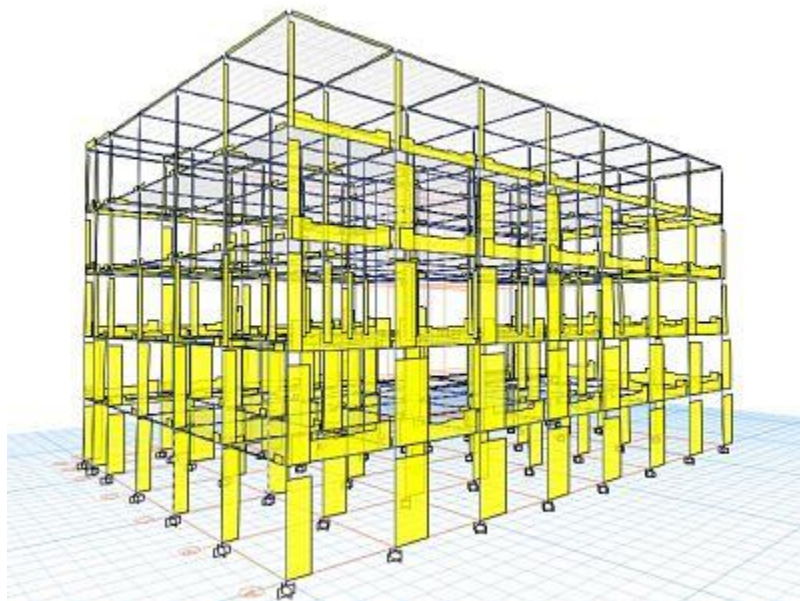
Figura N°233 – Diafragma Rígido del edificio Nicolini



Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Human Luis Alexander.

Resultados de tabla y diagramas del corrido en el Etabs.

**Figura N° 234 – Diagrama de fuerzas de miembro para marcos y columnas**



**Fuente Propia:** *Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.*

**Figura N° 235 – Modal de masa participante**



Modal Participating Mass Ratios											
File Edit Format-Filter-Sort Select Options											Modal Participating Mass Ratios
Units: As Noted											Modal Participating Mass Ratios
Filter:											
	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY
▶	Modal	1	1.464	0.2411	0.095	0	0.2411	0.095	0	0.0344	0.062
	Modal	2	0.551	0.0271	0.0035	0	0.2682	0.0985	0	0.0257	0.0761
	Modal	3	0.339	0.0131	0.0003	0	0.2813	0.0988	0	0.0083	0.0519
	Modal	4	0.202	0.1335	0.2029	0	0.4148	0.3017	0	0.1982	0.1657
	Modal	5	0.198	0.1136	0.6489	0	0.5284	0.9506	0	0.681	0.1313
	Modal	6	0.189	0.4716	0.0331	0	1	0.9838	0	0.0383	0.5126
	Modal	7	0.138	1.98E-06	0.0162	0	1	1	0	0.0141	0.0004

Figura N° 236 – Modal de periodos y frecuencias

Modal Periods And Frequencies						
File Edit Format-Filter-Sort Select Options						Modal Periods And Frequencies
Units: As Noted						Modal Periods And Frequencies
Filter:						
	Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup>
▶	Modal	1	1.464	0.683	4.2911	18.4132
	Modal	2	0.551	1.815	11.4022	130.0108
	Modal	3	0.339	2.953	18.5553	344.2997
	Modal	4	0.202	4.951	31.1081	967.7126
	Modal	5	0.198	5.061	31.7964	1011.0112
	Modal	6	0.189	5.286	33.212	1103.0353
	Modal	7	0.138	7.257	45.5975	2079.1305

Fuente propia.

Figura N°237 Modal de dirección de factores

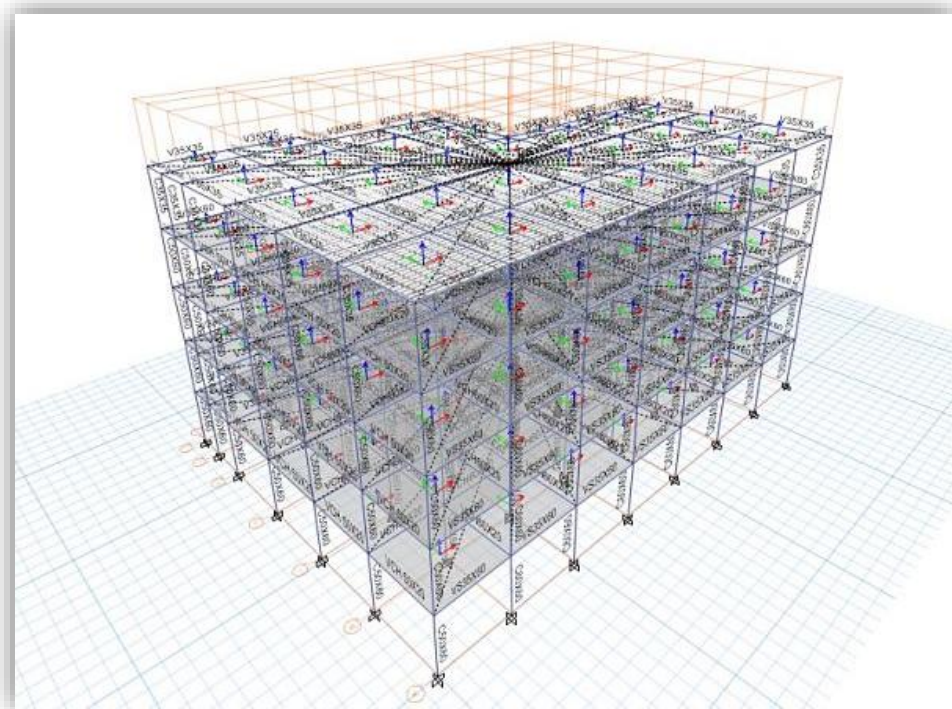
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RZ
Modal	1	1.464	0.101	0.039	0	0.86
Modal	2	0.551	0.093	0.035	0	0.873
Modal	3	0.339	0.096	0.028	0	0.876
Modal	4	0.202	0.272	0.201	0	0.527
Modal	5	0.198	0.177	0.747	0	0.077
Modal	6	0.189	0.582	0.052	0	0.367
Modal	7	0.138	0.068	0.039	0	0.893

Fuente propia.

