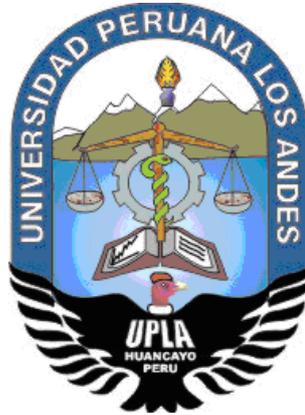


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES  
RESIDENCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE  
CUBIERTAS VERDES EN LA CIUDAD DE  
HUANCAYO**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. MUCHA VASQUEZ, Manuel Adolfo**

Línea de Investigación Institucional:

**Nuevas Tecnologías y Procesos**

Línea de Investigación de la Escuela Profesional:

**Gestión de Tecnologías en Proceso Constructivo**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2019**

---

**M SC. CANO CAMAYO TIBER JOEL**  
**ASESOR METODOLOGICO**

---

**ING. ESPINOZA FLORES CARLOS GERARDO**  
**ASESOR TEMATICO**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Marcelo y Aidée como también a mis hermanos, que son mi estímulo poderoso para seguir adelante y por su inmenso esfuerzo para que yo lograra mis objetivos trazados en la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Peruana Los Andes, por seguir apostando por la educación de nuestro país y a los catedráticos que durante toda la carrera profesional han aportado enseñanzas invaluable a mi formación personal.

# HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

---

**DR CASIO AURELIO TORRES LOPEZ  
PRESIDENTE**

---

**ING :JULIO NAKANDAKARE SANTANA  
JURADO**

---

**ING:HENRY GUSTAVO PAUTRAT EGOAVIL  
JURADO**

---

**ING: JEANNELLE SOFIA HERRERA MONTES  
JURADO**

---

**MG. MIGUEL ANGEL CARLOS CANALES  
SECRETARIO GENERAL**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
INDICE DE TABLAS .....	viii
INDICE DE FIGURAS .....	x
ACRONIMOS Y ABREVIATURAS .....	xiii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCION .....	xvi
CAPITULO I .....	18
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.1. Planteamiento del problema .....	18
1.2. Formulación del problema.....	20
1.2.1. Problema general.....	20
1.2.2. Problemas específicos .....	20
1.3. Justificación .....	20
1.3.1. Practica .....	20
1.3.2. Metodología .....	20
1.3.3. Ambiental .....	21
1.4. Delimitaciones.....	21
1.4.1. Espacial .....	21
1.4.2. Temporal.....	21
1.4.3. Económica .....	21
1.5. Limitaciones .....	22
1.5.1. Económica .....	22
1.6. Objetivos de la investigación.....	22
1.6.1. Objetivo general.....	22
1.6.2. Objetivos específicos .....	22
CAPITULO II .....	23
MARCO TEORICO .....	23
2.1. Antecedentes .....	23
2.2. Marco conceptual.....	29
2.3. Bases teóricas .....	36
2.4. Definición de términos.....	37
2.5. Hipótesis .....	38

2.5.1. Hipótesis general .....	38
2.5.2. Hipótesis específicas.....	38
2.6. Variables .....	39
2.6.1. Definición conceptual de la Variable .....	39
2.6.2. Definición operacional de la Variable .....	40
CAPITULO III .....	42
METODOLOGIA .....	42
3.1. Método de investigación .....	42
3.2. Tipo de investigación .....	42
3.3. Nivel de investigación .....	42
3.4. Diseño de investigación .....	43
3.5. Población y muestra.....	43
3.5.1. Población .....	43
3.5.2. Muestra .....	43
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	43
3.6.1. Técnicas de recolección de datos.....	43
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.....	44
3.7. Procedimiento de la investigación.....	44
3.7.1. Fase de pre campo .....	44
3.7.2. Fase de trabajo de campo .....	45
3.7.3. Fase de gabinete .....	47
3.8. Técnicas y análisis de datos .....	55
CAPITULO IV .....	56
PRESENTACION DE RESULTADOS.....	56
4.1. Específicos.....	56
4.2. General .....	113
CAPITULO V.....	117
DISCUSION DE RESULTADOS .....	117
CONCLUSIONES .....	120
RECOMENDACIONES .....	122
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	123
ANEXOS 01 Matriz de consistencia.....	125
ANEXOS 02 Validación de instrumentos de investigación.....	127
ANEXOS 03 Ensayo De Esclerometría Astm C805 .....	128
ANEXOS 04 Planos de la Residencial Varo .....	129
ANEXOS 04 Precios de materiales utilizado en las cubiertas verdes .....	130

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de Cubiertas Verdes.....	31
Tabla2 Operacionalización de Variables.....	40
Tabla 3 Ensayo de Esclerómetro-Columna.....	58
Tabla 4 Ensayo de Esclerómetro-Placa.....	58
Tabla 5 Ensayo de Esclerómetro-Losa Aligerada.....	58
Tabla 6 Acero Corrugados Grado 60.....	59
Tabla 7 Recubrimientos Mínimos.....	59
Tabla 8 Zonificación.....	64
Tabla 9 Condiciones Geotécnicos y Parámetros de Sitio.....	64
Tabla 10 Categoría y Factor de Uso.....	65
Tabla 11 Sistemas Estructurales.....	65
Tabla 12 Irregularidades Estructurales en Altura.....	65
Tabla 13 Irregularidades estructurales en planta.....	65
Tabla 14 Resumen de Datos.....	65
Tabla 15 Irregularidad de Rigidez-Piso Blando-X.....	71
Tabla 16 Irregularidad de Rigidez-Piso Blando-Y.....	71
Tabla 17 Irregularidad Extrema de Rigidez- X.....	72
Tabla 18 Irregularidad Extrema de Rigidez -Y.....	72
Tabla 19 Irregularidad de masa o peso-X-Y.....	73
Tabla 20 Irregularidad Torsional-X.....	74
Tabla 21 Irregularidad torsional-Y.....	75
Tabla 22 Irregularidad Torsional Extrema X.....	75
Tabla 23 Irregularidad Torsional Extrema Y.....	76
Tabla 24 Peso Muertos.....	77
Tabla 25 Peso de Tecknoport.....	77
Tabla 26 Peso de Cubiertas Verdes.....	78
Tabla 27 Peso de Estructura sin Cubierta verdes.....	78
Tabla 28 Peso de Estructura con cubierta Verde Extensivo.....	79
Tabla 29 Peso de Estructura con Cubiertas Verdes.....	79
Tabla 30 C - T Según ETABS- Sin Cubierta Verde.....	80
Tabla 31 C-T Según ETABS con cubierta verde extensivo.....	80

Tabla 32 C-T Según ETABS con cubierta verde semi intensivo .....	80
Tabla 33 Calculo de Cortantes.....	80
Tabla 34 Fuerza Cortante Sin Cubierta Verdes .....	81
Tabla 35 Fuerza Cortante con Cubierta Verde tipo Extensivo .....	81
Tabla 36 Fuerza Cortante con Cubierta Verde tipo Semi-Intensivo .....	81
Tabla 37 Factores Sísmicos .....	82
Tabla 38 Calculo de Periodo -Frecuencia por tipo de Cubiertas Verdes.....	84
Tabla 39 Masa participativa .....	85
Tabla 40 Desplazamientos Relativos Dirección X -Sin Cubierta Verde .....	85
Tabla 41 Desplazamientos Relativos Dirección Y -Sin Cubierta Verde .....	86
Tabla 42 Desplazamientos Relativos Dirección X -Cubierta extensivo .....	87
Tabla 43 Desplazamientos Relativos Dirección Y -Cubierta extensivo .....	87
Tabla 44 Desplazamientos Relativos Dirección X -Cubierta semi-intensivo ....	89
Tabla 45 Desplazamientos Relativos Dirección X -Cubierta semi-intensivo ....	89
Tabla 46 Fuerza Cortante-Dinámico sin Cubierta Verde.....	89
Tabla 47 Fuerza Cortante-Dinámico -Cubierta Verde Extensivo .....	90
Tabla 48 Fuerza Cortante-Dinámico- Cubierta Verde Semi-Intensivo .....	90
Tabla 49 Verificación de Columnas.....	91
Tabla 50 Elección de Diseño.....	93
Tabla 51 Temperatura Losa Aligerada.....	104
Tabla 52T° Losa Aligerada-Cubierta Verde Extensivo .....	105
Tabla 53 T° de la Losa Aligerada en los dos Escenarios .....	106
Tabla 54 Temperaturas Promedio - losa.....	107
Tabla 55 Prueba de T student.....	108
Tabla 56 T° Ambiente sin Cubierta Verde .....	108
Tabla 57 T° Ambiente Con Cubierta Verde .....	109
Tabla 58 Variación de Temperaturas en la Habitación .....	110
Tabla 59 Temperatura Promedio .....	111
Tabla 60 Prueba de T student.....	112
Tabla 61 Costo de instalación .....	112
Tabla 63 Ratio de trabajo Vigas .....	115
Tabla 64 Ratio de trabajo de Columnas.....	116

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cubierta verde en Rockefeller Center (EEUU).....	29
Figura 2 Cubiertas Verdes .....	31
Figura 3:Distribución de la Población Mundial .....	32
Figura 4 Efectos de Isla de Calor Urbana .....	33
Figura 5 Isla de calor urbana.....	34
Figura 6 Modelado de una Edificación .....	36
Figura 7 Zona de estudio .....	45
Figura 8 Visita Técnica.....	45
Figura 9 Inspección técnica.....	46
Figura 10 Inspección técnica.....	46
Figura 11 Ensayo de Esclerometría .....	47
Figura 12 Limite de distorsión .....	54
Figura 13 Cuadro de Columnas C1-C2-C3-C4 .....	57
Figura 14 Cuadro de Columnas C5-C6-C7-C8 .....	57
Figura 15 Cuadro de Placas P1-P2.....	57
Figura 16 Cuadro de Placas P3-P4.....	57
Figura 17 Detalle de Losa Aligerada .....	58
Figura 18 Diafragma Típico 1°- 8° nivel .....	62
Figura 19 Diafragma de techo de azotea 10° nivel .....	63
Figura 20 Plano de Elevación .....	64
Figura 21 Inspección de Campo Residencial Varo .....	64
Figura 22 Espectro de Pseudo Aceleraciones XX.....	66
Figura 23 Espectro de Pseudo Aceleraciones YY.....	66
Figura 24 Modelación en software ETABS 2016.....	66
Figura 25 Interfaz del Programa.....	67
Figura 26 Definición de Materiales.....	67
Figura 27 Definición de Secciones.....	67
Figura 28 Dibujo de Elementos Estructurales .....	67
Figura 29 Asignación de Diafragmas Rígidos .....	68
Figura 30 Definición de Cargas Estáticas y Sísmicas .....	68
Figura 31 Definiciones de las Combinaciones de Carga.....	68

Figura 32 Combinaciones de Cargas.....	68
Figura 33 Definición de Cortante Dinámico.....	69
Figura 34 Presentación de Modelo .....	69
Figura 35 Check Model .....	69
Figura 36 Análisis de Modelo .....	69
Figura 37 Modelo Deformado.....	70
Figura 38 Máximos Desplazamientos por Modales.....	70
Figura 39 Máximos Desplazamientos por Espectro de Respuesta.....	70
Figura 40 Metrado de Cargas por Piso-ETABS .....	78
Figura 41 Introducción de Espectro de Respuesta .....	82
Figura 42 Asignación de Casos de Carga Sismos Dinámicos .....	83
Figura 43 Check Model -Dinámico .....	83
Figura 44 Modelo Deformado-Dinámico .....	83
Figura 45 Desplazamientos en Dirección X-Y -ETABS.....	85
Figura 46 Incremento de Carga al 9° Nivel.150kg*m2 .....	86
Figura 47 Incrementó de carga al 10° Nivel -150kg*m2.....	86
Figura 48 Desplazamientos Relativos ETABS .....	87
Figura 49 Desplazamientos en Dirección X -Y -ETABS.....	87
Figura 50 Incremento de Carga al 9° Nivel-350kg*m2 .....	88
Figura 51 Incremento de Carga al 9° Nivel-350kg*m2 .....	88
Figura 52 Desplazamientos Relativos ETABS .....	88
Figura 53 Desplazamientos en Dirección X -ETABS .....	88
Figura 54 Diseño Mediante ETABS .....	90
Figura 55 Diseño de Refuerzo Longitudinal .....	90
Figura 57 Diseño de Columna C1- ETABS .....	91
Figura 58 Diseño de Vigas - ETABS.....	92
Figura 59 Verificación de Vigas.....	92
Figura 60 Plano de Planta 10° Nivel .....	94
Figura 61 Diseño de Cubierta Verde.....	94
Figura 62 Diseño de Cubiertas Verdes -Residencial Varo-Planta.....	98
Figura 63 Diseño de Cubierta Verde. -Elevación .....	99
Figura 64 Área de Instalación .....	99
Figura 65 Impermeabilización del área .....	99

Figura 66 Actividad de Impermeabilización.....	100
Figura 67 Prueba de Estanquidad.....	100
Figura 68 Instalación de Geomembrana .....	100
Figura 69 Instalación de capa Filtrante – Geotextil .....	101
Figura 70 Instalación de Capa de Sustrato .....	101
Figura 71 Instalación de Estrato.....	101
Figura 72 Instalación Culminada.....	102
Figura 73 Termo-Higrómetro CX-301C .....	103
Figura 74 Termómetro Infrarrojo .....	103
Figura 75 T° de la Losa -Sin Cubierta Verde .....	105
Figura 76 T° de la Losa - Cubierta Verde Extensiva .....	106
Figura 77 T° de la Losa - Cubierta Verde Extensiva .....	107
Figura 78 T° Ambiente sin Cubierta Verde.....	109
Figura 79 T° con cubierta verde.....	110
Figura 80 Comportamiento de La T° en la Habitación .....	111
Figura 81 Modelación de la estructura .....	113
Figura 82 Deriva de la edificación sin cargas.....	114
Figura 83 Deriva con cubierta extensiva .....	114
Figura 84 Deriva con cubierta semi intensiva.....	115

## ACRONIMOS Y ABREVIATURAS

CM	: Carga muerta
CV	: Carga viva
la	: Factor de irregularidad en altura.
lp	: Factor de irregularidad en planta.
Ro	: Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.
g	: Aceleración de la gravedad.
T	: Período fundamental de la estructura
C	: Factor de amplificación sísmica.

## RESUMEN

La presente investigación respondió al problema general ¿Cuáles son los resultados de la evaluación estructural en edificaciones residenciales para la implementación de cubiertas verdes en la ciudad de Huancayo?, el objetivo general fue. Determinar los resultados de la evaluación estructural en edificaciones residenciales para la implementación de cubiertas verdes en la ciudad de Huancayo y la hipótesis general que se contrastó fue: Los resultados de la evaluación estructural en edificaciones residenciales para la implementación de cubiertas verdes en la ciudad de Huancayo, cumplen con los parámetros establecidos en la norma técnicas E-030.

El método general de investigación fue el Científico, de tipo de investigación fue Aplicada, el nivel de investigación fue Descriptivo-explicativo y de diseño fue cuasi experimental. La población, estuvo conformada por 8 edificaciones multifamiliares de concreto armado con mayores a 9 niveles en la urbanización Lamblaspata, el Tambo, el tipo de muestreo fue no probabilístico, la muestra estuvo constituida, por la edificación multifamiliar de concreto armado de 10 niveles, situada en el Jr. los Rosales N°251.Residencial Varo.