### Comparación de concreto tradicional y concreto con lana de roca

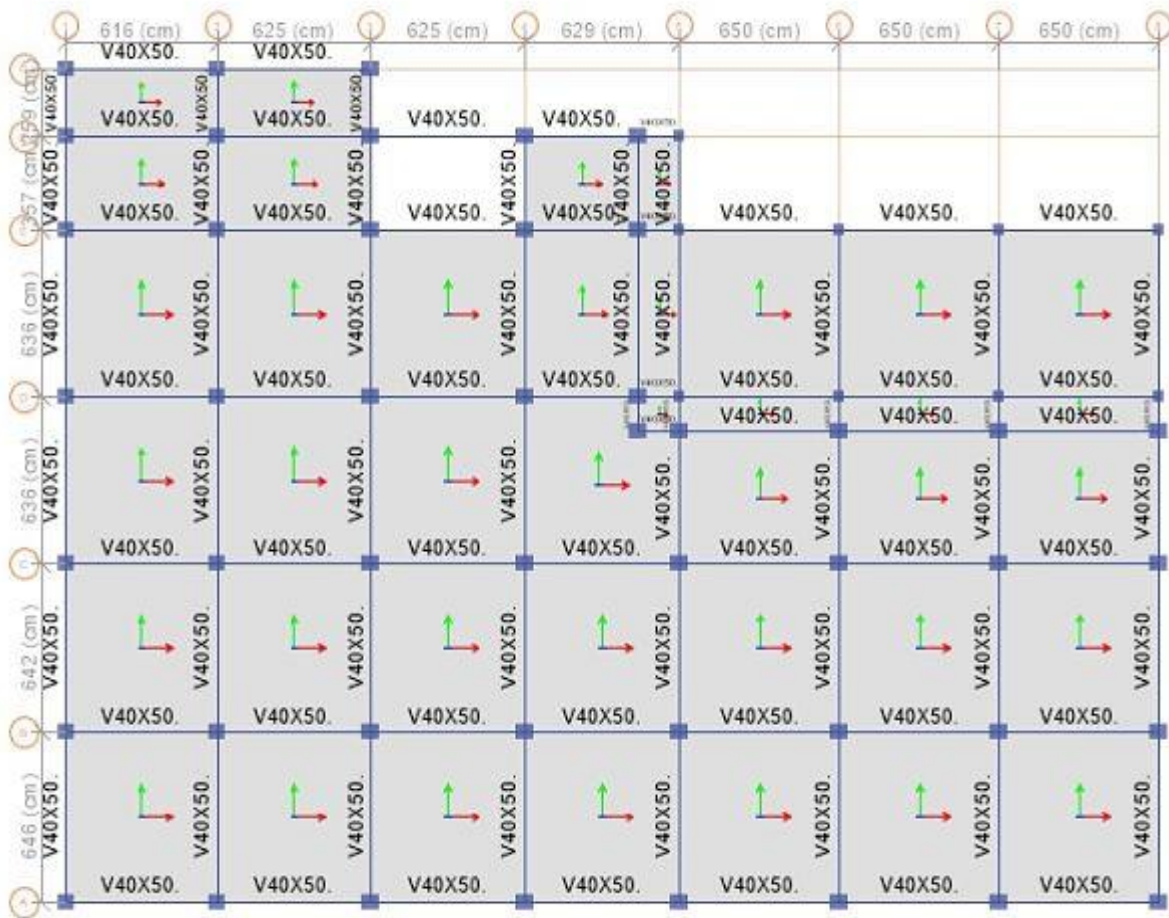
las bondades entre el concreto simple y el concreto con agregado de lana de roca son so similares pero a la vez marcan su diferencia ya que uno es más joven por edad 36 días y el otro tiene más de 102 años de vida útil, pero ambos elementos fueron sometidos a fuego directo para tener similitud en su estado actual y poder ver los desplazamiento que tendrá en la estructura, se planteó mejoras en el diseño sismo estructural en las columnas centrales y vigas en el predimensionamiento no llego a cumplir con lo planteado en la norma peruana actual por tener luces grandes en este caso la norma ACI lo contempla, se trabajó con las normas E 0.30 y la norma E 0.20 en zonificación de zona sísmica aplicando las cargas vivas, se moldeo ambas estructuras en el Etabs evaluando los máximos desplazamientos máximas derivadas y comparar sus comportamientos.

**Figura N° 238 - Modelamiento con agregado de lana de roca**



Fuente Propia

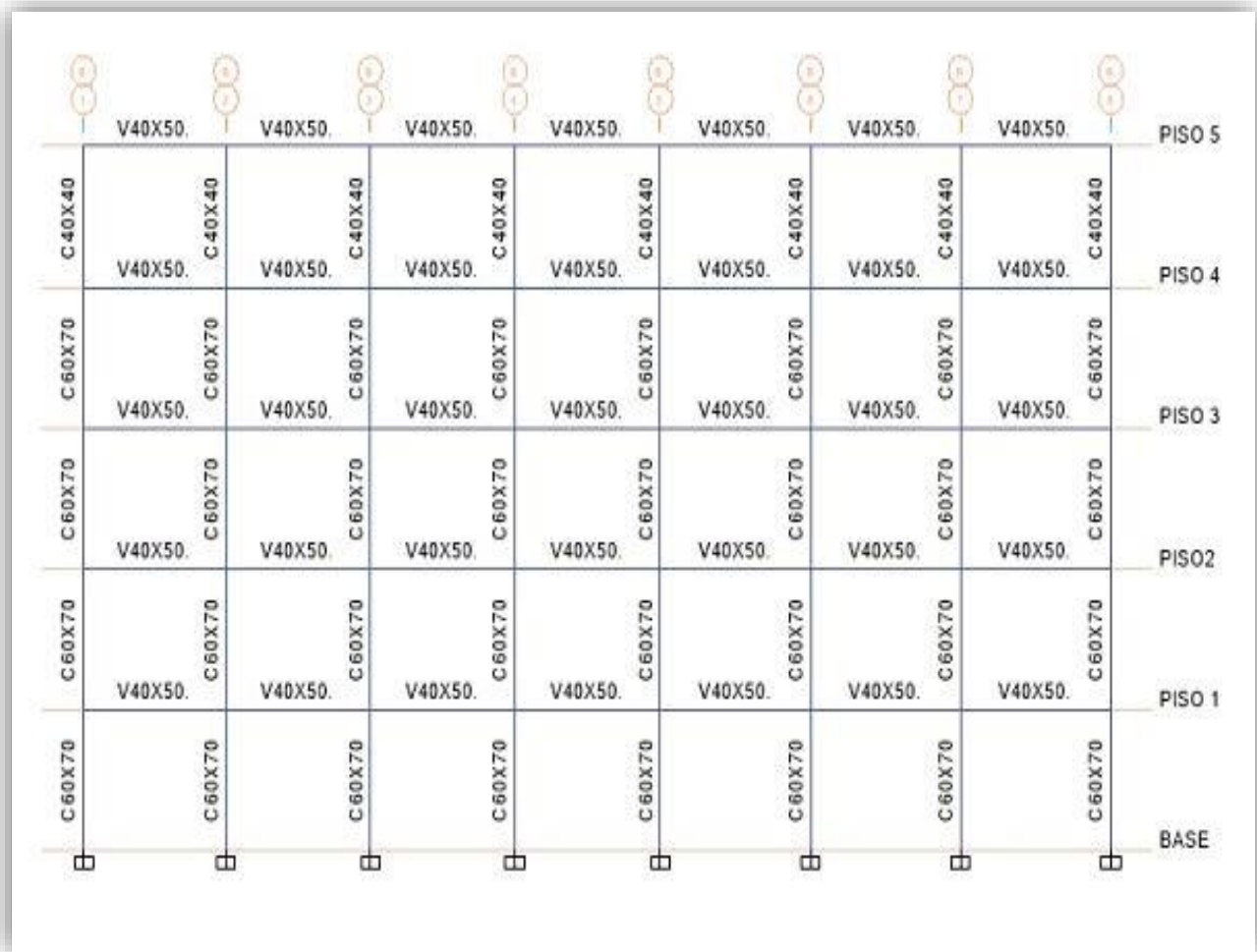
Figura N° 239 – Vigas propuestas con el agregado de lana de roca



**Fuente Propia**

Sea propuesto en el diseño estructural otras dimensiones de viga y para moldearlo en el Etabs en los 5 pisos las dimensiones de las columnas sea predimensionado también las columnas en las siguientes medidas de 0.60 x 0.70 m en columnas y en todas las vigas de 0.40 x 0.50 m solo para ver comparación a la hora de moldear la estructura, se adjunta imagen de las medidas empleadas en los elementos estructurales.

**Figura N° 240 – Vigas y Columnas propuestas con diseño de concreto con lana de roca**

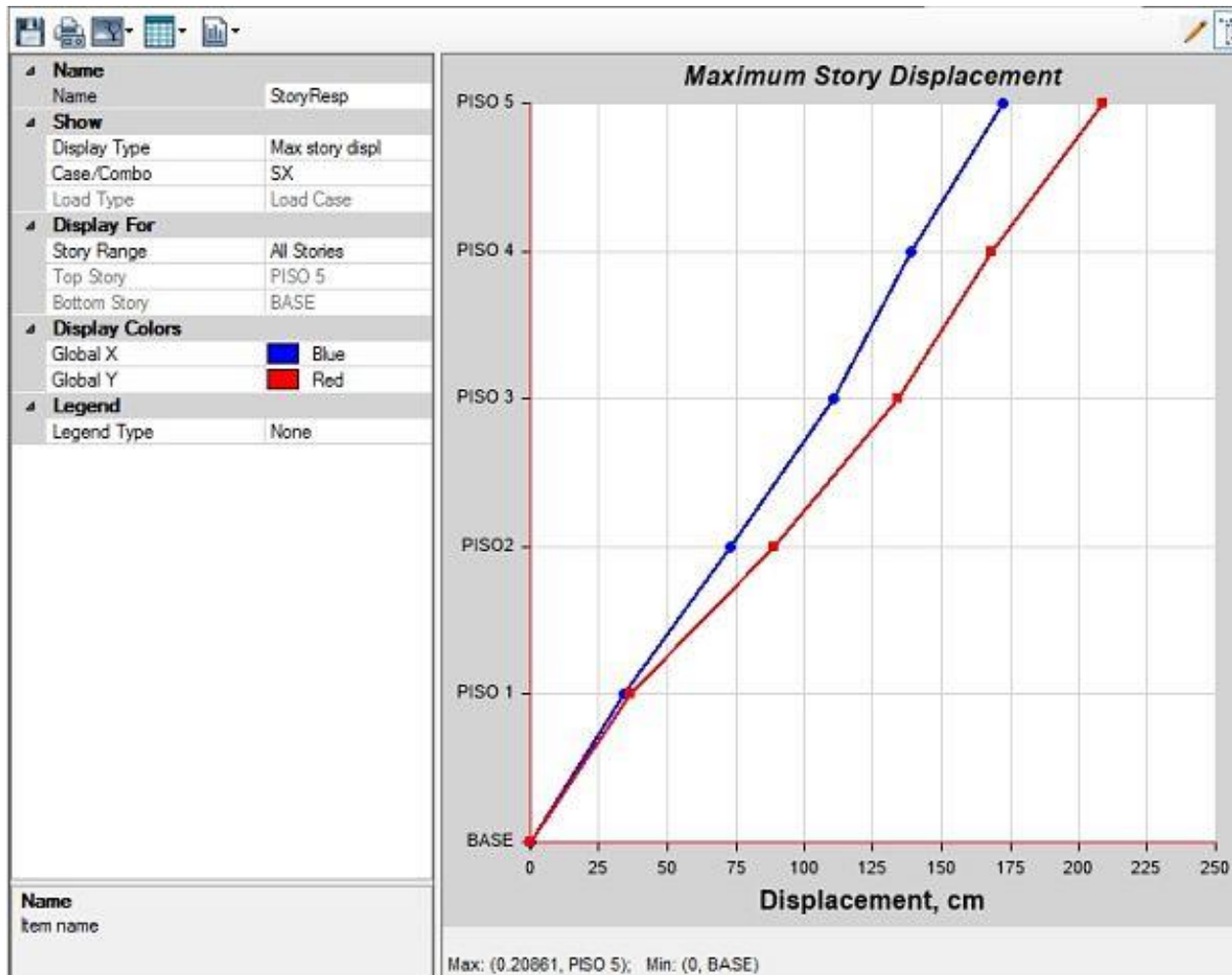


**Fuente Propia**



Se realizará la comparación primero del máximo desplazamiento en X del concreto tradicional y concreto con lana de roca para tener comparación como se muestra en las imágenes siguientes.

**Figura N° 241 – Máximo desplazamiento en X de la edificación Nicolini con Concreto simple**

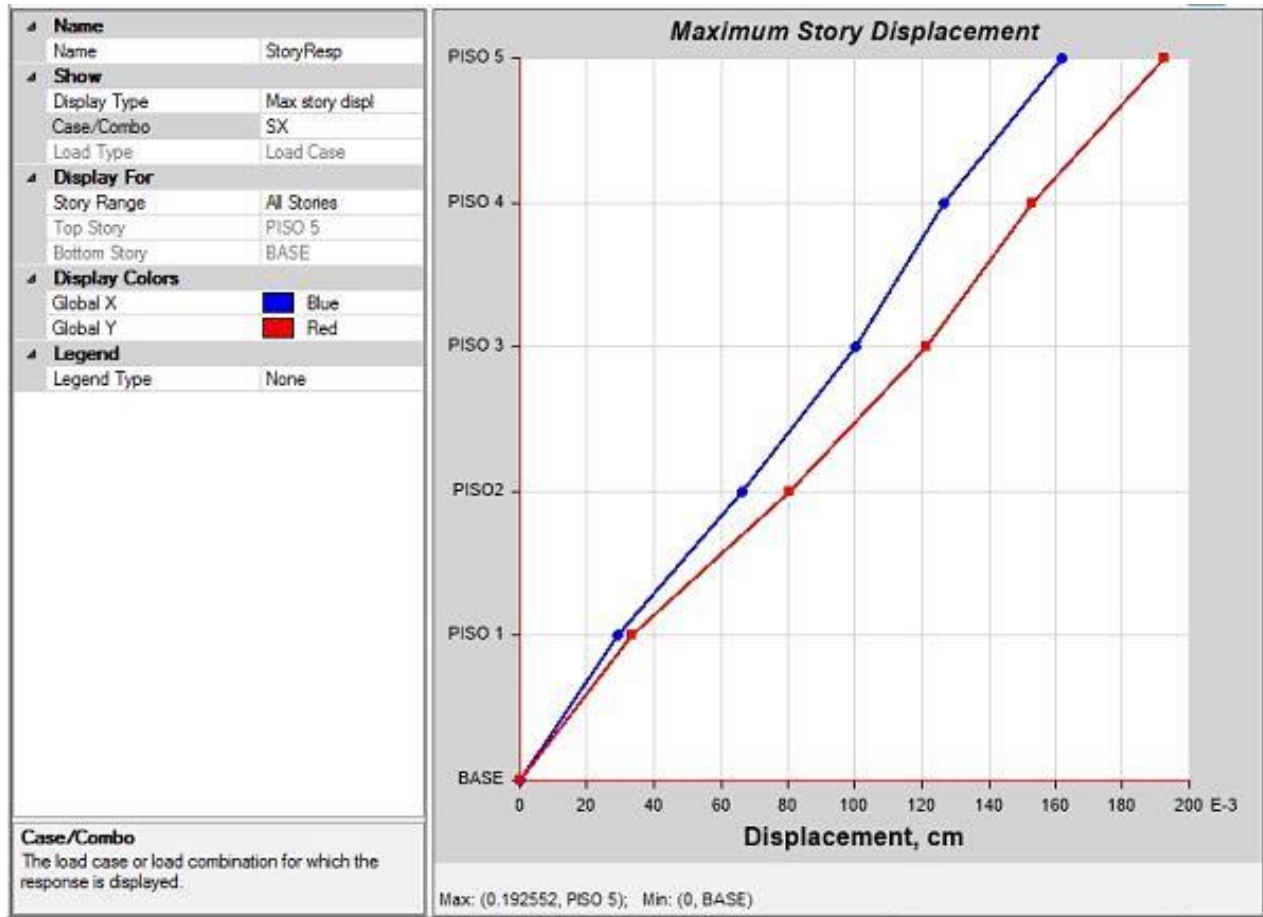


**Fuente Propia**

El máximo desplazamiento que alcanzó la estructura en X lo siguiente:

Max: (0.20861) del 1 al 5 Piso.

**Figura N° 242 – Máximo desplazamiento en X del Edificio Nicolini con concreto de lana roca**



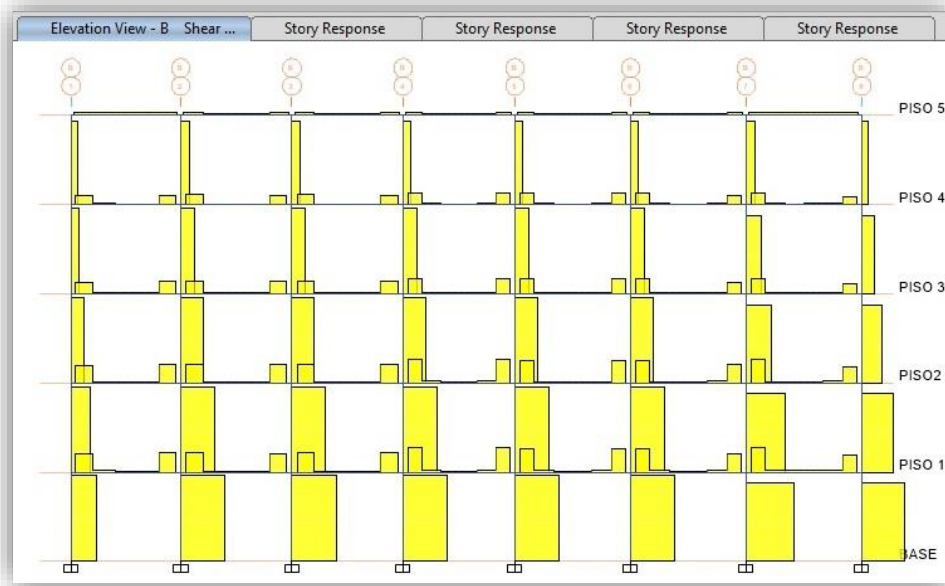
**Fuente Propia**

El máximo desplazamiento se alcanzó lo siguiente:

Max: (0.192552) del 1 al 5 Piso.