Se concluye afirmado que la evaluación estructural implementando las cubiertas verdes cumplen con los límites de distorsión de entrepiso establecido por la norma E-030, en relación al tipo de cubierta extensivo.

**Palabras claves:** Evaluación estructural, cubiertas verdes, edificación residencial

## ABSTRACT

The present investigation responded to the general problem. What are the results of the structural evaluation in residential buildings for the implementation of green roofs in the city of Huancayo? The general objective was. To determine the results of the structural evaluation in residential buildings for the implementation of green roofs in the city of Huancayo and the general hypothesis that was contrasted was: The results of the structural evaluation in residential buildings for the implementation of green roofs in the city of Huancayo , comply with the parameters established in the technical standard E-030.

The general method of investigation was the Scientific one, of type of investigation was Applied, the level of investigation was Descriptive-explanatory and of design was quasi-experimental. The population consisted of 8 multifamily reinforced concrete buildings with greater than 9 levels in the Lamblaspata urbanization, the Tambo, the type of sampling was not probabilistic, the sample was constituted, by the 10-level multi-family reinforced concrete building, located in Jr. los Rosales N ° 251.Residencial Varo.

It is concluded that the structural evaluation implementing the green roofs complies with the mezzanine distortion limits established by the E-030 standard, in relation to the type of extensive roof.

**Keywords:** Structural evaluation, green roofs, building residential

## INTRODUCCION

En nuestra sociedad se puede apreciar grandes cambios en el sector construcción, el cual trae beneficios como también grandes alteraciones en relación del medio ambiente, porque no se maneja adecuadamente la huella constructiva y de la mano con ello se relaciona un fenómeno denominado isla de calor urbana, que es producido por las inmensas masas de concreto y acero. Es por ello que en esta investigación se busca dar a conocer la tecnología de cubiertas verdes, donde la evaluación estructural para su implementación juega un papel muy importante y de ello depende el tipo de cubierta a implementar sin dejar de lado el cumplimiento de las normas E-030 también se busca conocer el proceso constructivo para la implementación de cubiertas verdes para evaluar sus efectos térmicos.

La presente investigación consta de cinco capítulos, donde el contenido se detalla a continuación:

**Capítulo I:** En el capítulo I está relacionado con la formulación del planteamiento del problema de la investigación, la delimitación y limitaciones del problema, la formulación del problema general y específicos, la justificación, como también se plantea los objetivos generales y específicos que se logró alcanzar durante el desarrollo de la investigación.

**Capítulo II:** En este capítulo se relaciona con el marco teórico referidos a la evaluación estructural y a la implementación de cubiertas verdes. Luego se presenta la normatividad vigente, se da a conocer las teorías de investigación, definición de términos usados en la investigación, además de plantear la hipótesis general y las específicas. Como también se define las variables de investigación.

**Capítulo III:** En este capítulo está relacionado con la metodología de investigación en la cual se planteará el método, el tipo, nivel y diseño de investigación a realizar por otra parte se determinó la población, muestra,

técnicas, instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos considerados en la fase de pre campo, fase de campo y fase de gabinete respectivamente.

**Capítulo IV:** Este capítulo se mostrará los resultados de la investigación, en las diversas etapas los cuales fueron planteadas anteriormente.

**Capítulo V:** Este capítulo dará a conocer la discusión de resultados, en donde se presenta la afirmación o negación de las hipótesis presentadas anteriormente con respecto a los resultados y antecedentes mencionadas con anterioridad.

Para finalizar la investigación se redacta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Manuel Adolfo Mucha Vásquez

# **CAPITULO I**

## **PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

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

Hoy en día a nivel mundial se puede apreciar que el crecimiento demográfico siempre será una gran preocupación para la humanidad, ya que es un fenómeno que causa muchos impactos negativos sobre los sistemas económico, social, cultural y en gran magnitud al medio ambiente. Estos impactos ambientales están basados en dos principios: el consumo de recursos y la generación de desperdicios y contaminantes. Sin embargo, en las últimas décadas este problema se ha convertido en algo aún más alarmante, pues sumado con la rápida migración de las poblaciones rurales hacia las ciudades, las cuales tienen mucho que ofrecer a sus habitantes, desde un mayor acceso a servicios hasta mayores posibilidades económicas y de desarrollo y es por ello que las áreas urbanas se han visto obligadas a crecer de manera alarmantes y poco planificada dejando de lado el cuidado del medio ambiente

Este crecimiento urbano trae consigo la alta demanda de las construcciones de toda índole, donde no se considera en muchas ocasiones reducir la huella constructiva de las obras. También por otro lado la acumulación de grandes masas de concreto, asfalto entre otros materiales de construcción crean un fenómeno conocido como isla de calor urbana que es un fenómeno de origen térmico que se produce en áreas

urbanas donde la temperatura es más elevada especialmente durante la noche, en el centro de las ciudades en comparación a las zonas rurales.

El Perú no es ajena a esta condición, hoy en día se puede observar el elevado aumento de la población urbana el cual tiene como consecuencia una alta demanda en construcciones de inmuebles, esto genera el remplazo de áreas verdes en edificaciones, los cuales perjudican el medio ambiente por otra parte las empresas relacionadas con la construcción de edificaciones no realizan ninguna actividad para reducir la huella constructiva.

En la provincia de Huancayo el desarrollo urbanístico ha introducido significativas modificaciones en la configuración natural del terreno, las cuales han conducido a la alteración del régimen de drenajes naturales de aquellos terrenos sometidos a movimientos de tierra, a la destrucción de la capa vegetal que los cubre, y esto se puede apreciar en la provincia de Huancayo como en otras ciudades, por otro lado el desarrollo urbanístico trae consigo la falta de áreas verdes, y eso se puede apreciar fácilmente en nuestro entorno.

Por todo el daño que se realiza al ejecutar distintas obras en edificaciones el cual produce un impacto negativo en el medio ambiente, la presente investigación pretende disminuir estos efectos evaluando estructuralmente una edificación residencial para una posible implementación de un tipo de cubierta verdes, el cual es un sistema constructivo que permite mantener de manera sostenible un paisaje vegetal sobre la cubierta de una edificación mediante una adecuada integración entre la edificación intervenida, el tipo de cubierta elegida.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuáles son los resultados de la evaluación estructural en edificaciones residenciales para la implementación de cubiertas verdes en la ciudad de Huancayo?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cómo es el comportamiento estructural de la edificación residencial implementando las cubiertas verdes en relación al tipo de cubierta?
- b. ¿Cómo es el proceso constructivo de la implementación de las cubiertas verdes para edificaciones residenciales?
- c. ¿Cuáles son los efectos térmicos que genera la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Practica**

La presente investigación nace en la necesidad de conocer nuevas tecnologías relacionadas en favor del medio ambiente, contrarrestando los problemas relacionados con la huella constructiva, minimizando los impactos producidos por los avances que el sector construcción deja hoy en día, visto de otra perspectiva la presente investigación busca mejorar la calidad de vida de cada uno de los ciudadanos conociendo los beneficios que la implementación de cubiertas

### **1.3.2. Metodología**

La presente investigación está orientada a la evaluación estructural de edificaciones para implementar la tecnología de las cubiertas

verdes, basada en la aplicación seguimiento, y estableciendo una serie de pasos que rigen mediante una herramienta de cálculo estructural, denominado ETABS v.2016; la metodología utilizada servirá para investigaciones análogas y con aplicación a otros temas.

### **1.3.3. Ambiental**

La presente investigación sobre la evaluación estructural para la implantación de cubiertas verdes en edificaciones el cual es relacionado en hacer uso de tecnologías limpias, cuyos beneficios son fructíferos en relación al medio ambiente. y de esta manera mejoraran la calidad de vida actual y también de las futuras generaciones.

## **1.4. Delimitaciones**

### **1.4.1. Espacial**

La presente investigación tiene como delimitación espacial

Distrito:	Tambo
Provincia	Huancayo
Departamento	Junín

### **1.4.2. Temporal**

La presente investigación se desarrolló en un tiempo establecido de 4 meses desde el mes de mayo hasta agosto en el año 2019

### **1.4.3. Económica**

La investigación estuvo delimita económicamente en relación a la ejecución de ensayos de esclerometría, adquisición de materiales para la implementación de cubierta verde, equipos para su evaluación en relación al efector térmico, los cuales fueron financiados bajo recursos propios

## **1.5. Limitaciones**

### **1.5.1. Económica**

Para la presente investigación, la limitación económica es sobre la implementación de toda el área de la azotea de la edificación evaluada por ser de gran magnitud y tener un costo elevado. Razón por la cual se implementó solo un prototipo de 15m<sup>2</sup>. en otra edificación en la ciudad de Huancayo.

## **1.6. Objetivos de la investigación**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar los resultados de la evaluación estructural en edificaciones residenciales para la implementación de cubiertas verdes en la ciudad de Huancayo

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar el comportamiento estructural de la edificación residencial implementando las cubiertas verdes en relación al tipo de cubierta.
- b. Describir el proceso constructivo de la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales.
- c. Estimar los efectos térmicos que genera la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **Internacionales**

- a) (Ochoa, 2012) En la tesis titulada “*Estudio de Factibilidad Estructural para la implementación de techos verdes en edificaciones comerciales en la Ciudad de Caracas*”, de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Central de Venezuela. El cual sostuvo:
1. El estudio de factibilidad estructural para la implementación de techos verde en la ciudad de Caracas resulta en un escenario positivo para edificaciones comerciales como el CCCT y el CCS el cual en base a la metodología seguida en este trabajo de investigación y las normas consultadas FONDO NORMA 1753:2006 y COVENIN 2002:88, en la cual no existe el termino de techos verdes donde en un futuro las normas de construcción deberán considerar desde el diseño elementos que las estructuras sean más compatibles con el ambiente.
  2. Realizada esta investigación resulta que las ventajas de un techo verde, sobrepasan ampliamente a un techo convencional, debido a la reconocida aceptación de sus cualidades incuestionables para atacar el micro-clima nocivo en zonas urbanas causantes de fenómenos atmosféricos como la isla de calor, disponer de manera eficiente el agua pluvial, todo por un costo estructuralmente bajo. En Venezuela

la información disponible es reducida sobre esta tecnología y sus beneficios, pero se podría ganar interés si a las edificaciones comerciales se le ofrece a los techos verdes como una solución materia de ahorro energético, recuperación de áreas verdes y espacios recreacionales, así como optar por certificaciones como LEED que otorgaría el reconocimiento público y en un futuro para el caso de Venezuela el reconocimiento del estado.

3. Por otro lado, al Seleccionar un techo verde para una edificación de uso comercial, como se mostró en el formato de evaluación estructural de edificaciones comerciales para implementar Techos Verdes, significó en partir de diseñar una metodología que permitiera revisar la edificación en los términos de sus materiales, dimensiones de los elementos que funcionarían como soporte.(Ochoa, 2012)

**b)** (Duarte & Moreno, 2014) En la tesis titulada “*Techos verdes en viviendas de Estrato 1: aplicado al barrio Yomasa*”, para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Colombia, sostuvo que:

1. En la zona de estudio es un sector en el cual es viable la implementación del sistema, ya que al tener condiciones de bajos recursos la propuesta diseñada contribuye económicamente a la población al ser utilizado para el autoconsumo, lo que garantiza la seguridad alimentaria de los habitantes reduciendo los gastos en la canasta familiar, incrementa la calidad de los alimentos consumidos proporcionando una dieta saludable e impulsando la comercialización local si se desea.
2. Adicionalmente genera espacios de recreación, trabajo en equipo e integración comunitaria y familiar, creando conciencia ambiental. Por otra parte la generación de cambios en las comunidades a fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes, por medio de alternativas dignificantes socialmente y ambientalmente sostenibles convierten a los techos verdes en una nueva alternativa de construcción amigable en los programas de viviendas de estrato 1.

3. La responsabilidad social y ecológica que debe incluir el sector de la construcción dentro de sus prioridades y objetivos principales es uno de los resultados que arroja esta investigación, ya que la labor social con la comunidad y el estudio de las condiciones actuales del medio ambiente, crea una concientización del impacto ambiental que ha venido generando la ingeniería civil, ocasionando los escasos recursos naturales. Es por esto que los profesionales deben adquirir un compromiso social y ambiental para fomentar en todo proyecto civil la responsabilidad social y ecológica

c) (Grimaldi, 2009) En la tesis de grado denominada “*Diseño y Aplicación de Techos Verdes*”, para la Facultad de Ingeniería Industrial del Universidad Privada Instituto Tecnológico De Buenos Aires. Donde da a conocer que:

1. La instalación de un techo verde trae consigo una multiplicidad de beneficios que difícilmente pueden ser igualados por sistemas tradicionales de cobertura y protección de techos. Es posible usar tejas cerámicas, techos flotantes o el incremento de las capas de aislante térmico para reducir la temperatura del techo, o reducir la transferencia del calor a través del mismo, pero estos sistemas no proporcionan el beneficio agregado producido por la evapotranspiración, la cual elimina calor en forma activa. Regar el techo con agua imitaría este efecto en parte, pero a cambio de la incorporación de un proceso adicional, diario y que desperdicia netamente un recurso. Esta reducción en la transferencia y la eliminación activa de calor del techo se traduce en un beneficio económico tangible al reducir los requerimientos de acondicionamiento climático durante todo el año.
2. El techo verde también ofrece soluciones en el manejo de agua de lluvia, el aislamiento acústico, e incrementa la vida útil de la membrana impermeable. Se trata de un sistema completo de protección, con beneficios tangibles tanto para el propietario del edificio, como para sus usuarios, el medioambiente y el entorno

urbano por otra parte da a conocer que mediante la aplicación de un marco regulatorio adecuado, sería posible promover el uso de techos verdes como medida para solucionar importantes problemas, como las inundaciones, mientras se mejora el aire, se reduce el consumo energético, se reduce la temperatura ambiental, y se aumenta el atractivo visual del paisaje urbano. Más aún, esto se ve facilitado por la simplicidad del diseño de un techo verde y su facilidad de instalación.

## **Nacionales**

a) (Victorio, 2017) En la tesis de grados sobre *“Valoración Económica y Ambiental de los servicios que ofrecen los techos verdes a las familias de la urbanización el Pinar Comas”*, para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo. Donde afirma:

1. Respecto a la contribución económica de instalar techos verdes sembrando hortalizas, en un período de 60 días llega a S/.82.00/vivienda siendo la mayor contribución la del rabanito (51%) obtenidos a través de los resultados al aplicar el sistema mesa de cultivo. La contribución ambiental que hacen los techos verdes a las familias de la zona, es mejorar la belleza paisajística (mencionada por el 97% de los entrevistados), valor que se incrementó luego de instalar los techos verdes, ya que el 92% de las familias indicaron que contribuiría a la belleza paisajística antes de instalar el techo verde.
2. En cuanto a características socioeconómicas que influyen para valorar económicamente los techos verdes, el 87% de las mujeres, están dispuestos a pagar menos de S/.1.00 y el 43% de los varones estarían dispuestos a pagar entre S/.2.00 – S/.3.00. En tanto los que usaban su techo como tendedero de ropa (86%) y crían animales (85%) pagarían menos de S/1.00 por la conservación de los techos verdes.