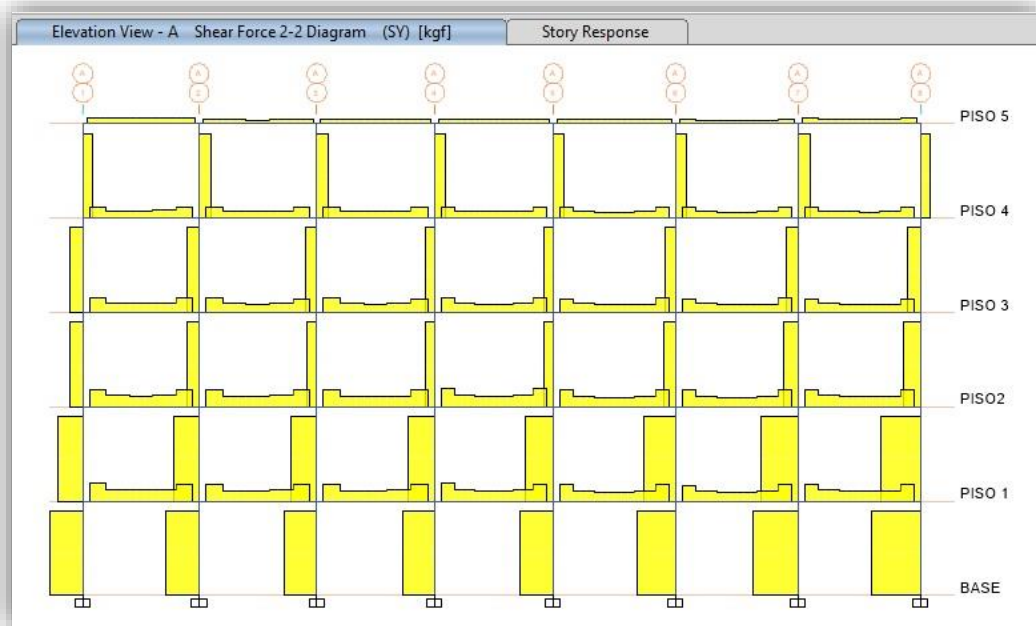
**Diferencia de desplazamiento con el uso de concreto simple y concreto con lana de roca 0.016058.**

**Figura N° 243 – Diagrama de evaluación de refuerzo de con concreto simple**



Fuente Propia

Figura N° 244 – Diagrama de evaluación de refuerzo con agregado de lana de roca

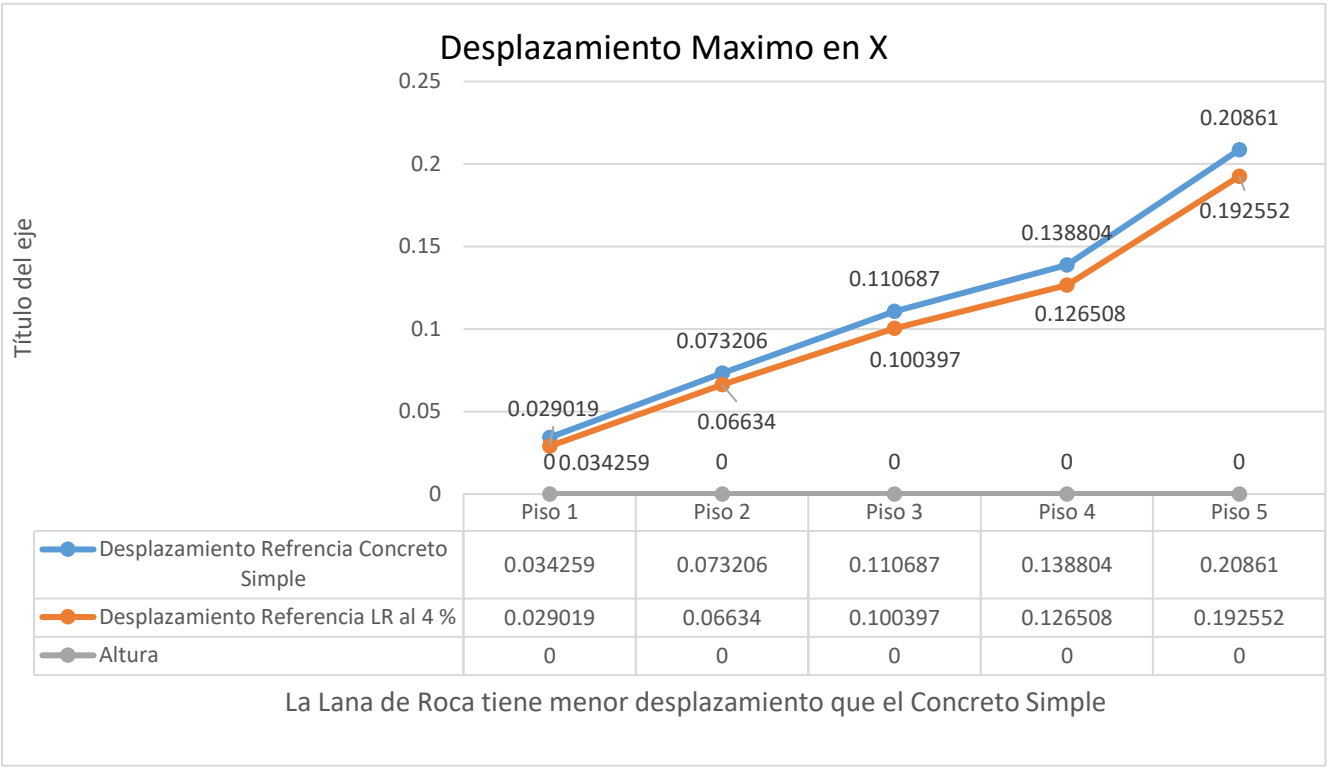


Fuente Propia



Se realizará los diagramas correspondientes para tener la comparación del concreto simple con el concreto con lana de roca al 4% en X y Y en base a la información de los gráficos de desplazamiento máximo del Etabs, el cual se obtuvo resultados favorables con el diseño propuesto con lana de roca la fuerza que mantuvo el concreto en mención, alcanzo fuerza a compresión de  $f'c = 230\text{kg/cm}^2$  fuerza que fue probada después de ser expuesto a fuego directo por más de una hora y cuarenta minutos, fue con este diseño de concreto el cual se idealizo en la corrida en el Etabs.

**Figura N° 245 – Grafico de desplazamiento máximo en X comparación entre el concreto simple y el concreto con lana de roca**



## V. DISCUSIÓN

En cuanto a la evaluación estructural del edificio Nicolini se realizó el estudio a la segunda edificación, encontrando pérdida de fuerzas a la compresión en el tercer nivel en su estructura de losa de techo, evaluación realizada con el esclerómetro.

Con respecto a las columnas estructurales del edificio Nicolini se verifico por medio de la evaluación del esclerómetro que la fuerza que tiene actualmente bordean fuerzas mayores de  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  como elementos estructurales a diferencia de los muros y losas de techos que llegaron a fuerzas menores a los  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en el edificio.

En relación a la preparación del concreto con la lana de roca en el estado de granel o fibra no se pudo obtener una mezcla uniforme ya que la lana de roca contaba con esponjamiento, no permitiendo el mezclado homogéneo y correcto, absorbiendo más agua por el esponjamiento no teniendo una masa moldeable, demostrado esta relación de las probetas en estado de secado como se muestra en las siguientes imágenes.

**Figuras N° 246 – Probeta con lana de roca, pero fibra y no molida**



En cuanto al agregado de lana de roca en estado de granel o fibra, se tuvo que realizar el molido del material de esta manera se logro pudo llegar a un mezclado homogéneo y más trabajable como se muestra en la imagen siguiente.

### Figuras N° 247 – Molido de la lana de roca

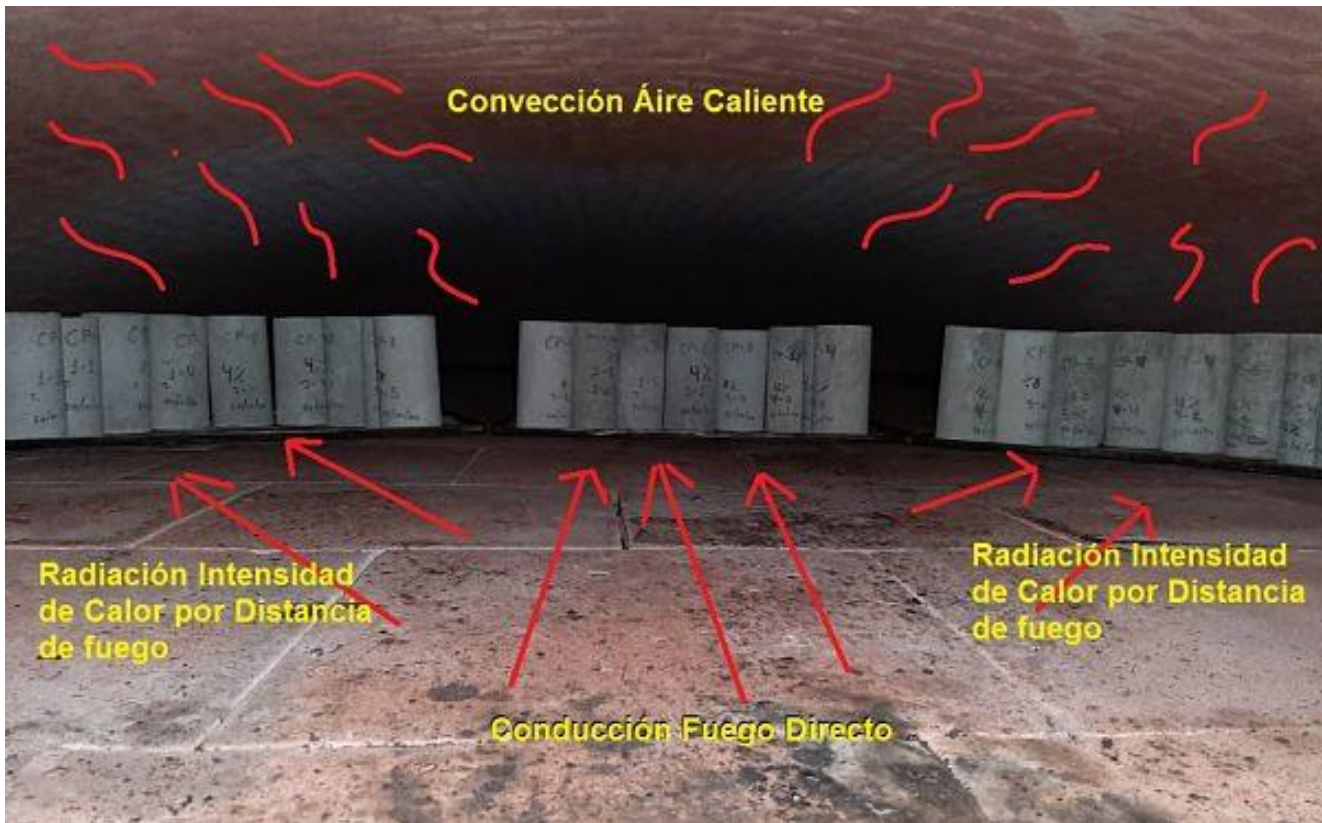


El diseño realizado de concreto con agregado de lana de roca en porcentajes de 4% al 8% tuvo un incremento de fuerza a compresión mayores a los  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en aumento progresivo según los días de curado de 7, 14 y 28 días.

En comparación con la incorporación del agregado de lana de roca en los porcentajes del 12% al 16% no se logró alcanzar la fuerza deseado en los días de curado de 7, 14 y 28 días, sin alcanzar la  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

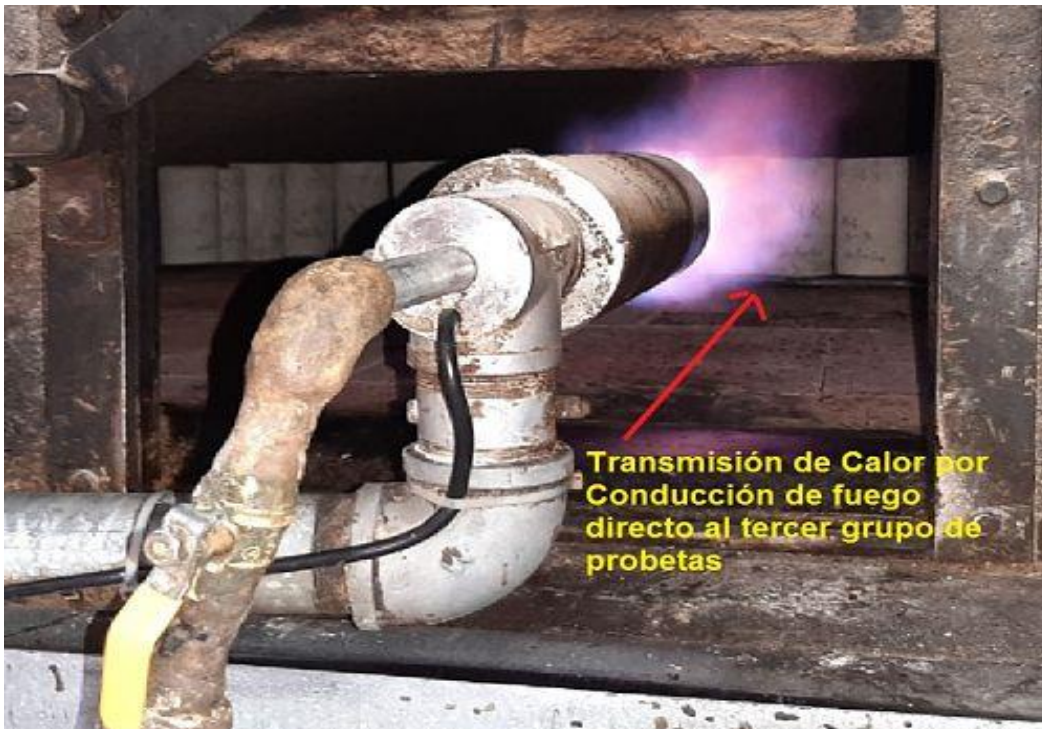
Los estudios de ensayo por temperatura alta de fuego directo se contempló tres tipos de transmisión fuerza de calor a las probetas los cuales fueron, por conducción, por convección y radiación, esto fue importante porque se demostró que aun estando el mismo horno y con una temperatura homogénea los grados de temperatura vario de cada probeta dependiendo del lugar donde estaba ubicado y el tipo de transmisión que recibía como fuerza de calor como se muestra en la imagen.

**Figuras N° 248 – formas de transmisión de calor**





**Figuras N° 249 – Quemado de Probetas**



Se realizó la rotura del primer grupo de 10 probetas manualmente con agregado de lana de roca en los porcentajes del 4%, 8%, 12% y 16% para realizar las lecturas de temperatura en el interior y exterior el cual las lecturas fueron diferentes la temperatura que tenía en el interior fue en promedio de un 30% al 40% menor que en la parte de su piel de las probetas.