3. En cuanto a las personas que no usaban sus techos (40%) pagarían de S/.2.00 y S/.3.00. El 77% de las viviendas que son de 4 pisos están dispuestos a pagar menos de S/.1.00, el 23% que habitan en viviendas de 2 pisos pagarían de S/.2.00 – S/.3.00. Respecto al conocimiento sobre techo verde antes de instalar el 96% de las personas no tenían idea sobre el tema posterior a la instalación en la zona, el 100% de los entrevistados tienen conocimiento respecto a techo verde.
4. Se concluye que el 84% de las personas están dispuestas a pagar menos de S/.1.00 y 15% de S/.2.00 – S/.3.00, viéndose en los resultados. Por otra parte, afirma que en el presente trabajo obtenemos que el costo de instalar y mantener los techos verdes en la urbanización el Pinar – Comas, 2017 mediante el sistema de mesa de cultivo asciende a S/216.00/ mesa de cultivo.

b) (Suarez, 2015) En la Tesis titulada “*Techos Verdes usos y Aplicaciones como parte Integral de la Construcción*”, para la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Ingeniería. El cual afirma que:

1. Algunos países como Alemania, Estados Unidos, Suiza y España cuentan con planes de desarrollo a corto plazo para implementaciones de ciudades sustentables; mientras que en nuestro país aún queda bastante por desarrollar al respecto, por otra parte afirma que los techos verdes representa una nueva tendencia en el planeamiento de la construcción urbana, el cual consiste en una fusión entre las estructuras construidas por el hombre y los procesos naturales dicho sistema constituye un escalón para lograr crear ciudades más saludables y también contribuye a brindar mejor calidad de vida a las futuras generaciones.
2. Entre otros beneficios menciona el impacto ambiental de los techos verdes como la influencia en el ciclo del oxígeno y carbono, la regulación de la humedad etc. También los beneficios para la salud son resaltantes el organismo mundial de la salud recomienda que por cada habitante debe de existir de 8 a 12 m<sup>2</sup> de áreas verdes y

actualmente en Lima se tiene como indicador que existe 2m<sup>2</sup> por habitante por lo tanto se llega a la conclusión que la salud se convertirá en el beneficio de mayor importancia.

c) (Inga, 2018) En la tesis titulada *“Evaluación de la Reducción del Consumo de la Energía Eléctrica, Mediante la Implementación de un Techo Verde de Tipo Indirecto al Interior de La I.E.P. Peruano – Alemán”*, para la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco. El cual afirma:

1. La construcción de techos verdes no está actualmente normada, sin embargo, existen documentos técnicos, recomendaciones y Que la temperatura se redujo en 1.26 ° C, en el interior de las aulas con techo verde de un área de 200 m<sup>2</sup>, en el área sin techo verde la temperatura se mantuvo. Sin embargo, es necesario realizar estudios sobre ellos, debido a la escasez de información que se ha observado y a la inexistencia de un modelo que permita simular el comportamiento de los techos verdes, con el fin de estimar sus efectos como aislantes y diseñar conscientemente a futuro.
2. La construcción de techos verdes no está actualmente normada, sin embargo, existen documentos técnicos, recomendaciones y bibliografía suficiente que permiten su correcta instalación y ejecución en proyectos que los involucren. El uso de techos verdes ayuda a disminuir la temperatura en zona de tierra caliente, pero su grado de atenuación depende de del área cubierta, de las plantas, el sustrato, los materiales y el tipo de techo verde que se implemente.
3. Los beneficios de los techos verdes, en términos cuantitativos varían considerablemente de un estudio a otro por sus características y los diferentes contextos que se pueden evidenciar. El clima y la especie de planta que se utilice son variables determinantes para que funcione correctamente el sistema de techo verde, en cualquier caso. El modelo del techo verde indirecto utilizando jabsas como recipiente puede pesar 70 Kg/m<sup>2</sup> con sustrato y cobertura vegetal.

## 2.2. Marco conceptual

### Historia de las cubiertas verdes.

Uno de los primeros ejemplos de cubiertas verdes es los jardines vivientes de Babilonia los cuales fueron construidos en el año 600 a.C luego se fueron acuñando en Europa donde fueron utilizados para impermeabilizar el interior de las viviendas y evitar las fugas de temperaturas. También existen testimonios del uso de cubiertas verdes A los países de Suecia, Finlandia, Islandia, Dinamarca, Noruega Y Groenlandia. A fines del siglo XIX cuando se desarrolló las cubiertas verdes las cuales se caracterizó por tener capas impermeables los cuales era construidas con combinaciones de un subproducto alquitranado proveniente de la producción del carbón junto con cuatro capas de papel (*tarred paper*) a la que se superpone una capa de arena para la protección ultravioleta y del calor. Ya en los años 30 se construye en el **Rockefeller Center** (EEUU) un sistema de cubiertas verdes que perduran hasta hoy en día.



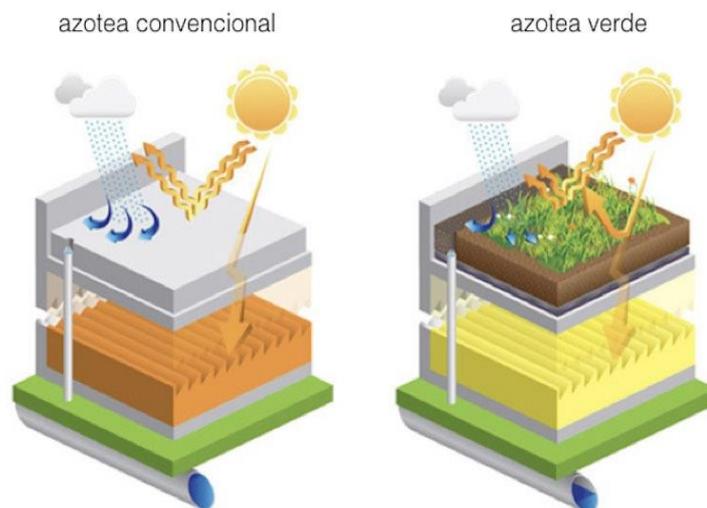
**Figura 1** Cubierta verde en Rockefeller Center (EEUU)  
Fuente (Chiarella, 2014)

El padre de las cubiertas verdes es **Reinhard Bornkamm**, un botánico de la Universidad de Berlín, que comienza a estudiar la ecología de las cubiertas construidas, a partir de los resultados de este equipo de investigación, se empieza a popularizar por Alemania. (urbanismoytransporte, 2015)

## Cubiertas Verdes

Las cubiertas verdes o azoteas verdes es un sistema constructivo que permite mantener de manera sostenible un paisaje vegetal sobre la cubierta de una edificación mediante una adecuada integración entre la edificación intervenida, el tipo de cubierta elegida y los factores climáticos y ambientales. Por otra parte, esto permite ir transformando espacios grises en espacios vivos y armónicos el cual brinda beneficios múltiples. Para lograr la integración adecuada del sistema se debe de cumplir con 6 funciones primordiales los cuales son los siguientes.

- ✓ Estanquidad,
- ✓ Drenaje,
- ✓ Capacidad de retención de agua,
- ✓ Estabilidad mecánica.
- ✓ Nutrición
- ✓ Filtración



**Figura 2** Diferencia de azoteas  
Fuente: Grupo Técnico de Techos Verde

## Tipos de Cubiertas Verdes

Existe básicamente tres tipos de sistemas de cubiertas verdes, los cuales son

### Tipo extensiva:

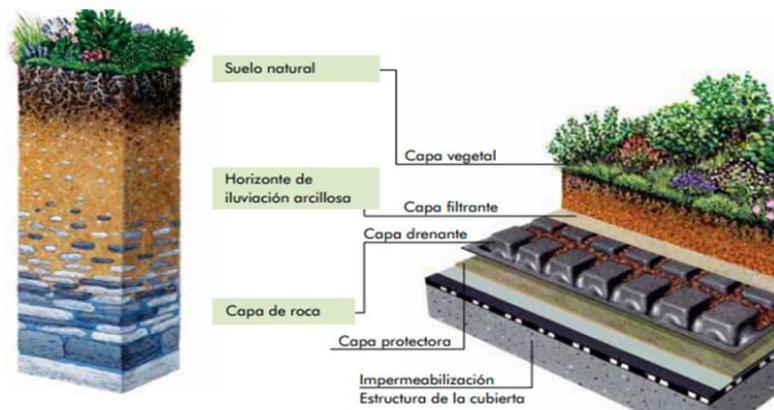
Es cuando la profundidad esta en relación de 10 cm a 15 cm con una carga permanente entre 60 y 150 kg/m<sup>2</sup> en su estado saturado y requieren un mantenimiento bajo.

### Tipo Semi-intensiva

Es cuando la profundidad debe de ser mayor a 15 cm con una carga permanente entre 150 A 350 kg/m<sup>2</sup> en su estado saturado y requieren un mantenimiento regular.

### Tipo intensiva.

Es cuando la profundidad debe de ser mayor a 30 cm con una carga permanente entre 350 y 500 kg/m<sup>2</sup> en su estado saturado y requieren un mantenimiento frecuente.



**Figura 3 Cubiertas Verdes**  
Fuente: (Madrid, 2014)

**Tabla 1**

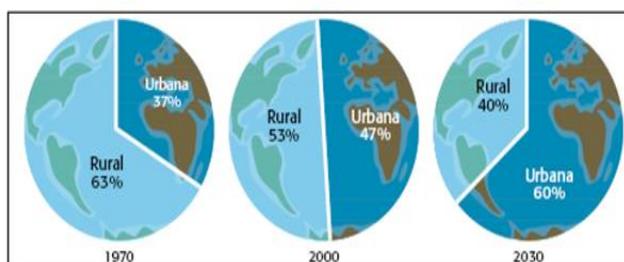
*Tipos de Cubiertas Verdes*

	Extensiva	Semi Intensiva	Intensiva
<b>Espesor de sustrato</b>	De 10 a 15 cm	Minimo de 15 cm	Mayores a 30 cm
<b>Características de la cobertura vegetal</b>	Plantas de porte bajo tipo tapete (grama) pastos, hiervas, plantas del genero sedum su crecimiento no supera los 12 cm	Plantas de porte medio que cresen de 40 a 50 cm de altura	Plantas de porte alto (arbustos y arboles)los cuales e plantan sobre las vigas de soporte de la estructura
<b>Carga sobre la estructura</b>	Son mas livianas pesan entre 60 y 150 kg/m <sup>2</sup>	Tiene una carga aproximada de 150 a 350 kg/m <sup>2</sup>	Tiene una carga aproximada de 300 a 350 kg/m <sup>2</sup>

Fuente. Elaboración propia

## Crecimiento Poblacional- Urbanización

Para poder conocer el termino de crecimiento poblacional debemos de tener claro el concepto de ciudad, el cual es un sistema dinámico que se encuentran en constante cambio como también crecimiento en funciona al tiempo, en la cual ocupa superficies naturales convirtiéndolos en áreas urbanas y por ende el crecimiento poblacional implica un incremento de la población, El crecimiento urbano se ha ido incrementando en todo el mundo En los años 1970, la población rural mundial representaba más del 50 % de la población total. Se estima que para el año 2030, la población urbana mundial tendrá un porcentaje de 60 %.



**Figura 4:** Distribución de la Población Mundial  
Fuente: Un habitat.

Por otra parte, el proceso de urbanización global ha desarrollado apresuradamente durante las últimas seis décadas. En 1951, el 79% de población en todo el mundo vivía en asentamientos rurales y el 21 % en los asentamientos urbanos. En el año 2014, el 54 % de la población mundial radica en áreas urbanas. Todo parece mostrar que la urbanización global continuara con su crecimiento. es por ellos que las estadísticas para el año 2050, indican a que la población rural disminuirá en un (34 %) y la población urbana crecerá u (66 %)

## Consecuencia del Crecimiento Poblacional - Urbanización

El crecimiento urbano tiene consecuencias negativas en los sistemas ecológicos y en el medio ambiente. Entra las consecuencias más destacadas se encuentran

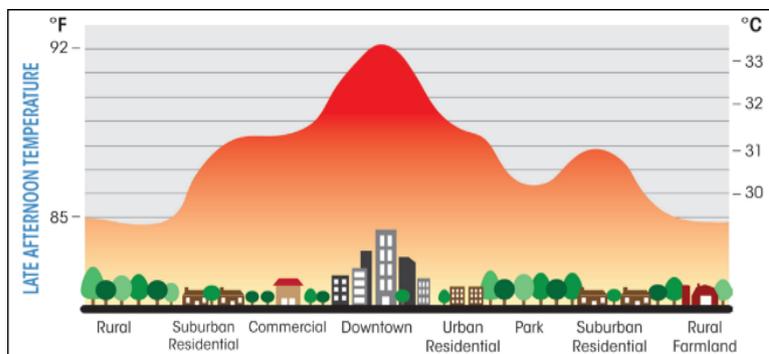
- Disminución del agua subterránea por la impermeabilización de áreas como ejemplo, los diversos tipos de pavimentos

- Incremento de la contaminación del aire, suelo y del agua por el crecimiento de nuevas construcciones en zonas urbanas.
- Destrucción de los diversos factores bióticos en el ecosistema urbano

### Efectos Isla de Calor

El efecto isla de calor es una situación urbana donde el calor disipado en el día se acumula. Las islas de calor urbanas nacen en áreas urbanas y suburbanas a raíz de que muchos de los materiales utilizados en las construcciones absorben y retienen más calor que los materiales naturales. Existen dos posibles causas que incrementan el efecto de isla de calor las cuales son:

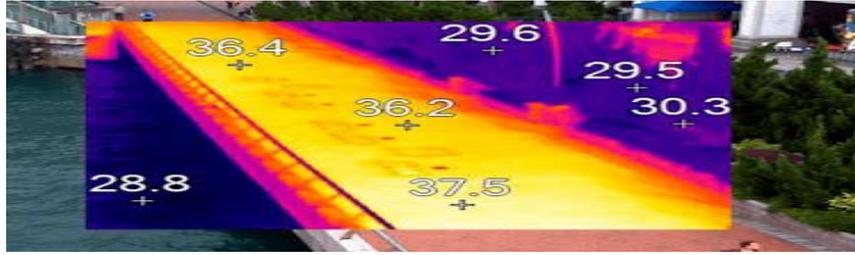
- La mayoría de los materiales utilizados en las diferentes obras son impermeables generando que la humedad no esté disponible para poder disipar el calor (Gartland, 2008)



**Figura 5** Efectos de Isla de Calor Urbana

Fuente: Interpón

- Los materiales de colores oscuros como el pavimento, entre otros son los que recolectan y atrapan la energía del sol (Gartland, 2008)



**Figura 6** *Isla de calor urbana*  
Fuente: Interpón

## **Evaluación Estructural**

Una evaluación estructural consiste en realizar un análisis matemático de la estructura existente ante cargas gravitacionales y cargas sísmicas para determinar el estado actual de estructura (CGMSER, 2019)

### **Procedimiento de Evaluación Estructural**

**Primera etapa:** En esta primera etapa se realiza una inspección de campo, donde se evalúa visualmente y se mapean las rajaduras y grietas visibles, y se toman datos pertinentes, así como los problemas constructivos presentes en la edificación para ellos se requiere una ficha de inspección estructural

**Segundo etapa:** En esta segunda etapa es donde se verifica los planos, donde se difiere la información de los planos estructurales con la edificación existente de haber diferencias se anotan para ser considerado en el análisis. De no existir planos estructurales, se requerirá a mandar a hacer un replanteo general de toda la edificación.

**Tercera etapa:** En esta etapa se decide realizar estudios que requiere la edificación en función de los resultados anteriores estos estudios podrían ser los de, resistencia del concreto o el de cuantías de acero y de esta manera conocer a detalle las características de la estructura.