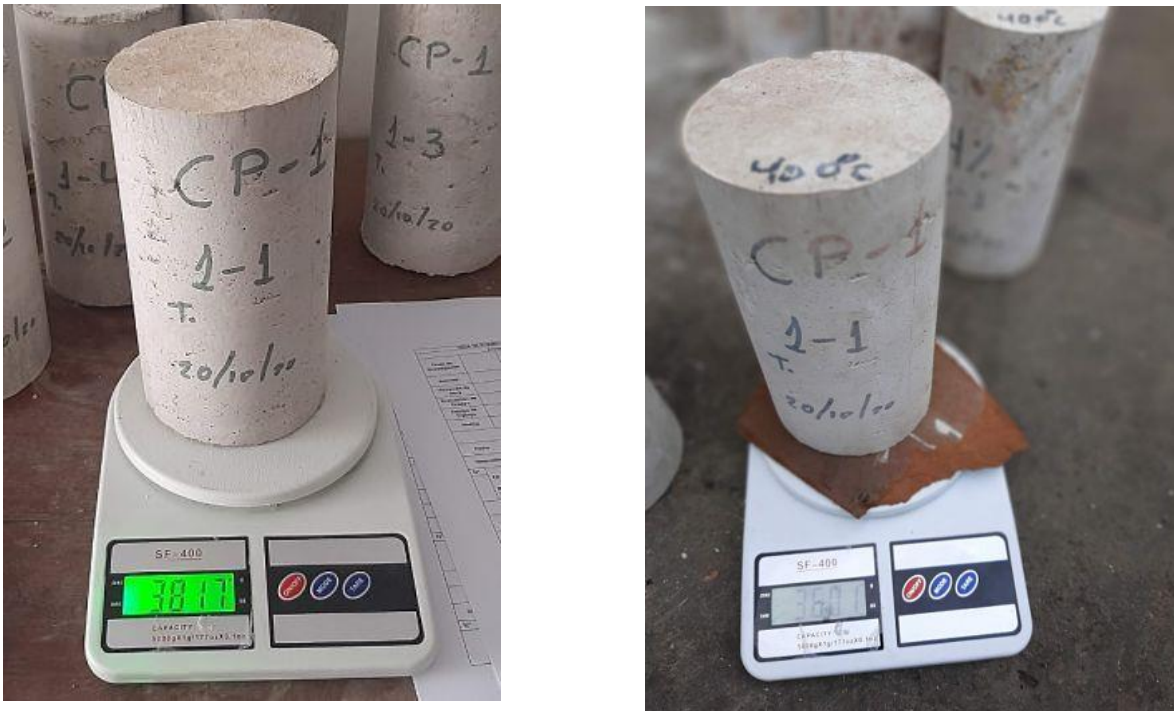
De referencia con la norma NTP ISO 834-1:2012 establece los espesores mínimos que se tiene que tener como recubrimiento de 1 ½ para elementos estructurales protegidos en columnas y vigas en combustión de promedio de protección de una hora, el cual sea podido lograr superar lo establecido en la tabla ya que al llegar a los 440°C con el agregado de la de roca al 4% mantuvo su fuerza superior a los  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  por un tiempo prolongado de transferencia de calor por conducción transmisión directa de fuego por una hora con cuarenta minutos, con un recubrimiento de radio de la probeta de 2" pulgadas se adjunta la norma que establece lo mencionado.

Figura N° 250 Norma NTP ISO 834-1:2012

TABLAS DE RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS DE PROTECCION AL FUEGO EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES				
ELEMENTOS ESTRUCTURALES PROTEGIDOS	MATERIAL AISLANTE	RECUBRIMIENTO MÍNIMO POR MATERIAL AISLANTE (EN PULGADAS) CATEGORIAS		
		Resistencia al Fuego (6 Hrs)	Semi Resist. al Fuego (6 Hrs)	Incombust. Con Protección (1 Hrs)
Armaduras en vigas y columnas de concreto armado.	Concreto Estructural	1 1/2	1 ½	1 1/2
Armadura en viguetas de concreto	Concreto estructural	1 1/4	1	3/4
Armaduras y amarres en losas de pisos y techos	Concreto estructural	1	¾	3/4
Columnas de acero y todos los elementos de tijerales principales	Concreto estructural	2 1/2	1 ½	1
Elementos de 6 x 6	Concreto estructural	2	1	1
Elementos de 6 x 8	Concreto estructural	1 1/2	1	1
Elementos de 12 x 12	Concreto estructural	2	1	1
Vigas de acero Tendones en vigas pre o post esforzadas	Concreto estructural	4	2 ½	1 1/2
Tendones en placas pre o post esforzadas	Concreto estructural		1 ½	1

En comparación del peso se realizó el pesado de todas las probetas antes del quemado y después del quemado, se pudo demostrar la pérdida de peso de las probetas como se muestra en las imágenes siguientes.

**Figura N° 251 Pesado de concreto antes del quemado y posterior**



Antes del quemado CP-1 Peso 3.817 kg - Después del quemado CP-1 Peso 3.601 kg

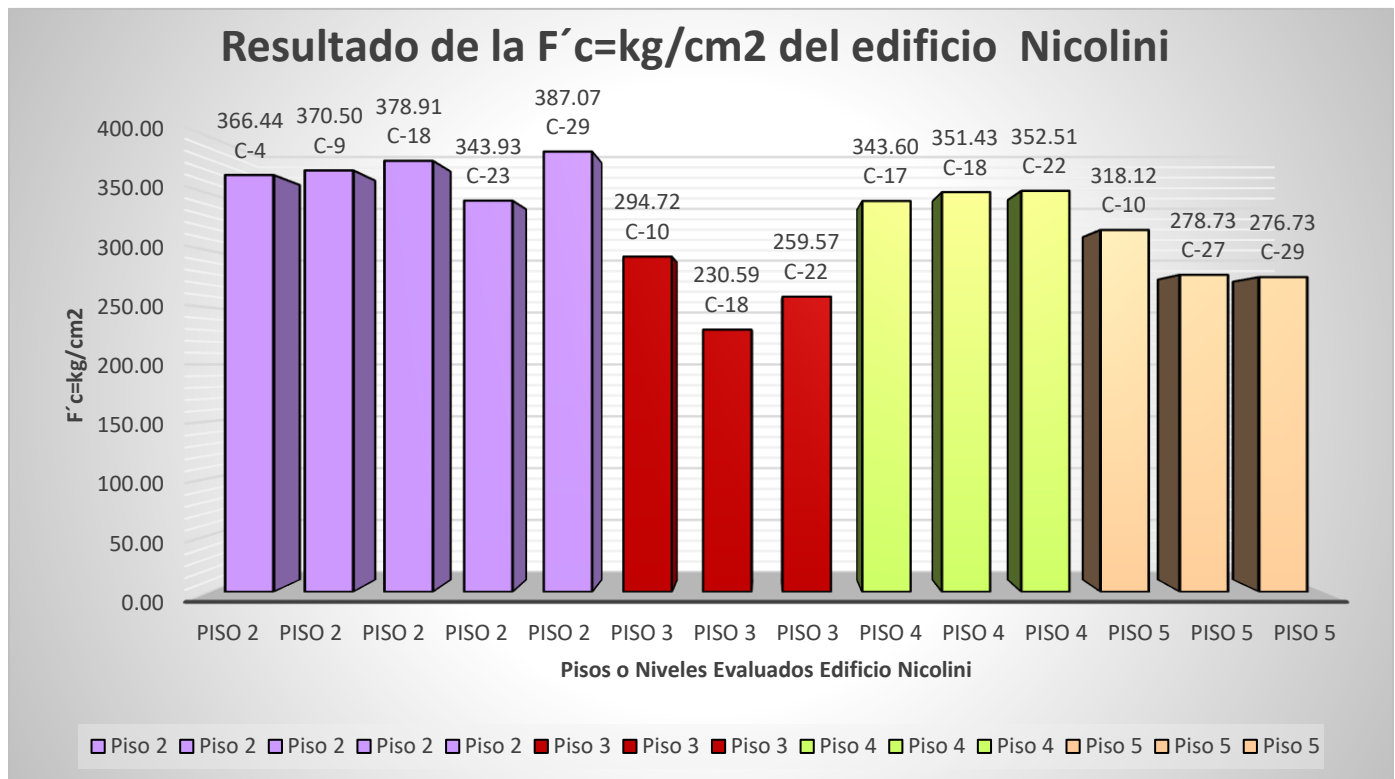
En referencia a las fuerzas de las probetas que fueron sometidos a fuego y luego a la fuerza de compresión se tiene dos grupos de los que fueron expuestos a temperatura de 400°C y 440°C, los resultados de las probetas que alcanzaron temperatura de 400°C el grupo de probetas de 8 unidades alcanzaron fuerzas mayores a  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con el agregado de lana de roca del 4%, 8% y 16, teniendo un tiempo de quemado en el horno de una hora con once minutos.