**Ensayos del concreto en estado endurecido.** Estos ensayos se realizan para determinar la resistencia y/u otros parámetros de calidad mediante

pruebas estándar efectuadas a especímenes de concreto fraguadas o a especímenes extraídos de un elemento de concreto, los cuales pueden ser obtenidos en obra o en alguna evaluación realizada en laboratorio.

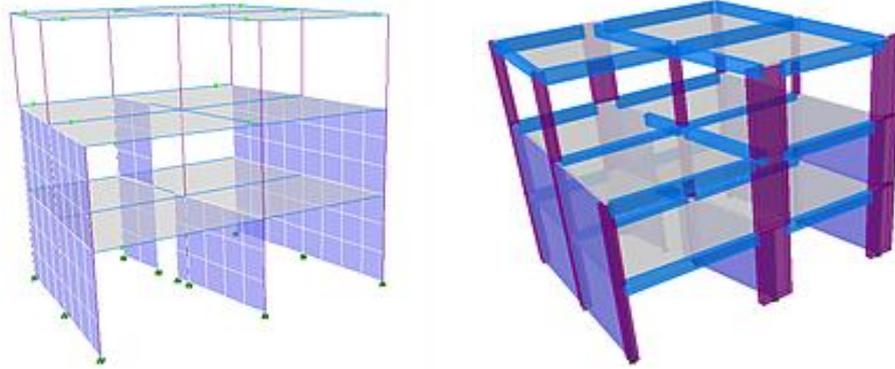
**Ensayos no destructivos en el concreto:** Son métodos que permiten comprobar determinadas propiedades del concreto endurecido, sin afectar de forma permanente sus dimensiones, características de servicio, propiedades físicas, químicas o mecánicas.

**Ensayo de esclerometría o prueba del martillo de rebote NTP 339.181:** Método de ensayo para determinar el número de rebote del hormigón (concreto) endurecido (esclerometría).

**Campo de aplicación:** Originalmente fue propuesto como un método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto, estableciendo curvas de correlación en laboratorio. Sin embargo, por los diferentes factores que afectan los resultados y la dispersión que se encuentra, en la actualidad se le emplea mayormente en los siguientes campos:

- ✓ Evaluar la uniformidad del concreto en una obra.
- ✓ Delimitar zonas de baja resistencia en las estructuras.
- ✓ Apreciar, cuando se cuenta con antecedentes, la evolución de la resistencia de las estructuras.
- ✓ Determinar niveles de calidad resistente, cuando no se cuenta con información al respecto.

**Cuarta Etapa:** En esta etapa se realiza un análisis estructural o análisis matemático de la edificación el cual se efectúa utilizando toda la información recopilada en las etapas anteriores, dando como resultado el diagnóstico de la estructura, para el análisis de la estructura se utilizan softwares de ingeniería como el ETABS, Sap2000 entre otros los cuales son muy útiles para evaluar el comportamiento de la estructura.



**Figura 7** Modelado de una Edificación

Fuente: (CGMSER, 2019)

### 2.3. Bases teóricas

#### Teorías de Investigación

##### Tecnologías limpias:

Es un término novedoso basado en la teoría de la sostenibilidad, el cual pretende desarrollar nuevas herramientas e instrumentos para mejorar la relación impactante entre el hombre y la naturaleza. Por otra parte, se pretende brindar, generalmente en industrias económicas, soluciones técnicas que sean más aptas para la protección de los recursos agotables. Esto se debe no solo a que representan recursos que no pueden ser sustituidos, sino a que conlleva a un ahorro de los mismos y un aprovechamiento real y una garantía de sobrevivencia en el largo plazo. Al tratar de encontrar la mejor definición para la terminología de tecnología limpia podemos hacer referencia la presentada en el programa de las Naciones Unidas para el medio circundante natural y artificial, que dice que esta es “la aplicación continua de una estrategia amigable con el medio natural que sea preventiva integrada y aplicada a procesos, productos, y servicios para mejorar la eco eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio natural. (Innovartic, 2007)

##### Teoría del desarrollo sostenible:

La teoría del desarrollo sostenible se definió por primera vez en el documento conocido a nivel mundial como Informe Brundtland en el año 1987, la presente teoría fue el fruto de los trabajos realizados por la

Comisión Mundial Del medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas el cual fue creada en el año de 1983. En el desarrollo sustentable se preservan y protegen los recursos naturales mientras que en el desarrollo sostenible es aquel desarrollo que es capaz de satisfacer cada una de las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones. Esta teoría se divide en tres partes: dimensión ecológica, dimensión económica y la dimensión social (Ambiental, 2013)

## **2.4. Definición de términos**

**Evaluación estructural:** Esta actividad consiste en realizar un análisis matemático de la estructura existente las cuales son evaluadas en función a cargas gravitacionales y cargas sísmicas con el fin de determinar el comportamiento y estado actual de estructura (CGMSER, 2019)

**Análisis sísmico:** es la elección de un sistema estructural conveniente, el cual debe de ser capaz de absorber y disipar la energía introducida por fuerzas sísmicas

**Sistema Estructural:** Son aquellos elementos estructurales que se encuentran integrados y de acuerdo diferentes tipos de unión, también son capaces de mantenerse sin cambio drásticos en su geometría durante la aplicación de cargas y descargas

**Resistencia Sísmica:** Es la Capacidad de los elementos estructurales o la estructura que soporta cargas sin colapsar. La resistencia sirve para proveerle estabilidad de la edificación tanto a dos direcciones o a más direcciones

### **2.4.1. Normatividad**

Normativas que reglamentan el diseño y utilidad de las cubiertas verdes en nuestro país es escasa, debe resaltar que no está considerado en el reglamento nacional de edificaciones RNE. Por otra parte, la importancia de

las cubiertas verdes ya viene cosechando sus frutos en nuestro país. Lo más resaltante es que algunos distritos de Lima vienen implementando ordenanzas municipales para el uso de las cubiertas verdes en la cual el distrito beneficia de muchas maneras a los vecinos quienes cumplan con la ordenanza municipal, ya sea por disminución de tributos y o permisos de construcción.

### **Norma Técnica Peruana, Diseño Sismorresistente, NTP E.030,**

La presente Norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en el Artículo 3º. Se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaren dañadas por la acción de los sismos. (E-030 Diseño Sismorresistente)

### **Norma Técnica Peruana, Concreto Armado, NTP E.060**

Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad e inspección de estructuras de concreto simple o armado. Las estructuras de concreto presforzado se incluyen dentro de la definición de estructuras de concreto armado. (NTE E.060, 2009)

## **2.5. Hipótesis**

### **2.5.1. Hipótesis general**

la evaluación estructural en edificaciones residenciales para la implementación de cubiertas verdes en la ciudad de Huancayo, cumplen con los parámetros establecidos en la norma técnicas E-030

### **2.5.2. Hipótesis específicas**

- a. El comportamiento estructural de la edificación residencial para la implementación de cubiertas verdes, son aceptables para el tipo de cubierta extensivo.

- b. El proceso constructivo de la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales es factible
- c. Los efectos térmicos generados por la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales, Son eficientes en relación al confort térmico.

## **2.6. Variables**

### **2.6.1. Definición conceptual de la Variable**

#### **Variable Independiente (X):**

##### **X1: Evaluación Estructural**

Esta actividad consiste en realizar un análisis matemático de la estructura existente utilizando el software ETABS la evaluación fue en función a cargas gravitacionales y cargas sísmicas, adicionándole las cargas de las cubiertas verdes que varían en función al tipo de cubierta con el fin de determinar el comportamiento y estado actual de estructura.

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

##### **Y1: Implementación de Cubiertas Verdes**

Se denomina implementación de cubiertas verdes a la instalación de un paquete de capas conformado por geomembranas, geotextiles en distintos tipos también cuenta con una capa de sustrato y plantas de diferentes variedades con la función de minimizar la huella constructiva.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
-----------	-----------------------	------------------------	-------------	-------------	--------

## 2.6.2. Definición operacional de la Variable

**Tabla2**  
*Operacionalización de Variables*

Variable Independiente	<b>Evaluación Estructural</b>	La evaluación estructural consiste en realizar un análisis relacionado con la capacidad de resistencia que brinda una edificación ante cargas gravitacionales y cargas sísmicas para determinar el estado del comportamiento actual de la estructura.	Para la investigación se planteó seguir la normativa peruana E 030 diseño sismorresistente. Siguiendo cada uno de los parámetros mencionada norma	Peligro sísmico	Zonificación	nominal			
					Caracterización de la edificación	Condiciones geotécnicas	nominal		
						Parámetros de sitio	nominal		
						Factor de ampliación sísmica	nominal		
						Categoría y factor de uso	nominal		
						Sistema estructural	nominal		
						Reducción de fuerzas sísmicas	nominal		
						Factores de irregularidad	nominal		
						Coefficiente de reducción	nominal		
						Modelo de análisis	nominal		
Estimación del peso	tn								
Variable Dependiente	<b>Implementación de Cubiertas Verdes</b>	son aquellos que contienen elementos vegetales vivos como parte integral del sistema total del techo. por otra parte, ayudan a la protección del medio ambiente disminuyendo el impacto que sobre él tiene el desarrollo humano.	para la presente investigación se determinó la implementación de las cubiertas verdes el cual depende de la evaluación estructural para ello se plantea el diseño	Elección del diseño en función a la evaluación estructural	Tipo de cubiertas verdes	m 2			
					Materiales	m 2			
					Impacto	Beneficios Ambientales	Nominal		
						Beneficios Técnicos	T° CI		
							Análisis Estructural	Análisis sísmico (estático y dinámico)	cm

Fuente: Elaboración propia

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Método de investigación**

En el presente trabajo de investigación se hará uso del método científico el cual establece las relaciones entre las variables que afectan al fenómeno que está en estudio. (Borja,2012)

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación en cuanto a su finalidad fue aplicado, debido a que se empleó conocimientos adquiridos para darle solución a una realidad problemática; De acuerdo a Hernández (2014), la investigación aplicada resuelve problemas, una investigación cuantitativa y cualitativa o mixta ocurre cuando se conecta el análisis cualitativo de los datos y la recolección de datos cuantitativos. (Hernández, 2014) (16)

#### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación es descriptiva explicativo porque se busca saber cómo se manifiesta un fenómeno o evento, cuando se busca especificar las propiedades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a estudiar y explicativo es aquella que tiene relación causal; no sólo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo. Pueden ser diseños experimentales y NO experimentales (Camayo, 2018).

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación es cuasi - experimental el cual tiene el mismo propósito que los estudios experimentales que es probar la existencia de una relación causal entre dos o más variables.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población en estudio de la investigación fue las 8 edificaciones multifamiliares de concreto armado con mayores a 9 niveles en la urbanización Lamblaspata, Tambo, Huancayo

#### **3.5.2. Muestra**

Por motivos de la investigación se realizó un muestreo no probabilístico siendo la muestra la edificación residencial Varo con un sistema Dual de 10 niveles, situado en el Jr los Rosales n°251.

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

#### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos**

- Inspección de campo a la edificación aplicando una ficha donde se levantó los datos de las características de la edificación como también el panel fotográfico.
- Verificación de los datos levantados en la inspección de campo con los planos de la edificación
- Se realizó el ensayo de esclerometría para determinar la resistencia del concreto en la edificación
- Se realizó un modelado mediante un software de ingeniería donde se obtuvo datos en función al análisis estático y análisis dinámico de la edificación conjuntamente la revisión de la distribución de aceros plasmados en los planos teniendo en cuenta los parámetros según la norma de diseño sismorresistente. E-030.
- Evaluación de una posible instalación de cubiertas verdes en la edificación observando los detalles constructivos ejecutados

### **3.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

- Ficha de inspección estructural para la evaluación de la edificación residencial.
- Cámara fotográfica para obtener el panel fotográfico
- Equipo para ensayo de esclerometría donde se obtuvo la resistencia promedio de los elementos estructurales
- Higrómetro para medir la temperatura dentro de la habitación
- Termómetro laser para determinar la temperatura en la losa de la edificación.
- Fichas para el llenado de datos en función a la temperatura implementando las cubiertas verdes.

### **3.7. Procedimiento de la investigación**

#### **3.7.1. Fase de pre campo**

##### **Asesoría del proyecto,**

Para la ejecución de la presente investigación se procedió a coordinar con el profesional designado para determinar el problema general conjuntamente con los objetivos del proyecto de investigación, y la metodología a seguir; todo esto enmarcado en los pasos del método científico.

##### **Revisión de bibliografía**

Antes de realizar el trabajo de campo y de gabinete se revisó cada uno de las variables de la presente investigación los cuales están relacionado a evaluación estructural y la implementación del sistema de cubiertas verdes. La recopiló la información fue mediante referencias bibliografías, normas técnicas, nacionales e internaciones, etc. de esta manera se buscó tener nociones más puntuales acerca del tema de investigación.

##### **Recopilación de la información**

Antes de realizar el trabajo de campo en relación a la evaluación estructural y la implementación de cubiertas verdes, se diseñó y

perfeccionó los instrumentos a utilizar para recopilar información, estos mismos son validados por expertos los cuales son las fichas de inspección estructural, ficha para el ensayo de esclerometría del concreto como también la ficha para la medición de la temperatura en los dos escenarios sin cubierta verde y con cubierta verde los cuales son producidas por la implementación de las cubiertas verdes.

### 3.7.2. Fase de trabajo de campo

#### Reconocimiento del área de estudio:

En esta fase se visitó la edificación el cual está ubicado el Jr. los Rosales N°251 en el distrito del Tambo provincia de Huancayo. Departamento de Junín. En las cuales se observó las características de la urbanización en estudio.



**Figura 8** Zona de estudio  
Fuente: Google Earth



**Figura 9** Visita Técnica  
Fuente: Elaboración Propia

### **Inspección de la edificación:**

En esta fase se realizó la inspección de la edificación aplicando la ficha de inspección estructural a la edificación donde se tomó todos los datos pertinentes observando algunas fisuras o grietas que pudiera existir



**Figura 10** *Inspección técnica*  
Fuente: Elaboración Propia

### **Toma de características de la edificación:**

En esta etapa se procedió a tomar medidas de los elementos estructurales los cuales conforman la edificación como son las columnas, placas, vigas y losas.



**Figura 11** *Inspección técnica*  
Fuente: Elaboración Propia

### **Ensayo de esclerometría:**

En esta fase de campo se realizó el ensayo de la NTP 339.181: Método de ensayo para determinar el número de rebote del hormigón (concreto) endurecido más conocido como el ensayo de esclerometría para poder determinar la resistencia del concreto en los elementos estructurales expuestos



**Figura 12** *Ensayo de Esclerometría*  
Fuente: Elaboración Propia

### 3.7.3. Fase de gabinete

#### **Procesamiento de datos de campo:**

Con los resultados obtenidos en la fase de pre campo y campo se procedió a realizar el análisis de los datos obtenidos según los objetivos planteados inicialmente

#### **Evaluación estructural de la edificación:**

Para la evaluación estructural de la edificación se tomó en cuenta la ficha de inspección estructural donde se tiene datos primordiales los cuales complementaran a los planos estructurales y arquitectónicos de la edificación residencial luego se realizó el modelado de la edificación haciendo uso de software ETABS.