En comparación al último grupo de promedio de 7 probetas llegaron alcanzar una temperatura de 440°C con exposición de fuego directo por conducción en tiempo de quemado de una hora y cuarenta minutos, en este caso se tuvo probetas con agregado de lana de roca del 4%, 8%, 12% y 16%, las probetas con 8%, 12% y 16% no alcanzaron la fuerza de compresión de  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  a excepción de la probeta con agregado de lana de roca del 4% el cual supero la fuerza de los  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ .

## VI. CONCLUSIONES

1. La evaluación estructural del edificio Nicolini en las columnas, paredes y losas de techo por medio del esclerómetro nos facilitó la obtención de la fuerza a compresión media aproximada que tiene los elementos estructurales, el cual las columnas a pesar de haber tenido el incidente de fuego mantienen su fuerza a la compresión a rangos mayores de los  $F'c=210\text{kg/cm}^2$  a diferentes fuerzas que se obtuvo de losa de techo y muros el cual su fuerza fue menor, ya que en el tercer piso se tuvo la mayor parte de concentración de temperatura como se muestra  $F'c=\text{kg/cm}^2$  en la tabla de los elementos estructurales obtenidos y de la misma manera se pone figura del piso más dañado el tercero del edificio Nicolini.

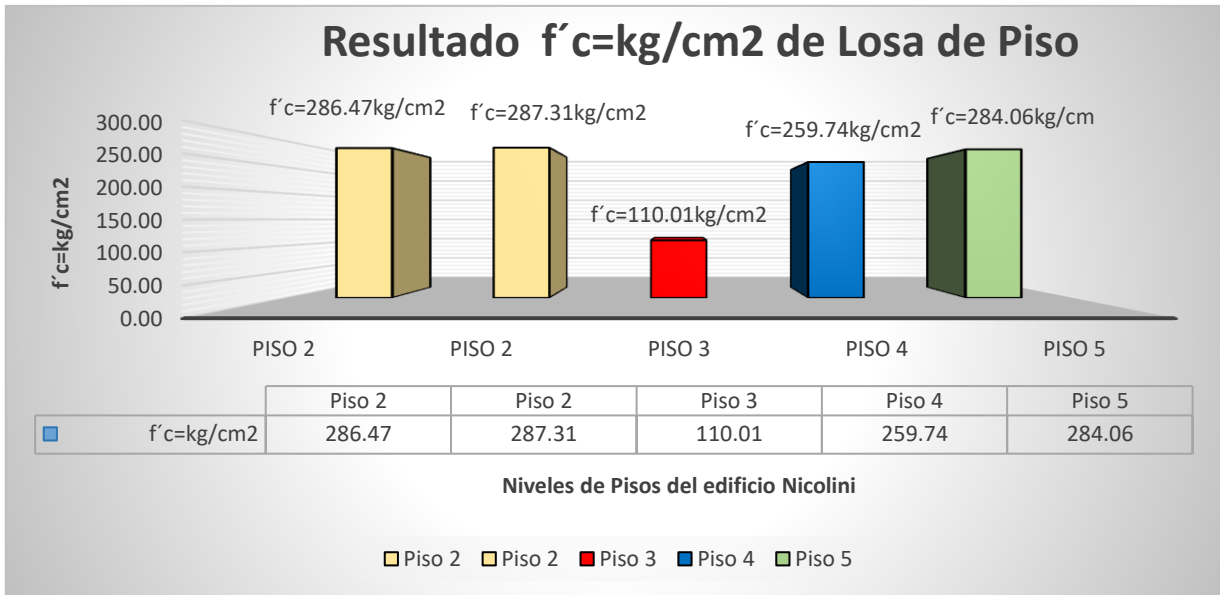
**Figura N° 252 – Grafico de todas las  $f'c=\text{kg/mc}^2$  de Columnas**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

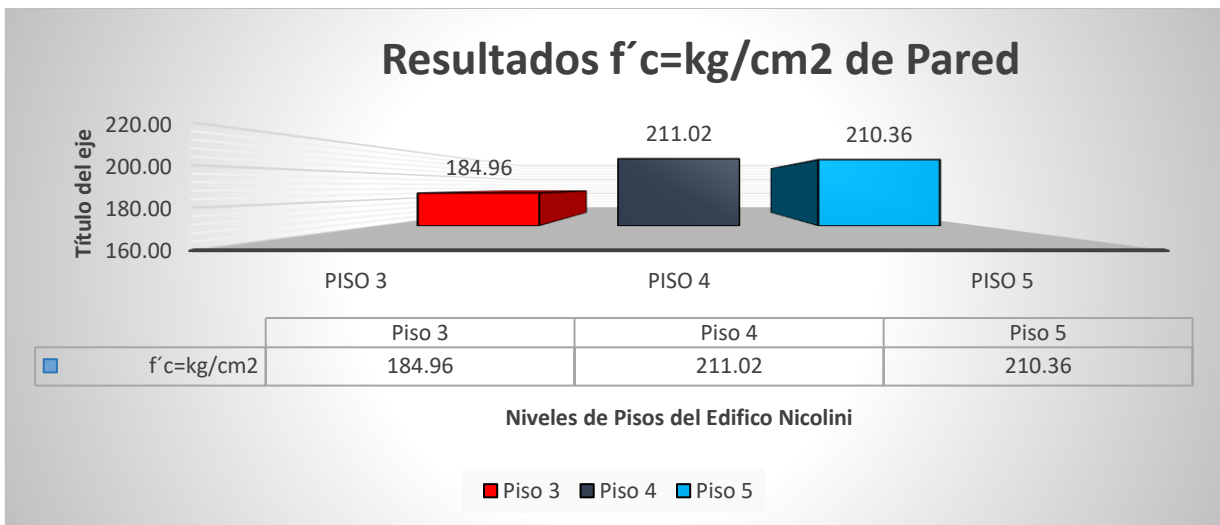


**Figura N° 253 – Grafico de todas las  $f'c=kg/mc2$  de Losa de Piso o Techo**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N° 254 – Grafico de todas las  $f'c=kg/mc2$  Pared**



**Fuente Propia:** Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Figura N° 255 – Daños en losa de techo y paredes del edificio Nicolini.**



2. Se manifiesta que el diseño de concreto, realizado en el laboratorio del LEM “Laboratorio de Ensayo de Materiales” fue fundamental ya que por medio de las dosificaciones del diseño de concreto a  $F'c=210\text{kg/cm}^2$ , nos sirvió para realizar la dosificación correcta en el agregado de lana al concreto en suplantación en el agregado grueso, ya que al obtener el diseño se pudo obtener las cantidades correctas de los materiales, cemento, agregado grueso, agregado fino, agua y agregado de lana de roca al 4%, 8%, 12% y 16%, en la elaboración de los especímenes o probetas de 4” x 8”.
  
3. La lana de roca ha demostrado como elemento natural de roca balsámica ser un material no solamente térmico a aumentado la resistencia de la fuerza a compresión en el equilibrio de su dosificación del 4% y 8% alcanzando a los 7 días de curado fuerzas de  $F'c=246\text{kg/cm}^2$  y  $F'c=218\text{kg/cm}^2$ , a los 14 días de curado la fuerza alcanzada es  $F'c=324\text{kg/cm}^2$  y  $F'c=301\text{kg/cm}^2$ , a los 28 días de curado la fuerza alcanzada es  $F'c=373\text{ kg/cm}^2$  y  $F'c=325\text{kg/cm}^2$

superando al concreto convencional sin lana de roca el cual llego en su fuerza  $F'c=325\text{kg/cm}^2$ .