#### **Procedimiento de Evaluación:**

Para realizar la evaluación estructural de la edificación se realizó los siguientes pasos

#### **Verificación de dimensiones de los elementos estructurales**

Con la ficha de inspección estructural más el aporte de los planos estructurales y arquitectónicos se pudo consolidar las dimensiones de

cada uno de los elementos estructurales como también el área construida los cuales conforman la edificación residencial.

**Especificaciones de materiales:**

los planos y la ficha de inspección estructural como también al ensayo de esclerometría se pudo consolidar los datos referentes a las especificaciones de los elementos estructurales como son la resistencia a la fluencia del acero, resistencia a la compresión del concreto, módulo de elasticidad, recubrimientos mínimos entre otros datos de importantes para el modelado de la edificación

**Configuración estructural:**

Con apoyo de los planos estructurales y arquitectónicos se pudo constatar y plasmar la configuración estructural de la edificación donde se apreció la distribución de cada uno de las áreas los cuales son destinados al uso residencial.

**Obtención de los factores para los análisis sísmicos**

Para el análisis sísmico se desarrolló utilizando un modelo matemático tridimensional en la cual cada uno de los elementos estructurales están conectados con los diafragmas horizontales los cuales se comportan como infinitamente rígidos en sus planos y en cada dirección, también se considera una excentricidad accidental de 0.05 veces la dimensión de la edificación en dirección perpendicular a la acción de la fuerza.

Para poder determinar la aceleración espectral de la edificación según la norma E-0.30 Diseño Sismoresistente en función en cada una de las direcciones se utilizara un espectro inelástico de pseudo-aceleración el cual viene definido por la fórmula:

$$S_a = \frac{Z * U * C * S}{R} * g$$

Para el cálculo del espectro se realizó una hoja de cálculos en Excel donde se obtuvo el espectro de pseudo-aceleración para ellos se uso

los parámetros establecido en la norma E-030 diseños sismorresistente según la ubicación los cuales son:

**Zonificación:**

En la norma (E-030 Diseño Sismorresistente) en el acápite 2.1 se establece que para 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

**Condiciones Geotécnicas y Parámetros de Sitio**

En la norma en el acápite 2.3 y 2.4 donde se establecen elegir valores en función a las características del perfil del suelo y la zona donde se encuentre la edificación (E-030 Diseño Sismorresistente).

**Categoría de la Edificación y Factor de Uso (U)**

Según la norma cada edificación debe ser clasificada de acuerdo a las categorías indicadas en la tabla N° 5, del acápite 3.1 la cual cuenta con cuatro categorías respectivamente (E-030 Diseño Sismorresistente).

**Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (Ro):**

Según la norma (E-030 Diseño Sismorresistente) afirma que Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 “Disposiciones especiales para el diseño sísmico” de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.

**Pórticos.** Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

**Muros Estructurales.** Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.

**Dual.** Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20 % y menor que 70 % del cortante en la base del edificio.

Para poder determinar el coeficiente de reducción sísmica se hace uso de la tabla N°7 de la (E-030 Diseño Sismorresistente) en la cual los coeficientes están relacionados con el material usado y su sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis.

### **Irregularidades Estructurales**

#### **Factores de Irregularidad ( $I_a$ , $I_p$ )**

El factor  $I_a$  se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 8 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis. El factor  $I_p$  se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 9 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis (E-030 Diseño Sismorresistente).

#### **Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, $R$ :**

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente  $R_0$  determinado a partir de la Tabla N° 7 y de los factores  $I_a$  ,  $I_p$  obtenidos de las Tablas N° 8 y N° 9. (E-030 Diseño Sismorresistente)

$$R = R_0 .I_a . I_p$$

#### **Consideraciones Generales para el Análisis Estructural**

Según la norma (E-030 Diseño Sismorresistente) Para estructuras regulares, el análisis podrá hacerse considerando que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones

ortogonales predominantes. Para estructuras irregulares deberá suponerse que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable.

**Modelo para el Análisis:**

El modelo para el análisis deberá considerar una distribución espacial de masas y rigideces que sean adecuadas para calcular los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura. (E-030 Diseño Sismorresistente)

**Procedimientos de Análisis Sísmico:** Según la norma (E-030 Diseño Sismorresistente) Deberá utilizarse uno de los procedimientos siguientes

- ✓ Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes (numeral 4.5)
- ✓ Análisis dinámico modal espectral (numeral 4.6).

**Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes:** Según la norma (E-030 Diseño Sismorresistente) Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación

**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

$$V_{x-y} = \frac{ZUCS}{R} * P$$

El valor de  $C/R$  no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{\text{-----}} \\ R \geq 0,11$$

### Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura:

Según la norma Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel  $i$ , correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)}$$

Donde  $n$  es el número de pisos del edificio,  $k$  es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura ( $T$ ), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- ✓ Para  $T$  menor o igual a 0,5 segundos:  $k = 1,0$ .
- ✓ Para  $T$  mayor que 0,5 segundos:  $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$

### Período Fundamental de Vibración

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión: (E-030 Diseño Sismorresistente)

$$T = \frac{h_n}{C_t}$$

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.

$C_T = 45$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras

b) Pórticos de acero arriostrados.

$CT = 60$  Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada

### **Análisis Dinámico Modal Espectral:**

Según la norma nos afirma que cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral (E-030 Diseño Sismorresistente).

### **Modos de Vibración:**

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. (E-030 Diseño Sismorresistente)

### **Aceleración Espectral:**

Según la norma afirma que para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por la siguiente formula.

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

### **Fuerza Cortante Mínima:**

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni

menor que el 90 % para estructuras irregulares (E-030 Diseño Sismorresistente).

### **Determinación de Desplazamientos Laterales:**

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,75  $R$  los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,85  $R$  los resultados obtenidos del análisis lineal elástico (E-030 Diseño Sismorresistente).

### **Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles:**

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el numeral 5.1, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11 de la noma (E-030 Diseño Sismorresistente)

<b>Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO</b>	
<b>Material Predominante</b>	<b><math>(\Delta_i / h_{ei})</math></b>
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

**Figura 13** *Limite de distorsión*  
Fuente: Planos Estructurales Residencial VARO.

### **Verificación de cuantía de acero**

En esta etapa se verifico la cuantía de acero en los elementos estructurales como columnas y vigas para ver su comportamiento en función a la carga incrementada por el tipo de cubierta verde y de este modo verificar su capacidad de aporte de resistencia a la edificación residencial.

### **Diseño y la implementación de las cubiertas verdes.**

Para la determinar el diseño adecuado para la implementación de cubiertas se evaluó anteriormente el comportamiento de la estructura incrementado cargas de los diversos tipos de cubiertas verdes, para ello se requirió los desplazamientos de la edificación y se optó por el tipo que está dentro de los límites de distorsión solicitadas por la norma de diseño sismorresistente.

#### **Implementación de cubiertas verdes:**

Para la implementación de las cubiertas verdes se utilizó un prototipo en una vivienda en la cual se tuvo acceso las 24 horas para poder evaluar su comportamiento relacionado con el confort térmico donde se realizó mediciones de las temperaturas en dos escenarios distintos como son sin cubierta verde e implementando el sistema de cubiertas verdes.

#### **Análisis del impacto que genera (Beneficios):**

Se busca determinar el impacto que produce la implementación de las cubiertas verdes en función a:

- Confort térmico dentro de la edificación, para determinar este punto de vital importancia se tomó datos de temperatura de la edificación sin las cubiertas verdes y con las cubiertas verdes donde se realizó comparaciones en el programa Excel y ver de esta manera su comportamiento

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

Para procesar los datos se utilizará los siguientes Software:

- **Microsoft Excel**, Es un software que permite interactuar con hojas de cálculo, tablas, como también gráficos, etc. De este modo se puede procesar todos los datos pertinentes para la investigación.
- **Microsoft Word**, Es un software que permite el procesamiento de textos en la cual se procesó la presente investigación
- **AutoCAD 2D**, Es un software que nos permitirá interactuar con los diferentes planos que nuestra edificación cuenta.

- **Etabs:** Es un software de Análisis Tridimensional donde se modela edificaciones para su diseño o evaluación.

## **CAPITULO IV**

### **PRESENTACION DE RESULTADOS**

#### **4.1. Específicos**

- a. Determinar el comportamiento estructural de la edificación residencial implementando las cubiertas verdes en la relación al tipo de cubierta.**

#### **Aplicación de ficha de Inspección de campo:**

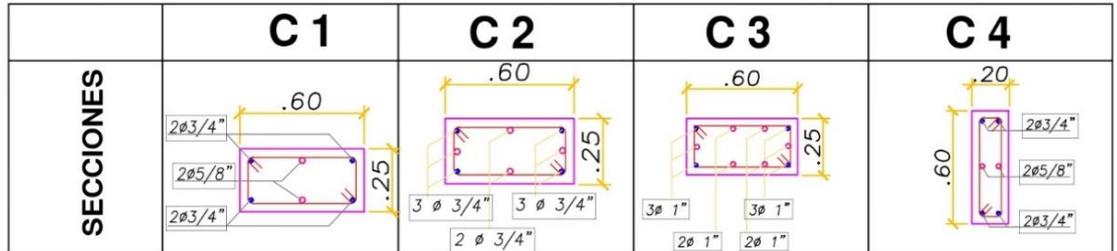
La determinación del comportamiento de los parámetros estructural fue realizada al proyecto multifamiliar denominada “RESIDENCIAL VARO” mencionada edificación cuenta con 10 niveles el cual está ubicado en el Jr. los rosales N°251 en el distrito del Tambo Provincia de Huancayo departamento de Junín.

#### **Características de la Edificación:**

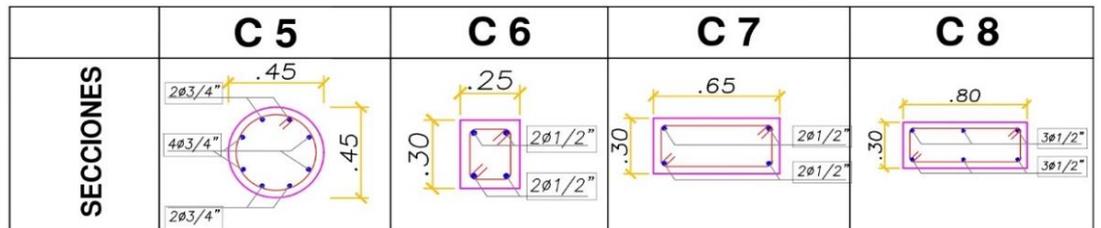
Seguin indican los planos la estructura evaluada como también consta en la ficha de evaluación estructural la edificación se proyectó con una altura de 2.60 m, desde el primer piso al 10° piso, con un total de 0+26.00 metros sobre la vía,

- Presenta un sistema estructural dual en las dos direcciones

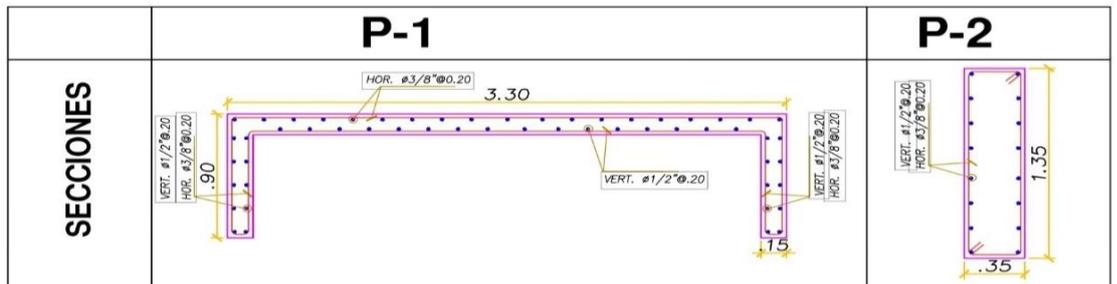
- El diafragma rígido lo conforma una losa aligerada en una sola dirección con un peralte establecido de 20 cm en los 10 pisos
- La edificación cuenta con columnas rectangulares, circulares, placas y vigas como se puede observar en las siguientes figuras.



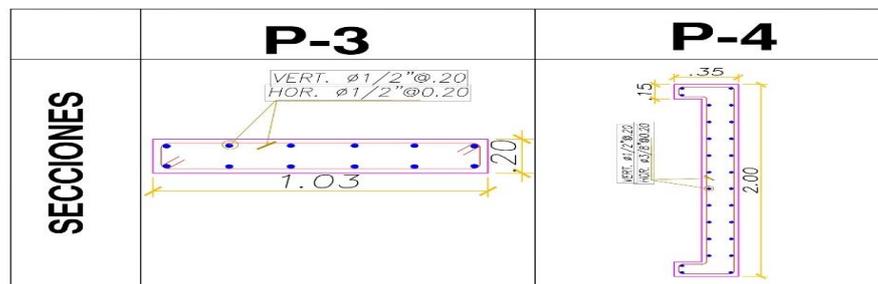
**Figura 14 Cuadro de Columnas C1-C2-C3-C4**  
Fuente: Planos Estructurales Residencial VARO.



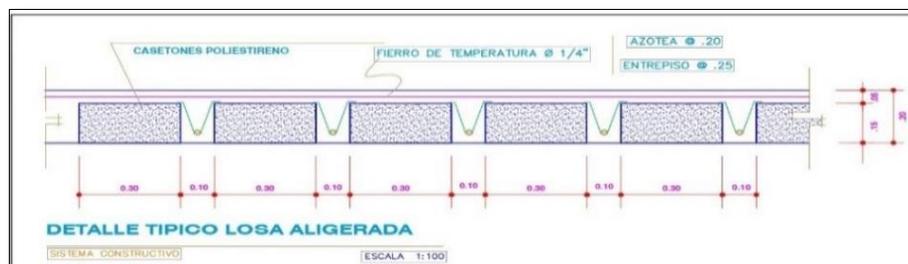
**Figura 15 Cuadro de Columnas C5-C6-C7-C8**  
Fuente: Planos Estructurales Residencial VARO.



**Figura 16 Cuadro de Placas P1-P2**  
Fuente: Planos Estructurales Residencial VARO.



**Figura 17 Cuadro de Placas P3-P4**  
Fuente: Planos Estructurales Residencial VARO.



**Figura 18 Detalle de Losa Aligerada**

Fuente: Planos Estructurales Residencial VARO.

**Ensayo de Esclerometría:**

Para determinar la resistencia tentativa a la compresión del concreto, se optó por realizar ensayos no destructivos del esclerómetro los cuales se realizó a una columna, placa, y losa respectivamente con el apoyo de la empresa **GEOLUMAS S.A.C.** donde se presenta los siguientes resultados.

**Tabla 3**

*Ensayo de Esclerómetro-Columna*

ELEMENTO	N° TOMA	N° DE DISPARO	INDICE DE		E ENSAYO	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Valor que difiere de la mediana	Aceptación del Ensayo
			REBOTE	PROMEDIO				
COLUMNA TIPO C1 DE 0.25M*0.60M EN LOS EJES C-5 CONCRETO f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	1	1	30.30				0.200	<b>ACEPTADO</b>
	2	1	31.00		Malla		-0.500	
	3	1	30.70		cuadrada		-0.200	
	4	1	30.10		de		0.400	
	5	1	31.50	30.50	15cm*15cm	215.00	-1.000	
	6	1	30.00		y espacio		0.500	
	7	1	30.50		interno de		0.000	
	8	1	30.20		cuadrados		0.300	
	9	1	30.40		de 1"		0.100	
	10	1	30.30				0.200	

Fuente: Anexo-Ensayo de esclerometría ASTM C 805

**Tabla 4**

*Ensayo de Esclerómetro-Placa*

ELEMENTO	N° TOMA	N° DE DISPARO	INDICE DE		E ENSAYO	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Valor que difiere de la mediana	Aceptación del Ensayo
			REBOTE	PROMEDIO				
PLACA P-2 DE 0.35M*1.35M EN LOS EJES A-5 CONCRETO f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	1	1	29.50				0.280	<b>ACEPTADO</b>
	2	1	30.10		Malla		-0.320	
	3	1	30.20		cuadrada		-0.420	
	4	1	29.30		de		0.480	
	5	1	30.00	29.78	15cm*15cm	214.30	-0.220	
	6	1	30.20		y espacio		-0.420	
	7	1	30.40		interno de		-0.620	
	8	1	29.70		cuadrados		0.080	
	9	1	29.30		de 1"		0.480	
	10	1	29.10				0.680	

Fuente: Anexo-Ensayo de esclerometría ASTM C 80

**Tabla 5**

*Ensayo de Esclerómetro-Losa Aligerada*

ELEMENTO	N° TOMA	N° DE DISPARO	INDICE DE REBOTE		E ENSAYO	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Valor que difiere de la mediana	Aceptación del Ensayo
			PROMEDIO					
	1	1	31.20				-0.750	
	2	1	30.10		Malla		0.350	
	3	1	32.00		cuadrada		-1.550	
LOSA	4	1	30.20		de		0.250	
ALIGERADA DEL	5	1	29.60		15cm*15cm	216.30	0.850	<b>ACEPTADO</b>
DECIMO PISO	6	1	30.50	30.45	y espacio		-0.050	
CONCRETO f'c	7	1	30.30		interno de		0.150	
210 kg/cm <sup>2</sup>	8	1	30.70		cuadrados		-0.250	
	9	1	30.40		de 1"		0.050	
	10	1	29.50				0.950	

Fuente: Anexo-Ensayo de esclerometría ASTM C 80

## Especificaciones de Materiales

### Concreto:

- ✓ Resistencia (f'c): 210 Kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ Módulo de Elasticidad (E): 217,000 Kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ Módulo de Poisson (u): 0.20
- ✓ Peso Específico ( $\gamma$  C):
  - ✓ 2300 kg/m<sup>3</sup> (concreto simple)
  - ✓ 2400 kg/m<sup>3</sup> (concreto armado).

### Acero Corrugado (ASTM A605)

- ✓ Resistencia a la fluencia (fy): 4,200 Kg/cm<sup>2</sup> (Grado 60)
- ✓ "E": 2100,000 Kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 6**

*Acero Corrugados Grado 60*

Diámetros (in)	Área (cm <sup>2</sup> )	Peso (kg/m)
3/9"	0.71	0.56
1/2"	1.29	0.99
5/8"	2	1.55
3/4"	2.84	2.24
1"	5.1	3.97

Fuente: Concreto Armado- Gianfranco Ottazzi

### Casetones de Polietileno-

- ✓ Techos Aligerados: " $\gamma$ ": 24 Kg/m<sup>3</sup>

### Recubrimientos Mínimos (R)

**Tabla 7**

*Recubrimientos Mínimos*

Elementos estructurales	R
-------------------------	---

Losas Aligeradas, Vigas chatas, Vigas de borde	3.00cm
Columnas, Vigas, Placas, Muros	4.00 cm
Losas macizas, Escaleras	2.50 cm
Cimientos, zapatas, vigas de cimentación	7.50 cm

**Nota:** Se muestra los recubrimientos mínimos para cada elemento estructural  
Fuente: Planos Estructurales Residencial VARO

### **Características del Terreno**

Según especificaciones del Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación, realizado de fecha enero 2011:

- ✓ Peso Específico ( $\gamma_s$ ): 2,000 Kg/m<sup>3</sup>
- ✓ Angulo de fricción ( $\phi$ ): 25.4°
- ✓ Nivel freático: No encontrado

### **Cimiento Superficial Cuadrado (para ancho B= 1.50 m)**

- ✓ Capacidad portante ( $\sigma'_T$ ): 3.60 Kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ Desplante de cimiento (DF): 1.15 m

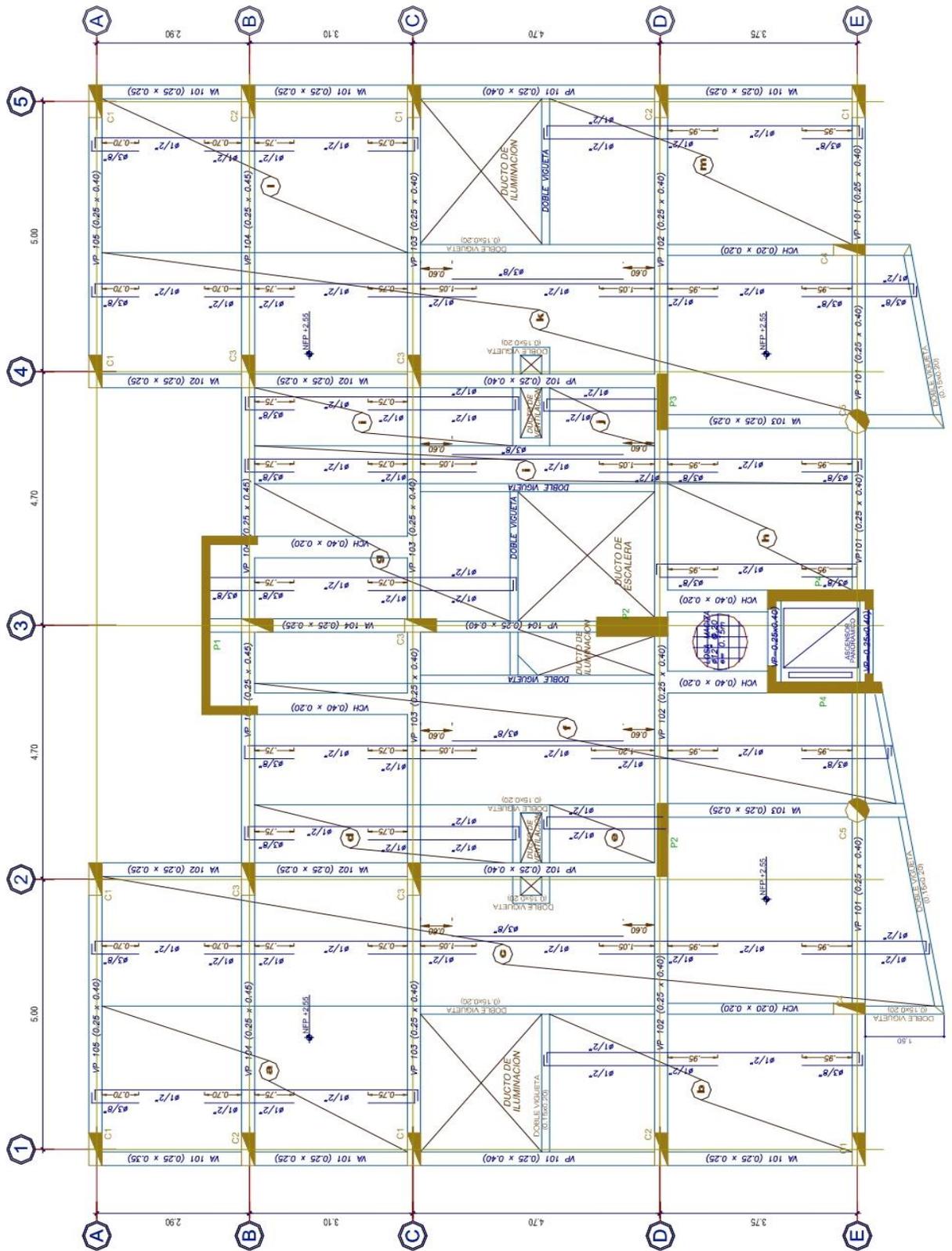
### **Cimiento Superficial Corrido (para ancho B= 0.60 m)**

- ✓ Capacidad portante ( $\sigma'_T$ ): 3.60 Kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ Desplante de cimiento (Df): 1.15 m

En la zona de cimentación se consideró zapatas combinadas y zapatas aisladas, como también zapatas conectadas con vigas de cimentación y por cimientos corridos.

## **Configuración de la Estructura**

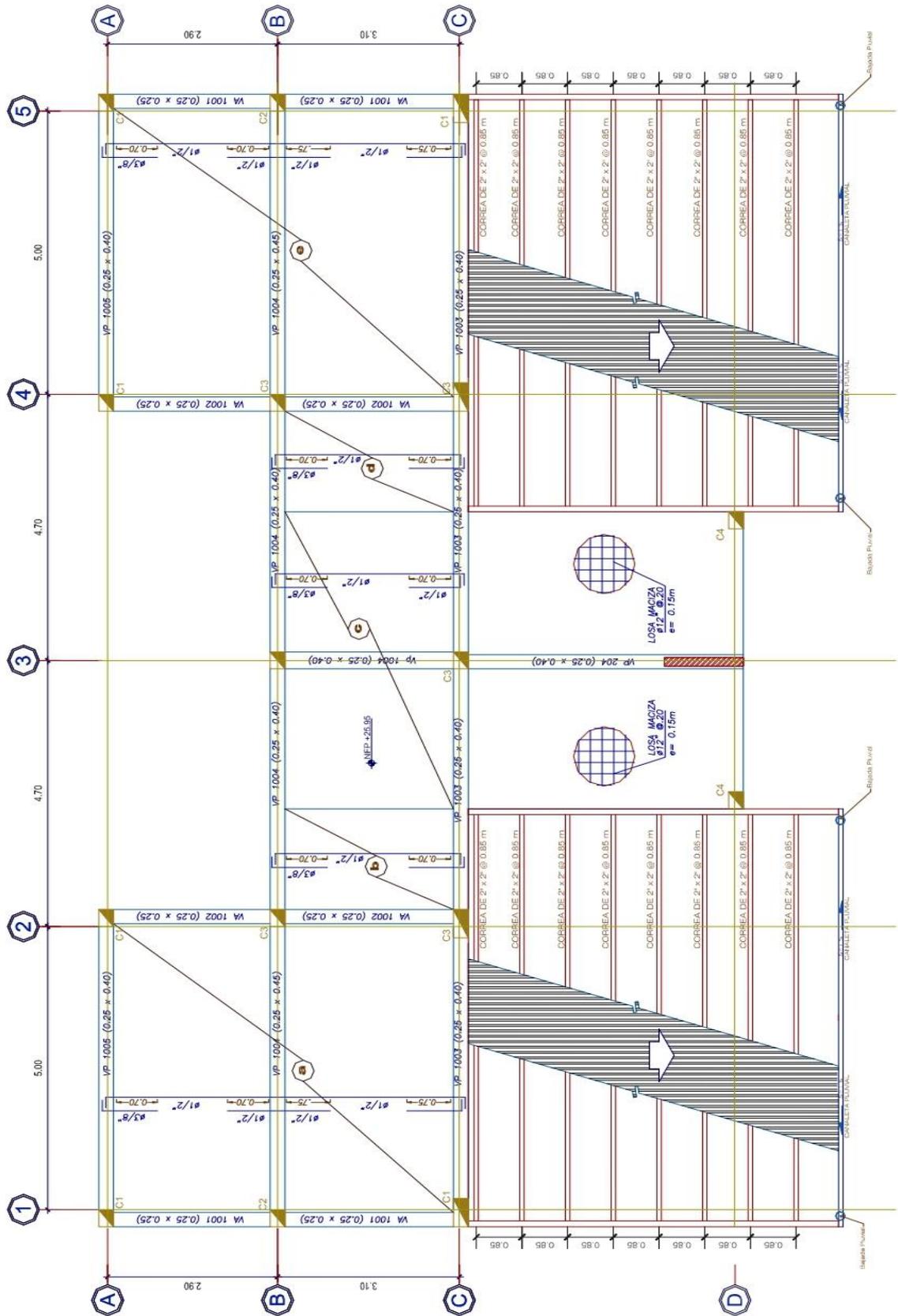
- Diafragma típico desde el piso 1° hasta el 8° piso



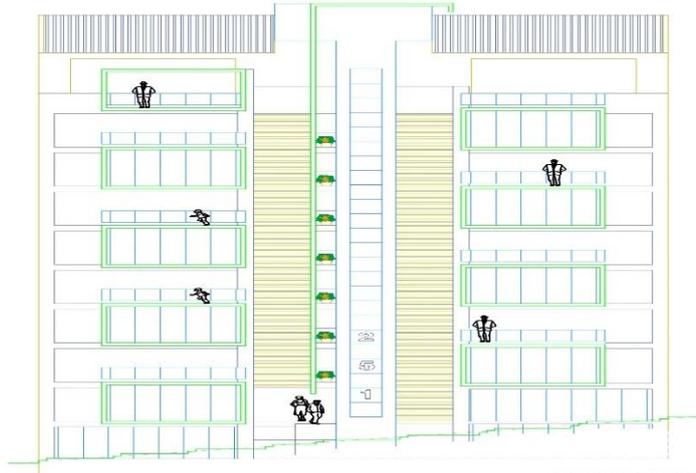
**Figura 19** Diafragma Típico 1°-8° nivel

Fuente: Planos Estructurales Residencial VARO

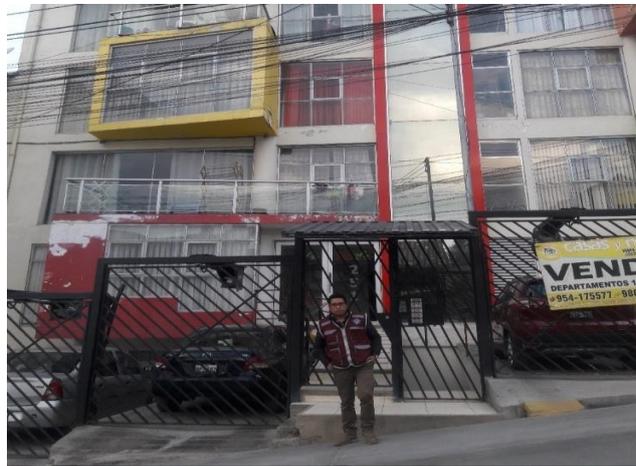
➤ Diafragma del techo de azotea 10° nivel



**Figura 20** Diafragma de techo de azotea 10° nivel  
 Fuente: Planos Estructurales Residencial VARO



**Figura 21 Plano de Elevación**  
Fuente: Planos Estructurales Residencial VARO



**Figura 22 Inspección de Campo Residencial Varo**  
Fuente: Elaboración Propia

### Consideraciones para el Análisis Sísmico.

#### Zonificación:

**Tabla 8**  
*Zonificación*

FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z
	ZONA 3	0.35

**Nota:** Los valores son tomados en función a la ubicación de la evaluación estructural Fuente: E-030 Diseño sismorresistente

### Condiciones Geotécnicas y Parámetros de Sitio

**Tabla 9**  
*Condiciones Geotécnicas y Parámetros de Sitio*

FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION	S	TP	TL
	S2	Suelos Intermedios	1.15	0.60	2.00

**Nota:** Los valores se obtuvieron conociendo el perfil del suelo fuente E-030 Diseño sismorresistente

### Categoría de la Edificación y Factor de Uso (U)

**Tabla 10***Categoría y Factor de Uso*

FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U	OBSERVACIONES
	"C" Edificaciones Comunes	<b>1.00</b>	Revisar tabla N°6 E030-2014

Fuente E-030 Diseño sismorresistente

## Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (Ro)

**Tabla 11***Sistemas Estructurales*

FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "R"	DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	RO
	<b>DIR X-X</b>	Dual	7
	<b>DIR Y-Y</b>	Dual	7

Fuente E-030 Diseño sismorresistente

## Irregularidades Estructurales en Altura

**Tabla 12***Irregularidades Estructurales en Altura*

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			la Dir X-X	la Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00

**Nota:** Se tomó el valor de 1.00 por no contar con irregularidades. Fuente E-030 Diseño sismorresistente**Tabla 13***Irregularidades estructurales en planta*

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			Ip Dir X-X	Ip Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad del Diafragma	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00

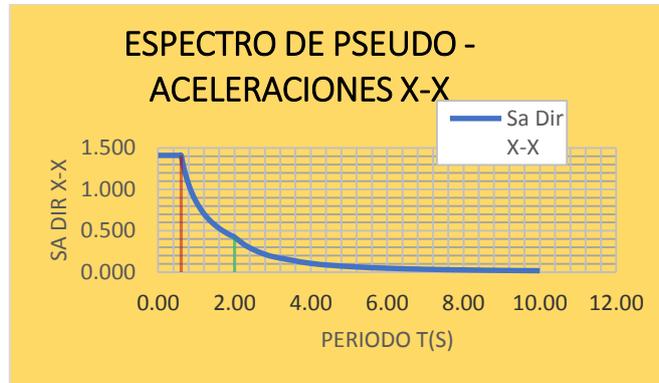
**Nota:** Se tomó valores de 1.00 por no contar con irregularidades. Fuente E-030 Diseño sismorresistente**Tabla 14***Resumen de Datos*

DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.35	<b>RO</b>	7	7
U	1.00	<b>la</b>	1.00	1.00
S	1.15	<b>Ip</b>	1.00	1.00
TP	0.60	<b>R</b>	7	7
TL	2.00	<b>g</b>	<b>9.81</b>	

**Nota:** en la tabla se presenta los valores obtenido para ser usados en la modelación. Fuente E-030 Diseño sismorresistente

## Espectro de Respuesta

Con los datos obtenidos por las tablas de la norma (E-030 Diseño Sismorresistente) se calculó el espectro de aceleraciones para de este modo proceder con el modelado de la edificación residencial.