4. Frente a la exposición de fuego directo los pesos variaron en las probetas en antes del quemado y posterior a ello en temperaturas promedio de  $400^\circ\text{C}$  y  $440^\circ\text{C}$ , como se muestra en las siguientes tablas.

**Tabla N°121 – “Peso inicial y Final de las probetas CP-1 a los 36 días de curado”**

<b>Peso inicial y Final de los probetas CP-1 a los 36 días de curado Sometido a fuego</b>								
N° CP	Cantidad	Fecha de Elaboración	% de LR.	Fecha de Pesado	Peso inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Difere. Peso (Kg)	Difere. %
CP – 1-1	1	20/10/20	0 %	25/11/20	3.822	3.570	0.252	6.59%
CP – 1-2	1	20/10/20	0 %	25/11/20	3.853	3.680	0.173	4.49%
CP – 1-3	1	20/10/20	0 %	25/11/20	3.908	3.739	0.169	4.32%
CP – 1-4	1	20/10/20	0 %	25/11/20	3.961	3.751	0.210	5.30%
CP – 1-5	1	20/10/20	0 %	25/11/20	3.993	3.801	0.192	4.81%
<b>Total</b>	<b>5</b>							

Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

**Tabla N°122 – “Peso inicial de las probetas CP-2 patrón a los 36 días de curado”**

<b>Peso inicial y Final de los probetas CP-2 a los 36 días de curado Sometido a fuego</b>								
N° CP	Cantidad	Fecha de Elaboración	% de LR.	Fecha de Pesado	Peso inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Difere. Peso (Kg)	Difere. %
CP – 2-1	1	20/10/20	4 %	25/11/20	3.817	3.643	0.174	4.56%
CP – 2-2	1	20/10/20	4 %	25/11/20	3.903	3.861	0.042	1.08%
CP – 2-3	1	20/10/20	4 %	25/11/20	3.808	3.731	0.077	2.02%
CP – 2-4	1	20/10/20	4 %	25/11/20	3.908	3.741	0.167	4.27%
CP – 2-5	1	20/10/20	4 %	25/11/20	3.899	3.865	0.114	2.92%
<b>Total</b>	<b>5</b>							

curado”

Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

Peso inicial y Final de los probetas CP-3 a los 36 días de curado Sometido a fuego								
N° CP	Cantidad	Fecha de Elaboración	% de LR.	Fecha de Pesado	Peso inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Difere. Peso (Kg)	Difere. %
CP – 3-1	1	20/10/20	8 %	25/11/20	3.692	3.445	0.247	6.69%
CP – 3-2	1	20/10/20	8 %	25/11/20	3.634	3.412	0.222	6.11%
CP – 3-3	1	20/10/20	8 %	25/11/20	3.625	3.503	0.122	3.37%
CP – 3-4	1	20/10/20	8 %	25/11/20	3.704	3.384	0.320	8.64%
CP – 3-5	1	20/10/20	8 %	25/11/20	3.686	3.205	0.481	13.05%
<b>Total</b>	<b>5</b>							

Tabla N°123 – “Peso inicial de las probetas CP-3 patrón a los 36 días de curado”

Fuente Propia: Lopez Padilla Percy Rodolfo / Apaestegui Huaman Luis Alexander.

5. La comparación de lectura de temperaturas internas y externas de las probetas vario con diferencia de lectura promedio del 40% aproximado de menor temperatura interna el promedio vario de acuerdo a cada probeta y la transmisión de calor recibida.
6. La fuerza a la comprensión de las probetas que fueron primero quemadas en dos diferentes grupos el cual alcanzaron temperaturas de 400°C y 440° en tiempos diferidos de una hora y once minutos y una hora con cuarenta minutos, la lectura del segundo grupo conformado por 8 probetas, conservaron la  $F'c=kg/cm^2$ , a los 400°C fue el siguiente CP 1-1  $F'c=312kg/cm^2$ , CP 1-2  $F'c=345kg/cm^2$ , CP 1-3  $F'c=306 kg/cm^2$ , CP 2-1  $F'c=246 kg/cm^2$ , CP 2-4  $F'c=231 kg/cm^2$ , CP 3-4  $F'c=218 kg/cm^2$ , CP 3-5  $F'c=217 kg/cm^2$ , CP 5-4  $F'c=244 kg/cm^2$
7. En el segundo grupo de probetas que alcanzo temperaturas de 440°C por un tiempo de una hora con cuarenta minutos la fuerza que se llegó a alcanzar  $F'c=kg/cm^2$  fue la siguiente, CP 2-2  $F'c=230kg/cm^2$ , CP 3-1  $F'c=182kg/cm^2$ ,

CP 4-2  $F'c=136 \text{ kg/cm}^2$ , CP 4-3  $F'c=114 \text{ kg/cm}^2$ , CP 4-4  $F'c=124 \text{ kg/cm}^2$ ,  
CP 5-2  $F'c=109 \text{ kg/cm}^2$ , CP 5-3  $F'c=120 \text{ kg/cm}^2$ .

8. Se determina en base a los resultados que a los 28 días de curado el agregado con lana de roca al 4% identificación de la probeta es CP- 2 fuerza alcanzada  $F'c=373 \text{ kg/cm}^2$ . A diferencia del concreto convencional que llevo alcanzar CP – 1  $F'c=325 \text{ kg/cm}^2$ .
  
9. También se obtiene los resultados de las probetas que fueron sometidas a temperaturas altas y luego a compresión se identificó que la probeta CP – 2-2 a temperatura de los  $440^\circ\text{C}$  por un tiempo de una hora con cuarenta minutos con agregado de lana de roca al 4% mantuvo su fuerza  $F'c=230 \text{ kg/cm}^2$ . Superando a la fuerza sugerida como diseño.
  
10. Se pudo obtener los resultados del moldeado con referencia del agregado de lana de roca en el cual el desplazamiento máximo en X fue menor que del concreto simple el cual la diferencia es de 0.016058.
  
11. También para el diseño del modelamiento del edificio Nicolini se propuso otras dimensiones en columnas y vigas de acuerdo con la norma establecida y criterio de referencia ya que contaba con luces largas en cada tramo de pórtico.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda usar los medios de seguridad personal E.P.P. cuando se manipula la lana de roca ya que es una fibra de contextura vidriosa y da molestia a la piel en su manipulación sin protección y cuidado en los ojos.
  
2. Se deberá realizar el moliendo o molido del agregado de lana de roca para poder tener un mejor mezclado homogéneo en el diseño de mezcla.

3. Para tener los datos reales de las fuerzas que soportara el suelo se tiene que realizar el estudio mecánico de suelo de esta manera tener los cálculos reales para el diseño de los elementos estructurales de la edificación.
4. Para mejor fuerza a la comprensión se deberá realizar otros estudios incorporando la lana de roca en el agregado fino en porcentajes diferentes.
5. Se deberá tener en cuenta el tipo de transferencia de fuerza de calor para obtener mejores resultados en la diferenciación de las fuerzas para cuando se someta a la  $F'c=kg/cm^2$ .
6. La comparación del peso se tendrá que realizar en tres tiempos, al vaciado del concreto en el molde de la probeta, al secado a los 28 días y luego de someterlo a temperaturas altas de esta manera se tendrá un cuadro con las diferentes variaciones de pesos en el concreto como molde patrón.
7. Trabajar los porcentajes de lana de roca de manera progresiva en porcentajes a partir de 4%.
8. Para el moldeado en el Etabs se recomienda trabajar con sobre cargas muertas cargas, el cual hay alguna que no son contempladas, para el mejor predimensionamiento.
9. En los metrados incluir las cargas puntuales para tener mejor modelamiento de las cargas que asumirá la edificación como tabiquerías divisorias de ambientes.
10. Se recomienda tener en cuenta las unidades a trabajar en el Etabs para su mejor modelamiento.

11. Tener en cuenta las grillas de los ejes para realizar el trabajo como primera configuración ya que por defecto el Etabs brida ya una, pero se tiene que tener en cuenta el personalizar su propia plantilla.