**Figura 23** Espectro de Pseudo Aceleraciones XX  
Fuente Elaboración Propias



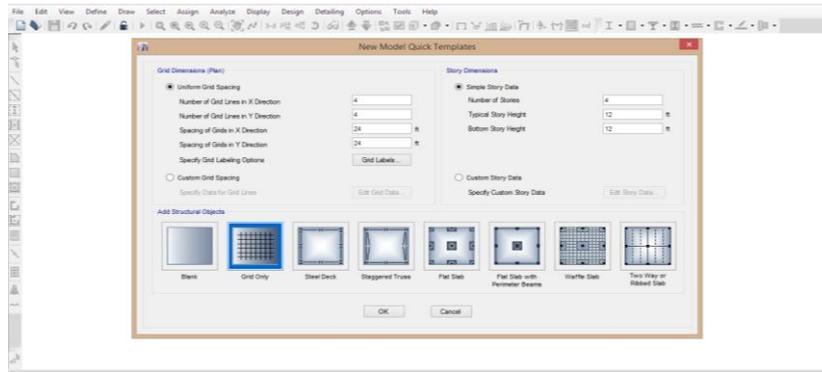
**Figura 24** Espectro de Pseudo Aceleraciones YY  
Fuente Elaboración Propias

### Modelación de la Estructura – Residencial Varo

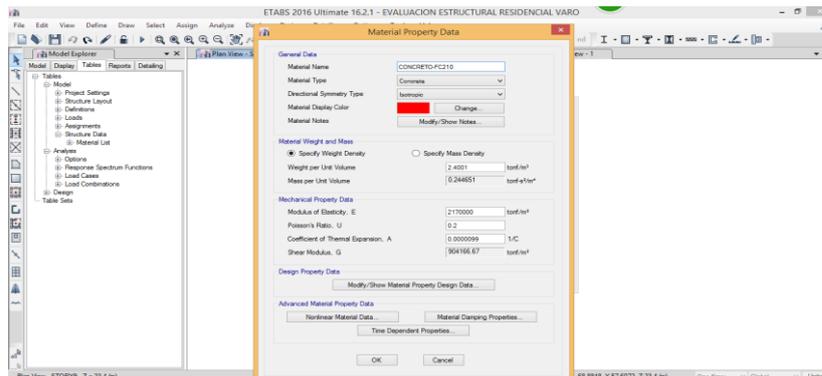
Para realizar el análisis de la estructura en estudio se utilizó un modelo computacional utilizando el software ETABS. 2016



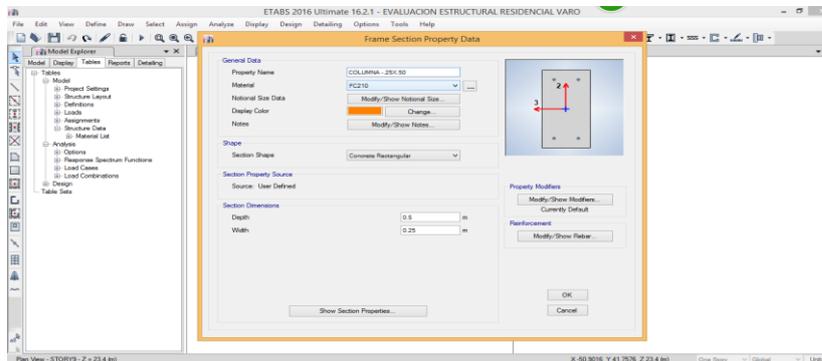
**Figura 25** Modelación en software ETABS 2016  
Fuente: Elaboración Propia



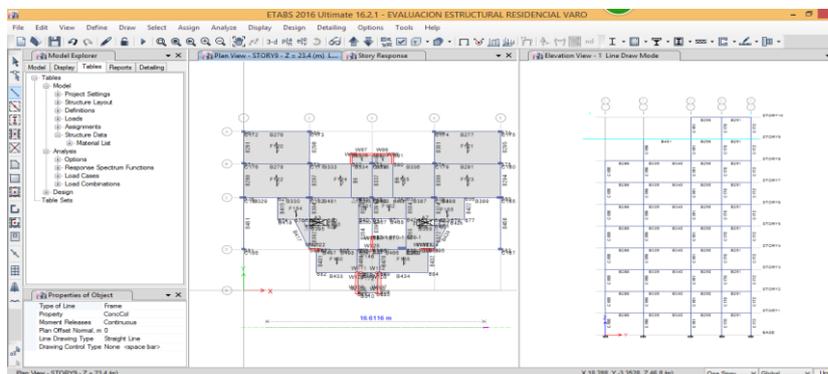
**Figura 26** Interfaz del Programa  
Fuente: Elaboración Propia



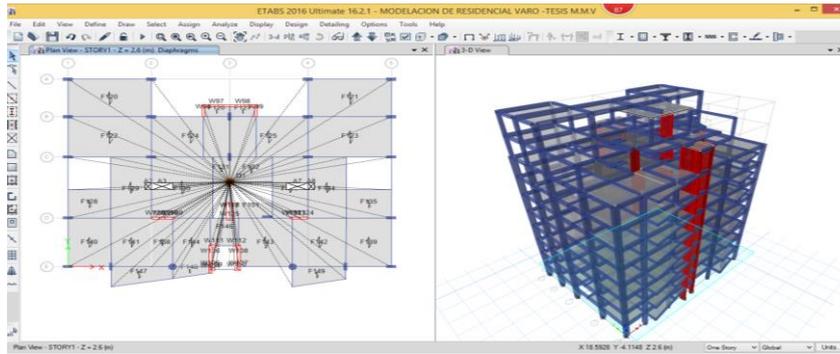
**Figura 27** Definición de Materiales  
Fuente: Elaboración Propia



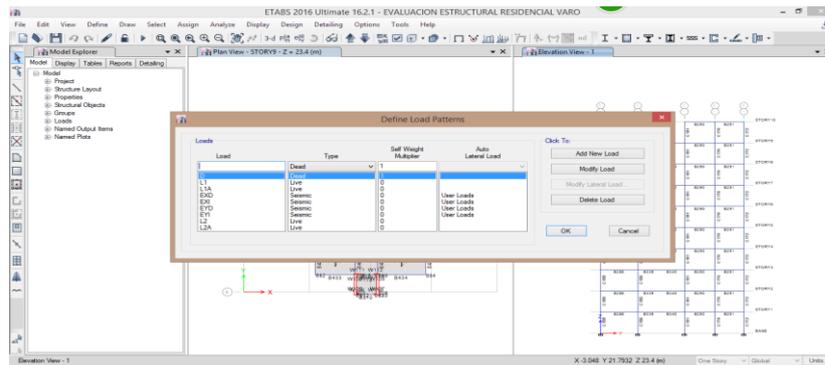
**Figura 28** Definición de Secciones  
Fuente: Elaboración Propia



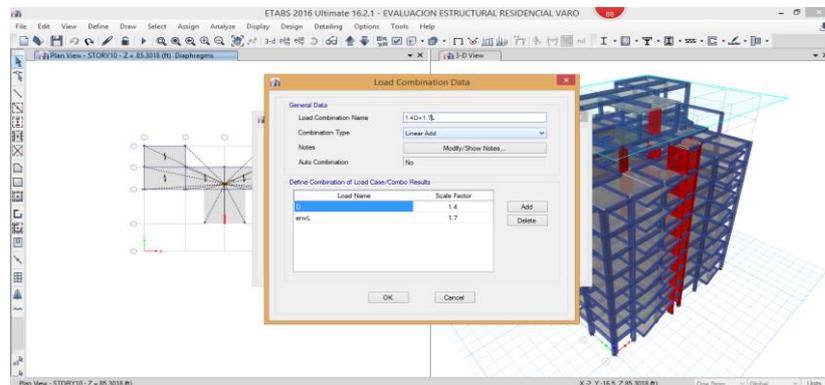
**Figura 29** Dibujo de Elementos Estructurales  
Fuente: Elaboración Propia



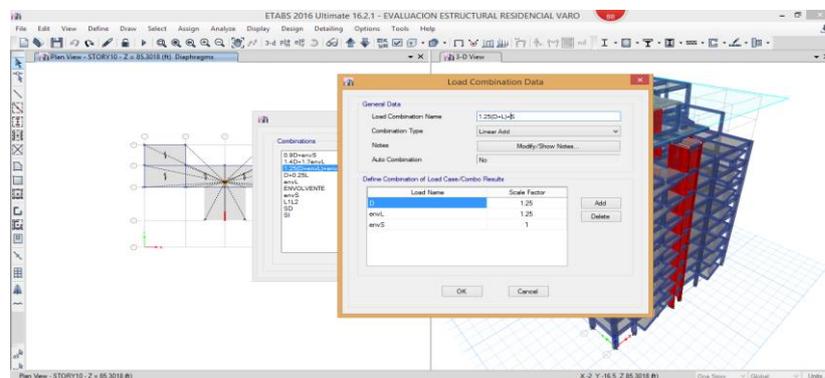
**Figura 30** Asignación de Diafragmas Rígidos  
Fuente: Elaboración Propia



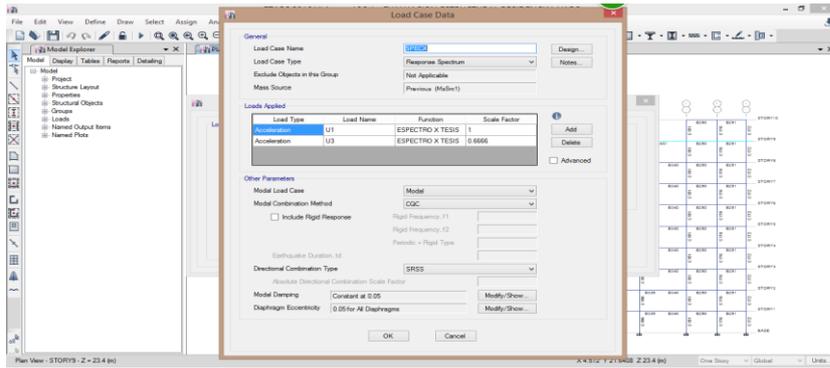
**Figura 31** Definición de Cargas Estáticas y Sísmicas  
Fuente: Elaboración Propia



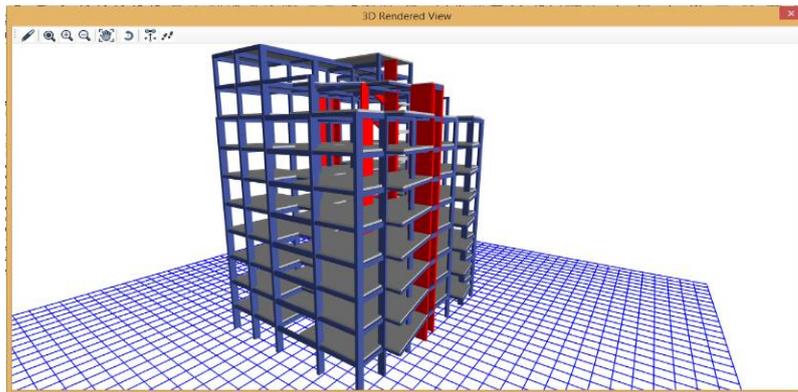
**Figura 32** Definiciones de las Combinaciones de Carga  
Fuente: Elaboración Propia



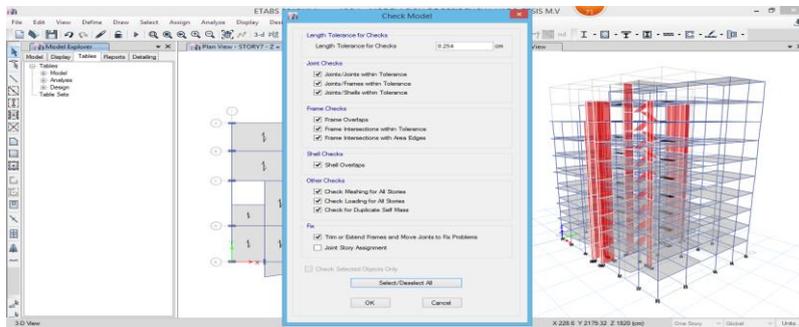
**Figura 33** Combinaciones de Cargas.  
Fuente: Elaboración Propia



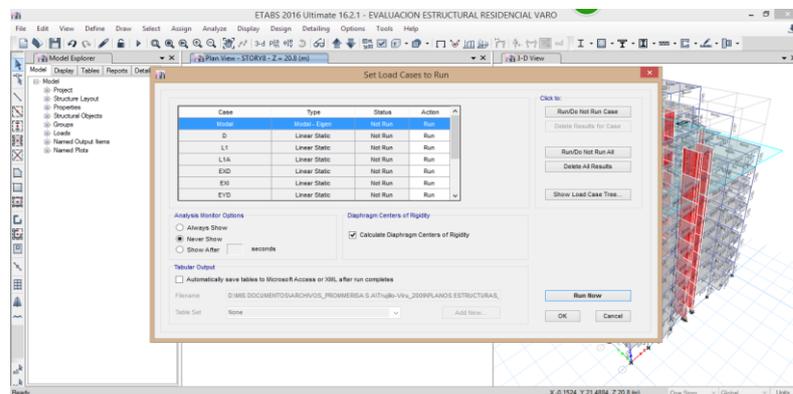
**Figura 34** Definición de Cortante Dinámico  
Fuente: Elaboración Propia



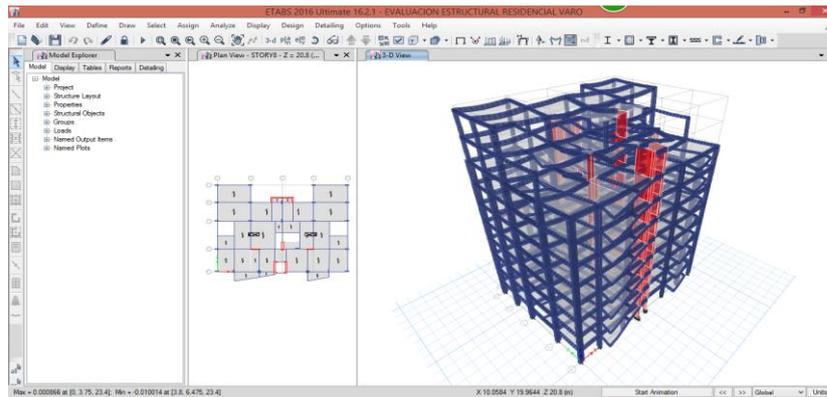
**Figura 35** Presentación de Modelo  
Fuente: Elaboración Propia



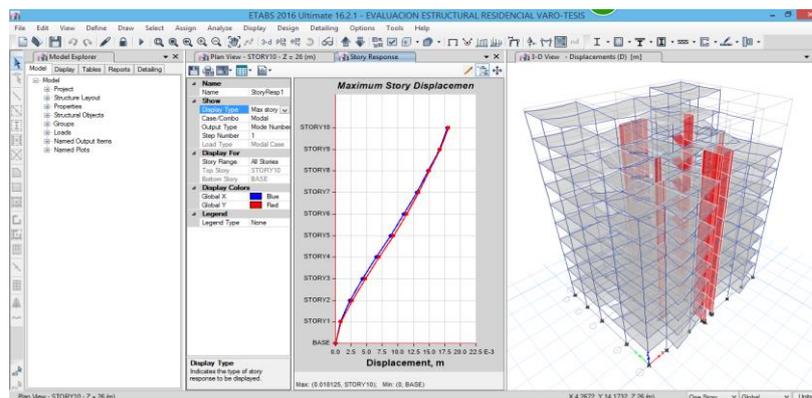
**Figura 36** Check Model  
Fuente: Elaboración Propia



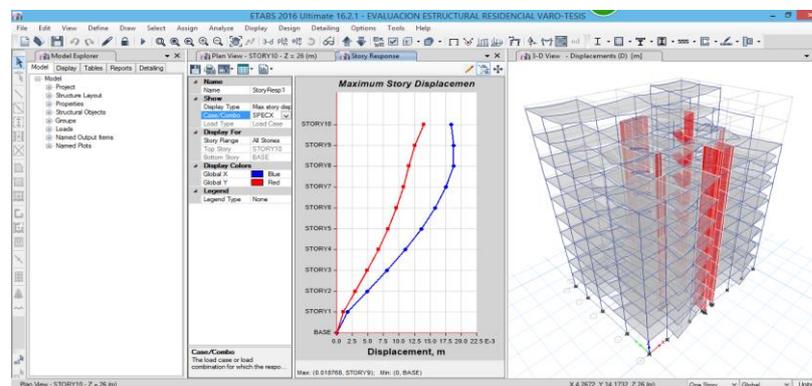
**Figura 37** Análisis de Modelo  
Fuente: Elaboración Propio.



**Figura 38 Modelo Deformado**  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 39 Máximos Desplazamientos por Modales.**  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 40 Máximos Desplazamientos por Espectro de Respuesta**  
Fuente: Elaboración Propia

## Factores de Irregularidad Estructural en Altura (Ia)

**Irregularidad De Rigidez (0.75):** Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (Deriva) es mayor que 1.4 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior,

o es mayor que 1.25 veces el promedio de las distorsiones de entreciso en los tres niveles superiores adyacentes. (E-030 Diseño Sismorresistente)

$$I_a \text{ (Dirección XX)} = 1.00 \text{-- } I_a \text{ (Dirección YY)} = 1.00$$

$$\frac{\Delta_i}{h_i} > 1.4 \left( \frac{\Delta_{i+1}}{h_{i+1}} \right) \text{ ó } \frac{\Delta_i}{h_i} > 1.25 \left( \frac{\frac{\Delta_{i+1}}{h_{i+1}} + \frac{\Delta_{i+2}}{h_{i+2}} + \frac{\Delta_{i+3}}{h_{i+3}}}{3} \right)$$

**Tabla 15**  
*Irregularidad de Rigidez-Piso Blando-X*

Nivel de Entreciso	EspectroX Max	Desplazamiento Total		Desplazamiento Relativo		Áltura de entreciso	Distorsión del entreciso	Promedio acumulati vo-3	X > 1.4 (Ia=0.75)		X > 1.25 (Ia=0.75)	
		Máximo	Promedio (M)	M-sin factor R	M-factorado				factor X	OBS.	factor X	OBS.
Techo N° 10	Espectro X Max	0.0184	0.0172	0.0009	0.0047	2.6	0.0018	-	-	-	-	-
Entreciso 9	Espectro X Max	0.0188	0.0163	0.0012	0.0060	2.6	0.0023	-	1.2743	Ia=1	-	-
Entreciso 8	Espectro X Max	0.0178	0.0152	0.0013	0.0066	2.6	0.0025	-	1.0929	Ia=1	-	-
Entreciso 7	Espectro X Max	0.0165	0.0139	0.0016	0.0085	2.6	0.0033	-	1.2820	Ia=1	-	-
Entreciso 6	Espectro X Max	0.0149	0.0123	0.0020	0.0103	2.6	0.0040	0.0081	1.2187	Ia=1	0.4887	Ia=1
Entreciso 5	Espectro X Max	0.0128	0.0103	0.0022	0.0118	2.6	0.0045	0.0098	1.1408	Ia=1	0.4636	Ia=1
Entreciso 4	Espectro X Max	0.0103	0.0081	0.0024	0.0125	2.6	0.0048	0.0118	1.0646	Ia=1	0.4101	Ia=1
Entreciso 3	Espectro X Max	0.0075	0.0057	0.0024	0.0125	2.6	0.0048	0.0133	0.9933	Ia=1	0.3595	Ia=1
Entreciso 2	Espectro X Max	0.0046	0.0033	0.0021	0.0113	2.6	0.0043	0.0141	0.9048	Ia=1	0.3065	Ia=1
Entreciso 1	Espectro X Max	0.0017	0.0012	0.0012	0.0061	2.6	0.0023	0.0047	0.9206	Ia=1	0.5033	Ia=1

**Nota:** En la tabla se puede apreciar que no presenta irregularidad de rigidez-piso blando en cual toma valor de 1 en la dirección X -Fuente: Elaboración Propia-ETABS

**Tabla 16**  
*Irregularidad de Rigidez-Piso Blando-Y*

Nivel de Entreciso	EspectroY Max	Desplazamiento Total		Desplazamiento Relativo		Áltura de entreciso	Distorsión del entreciso	Promedio acumulati vo-3	Y > 1.4 (Ia=0.75)		Y > 1.25 (Ia=0.75)	
		Máximo	Promedio (M)	M-sin factor R	M-factorado				factor Y	OBS.	factor Y	OBS.
Techo N° 10	Espectro Y Max	0.0154	0.0122	0.0018	0.0094	2.6000	0.0036	-	-	-	-	-
Entreciso 9	Espectro Y Max	0.0132	0.0104	0.0008	0.0041	2.6000	0.0016	-	0.4418	Ia=1	-	-
Entreciso 8	Espectro Y Max	0.0121	0.0096	0.0008	0.0043	2.6000	0.0016	-	1.0329	Ia=1	-	-
Entreciso 7	Espectro Y Max	0.0110	0.0088	0.0010	0.0052	2.6000	0.0020	-	1.2243	Ia=1	-	-
Entreciso 6	Espectro Y Max	0.0097	0.0078	0.0012	0.0063	2.6000	0.0024	0.0053	1.2032	Ia=1	0.4614	Ia=1
Entreciso 5	Espectro Y Max	0.0082	0.0066	0.0014	0.0072	2.6000	0.0028	0.0061	1.1439	Ia=1	0.4558	Ia=1
Entreciso 4	Espectro Y Max	0.0065	0.0052	0.0015	0.0079	2.6000	0.0030	0.0072	1.0909	Ia=1	0.4195	Ia=1
Entreciso 3	Espectro Y Max	0.0046	0.0037	0.0015	0.0081	2.6000	0.0031	0.0082	1.0287	Ia=1	0.3785	Ia=1
Entreciso 2	Espectro Y Max	0.0027	0.0022	0.0014	0.0075	2.6000	0.0029	0.0089	0.9203	Ia=1	0.3214	Ia=1
Entreciso 1	Espectro Y Max	0.0009	0.0007	0.0007	0.0039	2.6000	0.0015	0.0030	0.5275	Ia=1	0.5035	Ia=1

Fuente: En la tabla se puede apreciar que no presenta irregularidad de rigidez-piso blando en cual toma valor de 1 en la dirección Y -Fuente: Elaboración Propia-ETABS

### Irregularidad de resistencia – Piso débil (0.75) :

Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entreciso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entreciso inmediato superior (E-030 Diseño Sismorresistente). Para la investigación la edificación no presenta irregularidad de resistencia de (piso débil) por que la estructura no cuenta con ningún tipo de reducción de la sección transversal de sus elementos verticales resistentes en ambas direcciones

la (eje XX) = 1.00

la (eje YY) = 1.00

**Irregularidad Extrema de Rigidez (0.50):**

Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entreciso (deriva) es mayor que 1.6 veces el correspondiente valor del entreciso inmediato superior, o es mayor que 1.4 veces el promedio de las distorsiones de entreciso en los tres niveles superiores adyacentes (E-030 Diseño Sismorresistente). En la investigación la edificación no presenta este tipo de irregularidad como se puede apreciar en las tablas presentadas a continuación.

la (eje XX) = 1.00

la (eje YY) = 1.00

$$\frac{\Delta_i}{h_i} > 1.6 \left( \frac{\Delta_{i+1}}{h_{i+1}} \right) \quad \text{ó} \quad \frac{\Delta_i}{h_i} > 1.4 \left( \frac{\left( \frac{\Delta_{i+1}}{h_{i+1}} + \frac{\Delta_{i+2}}{h_{i+2}} + \frac{\Delta_{i+3}}{h_{i+3}} \right)}{3} \right)$$

**Tabla 17**

*Irregularidad Extrema de Rigidez- X*

Nivel de Entreciso	EspectroX Max	Desplazamiento Total		Desplazamiento Relativo		Áltura de entreciso	Distorsión del entreciso	Promedio acumulati vo-3	X >1.6(la=0.75)		X >1.4(la=0.75)	
		Máximo	Promedio (M)	M-sin factor R	M- factorado				factor X	OBS.	factor X	OBS.
Techo N° 10	Espectro X Max	0.0184	0.0172	0.0009	0.0047	2.6	0.0018	-	-	-	-	-
Entreciso 9	Espectro X Max	0.0188	0.0163	0.0012	0.0060	2.6	0.0023	-	1.2743	la=1	-	-
Entreciso 8	Espectro X Max	0.0178	0.0152	0.0013	0.0066	2.6	0.0025	-	1.0929	la=1	-	-
Entreciso 7	Espectro X Max	0.0165	0.0139	0.0016	0.0085	2.6	0.0033	-	1.2820	la=1	-	-
Entreciso 6	Espectro X Max	0.0149	0.0123	0.0020	0.0103	2.6	0.0040	0.0081	1.2187	la=1	0.4887	la=1
Entreciso 5	Espectro X Max	0.0128	0.0103	0.0022	0.0118	2.6	0.0045	0.0098	1.1408	la=1	0.4636	la=1
Entreciso 4	Espectro X Max	0.0103	0.0081	0.0024	0.0125	2.6	0.0048	0.0118	1.0646	la=1	0.4101	la=1
Entreciso 3	Espectro X Max	0.0075	0.0057	0.0024	0.0125	2.6	0.0048	0.0133	0.9933	la=1	0.3595	la=1
Entreciso 2	Espectro X Max	0.0046	0.0033	0.0021	0.0113	2.6	0.0043	0.0141	0.9048	la=1	0.3065	la=1
Entreciso 1	Espectro X Max	0.0017	0.0012	0.0012	0.0061	2.6	0.0023	0.0047	0.9206	la=1	0.5033	la=1

**Nota:** En la tabla se puede apreciar que no presenta irregularidad de rigidez-extrema en cual toma valor de 1 en la dirección X -Fuente: Elaboración Propia-ETABS

**Tabla 18**

*Irregularidad Extrema de Rigidez -Y*

Nivel de Entreciso	EspectroY Max	Desplazamiento Total		Desplazamiento Relativo		Áltura de entreciso	Distorsión del entreciso	Promedio acumulati vo-3	Y >1.6(la=0.75)		Y >1.4(la=0.75)	
		Máximo	Promedio (M)	M-sin factor R	M- factorado				factor Y	OBS.	factor Y	OBS.
Techo N° 10	Espectro Y Max	0.0154	0.0122	0.0018	0.0094	2.6000	0.0036	-	-	-	-	-
Entreciso 9	Espectro Y Max	0.0132	0.0104	0.0008	0.0041	2.6000	0.0016	-	0.4418	la=1	-	-
Entreciso 8	Espectro Y Max	0.0121	0.0096	0.0008	0.0043	2.6000	0.0016	-	1.0329	la=1	-	-
Entreciso 7	Espectro Y Max	0.0110	0.0088	0.0010	0.0052	2.6000	0.0020	-	1.2243	la=1	-	-
Entreciso 6	Espectro Y Max	0.0097	0.0078	0.0012	0.0063	2.6000	0.0024	0.0053	1.2032	la=1	0.4614	la=1
Entreciso 5	Espectro Y Max	0.0082	0.0066	0.0014	0.0072	2.6000	0.0028	0.0061	1.1439	la=1	0.4558	la=1
Entreciso 4	Espectro Y Max	0.0065	0.0052	0.0015	0.0079	2.6000	0.0030	0.0072	1.0909	la=1	0.4195	la=1
Entreciso 3	Espectro Y Max	0.0046	0.0037	0.0015	0.0081	2.6000	0.0031	0.0082	1.0287	la=1	0.3785	la=1
Entreciso 2	Espectro Y Max	0.0027	0.0022	0.0014	0.0075	2.6000	0.0029	0.0089	0.9203	la=1	0.3214	la=1
Entreciso 1	Espectro Y Max	0.0009	0.0007	0.0007	0.0039	2.6000	0.0015	0.0030	0.5275	la=1	0.5035	la=1

**Nota:** En la tabla se puede apreciar que no presenta irregularidad de rigidez-extrema en cual toma valor de 1 en la dirección Y -Fuente: Elaboración Propia-ETABS

**Irregularidad Extrema de Resistencia (0.50):**

Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de entre piso frente a fuerzas cortantes

en inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior (E-030 Diseño Sismorresistente) Para la investigación la edificación no presenta irregularidad de extrema resistencia por que la estructura no cuenta con ningún tipo de reducción de la sección transversal de sus elementos verticales resistentes en ambas direcciones

$$I_a \text{ (eje XX)} = 1.00 \quad I_a \text{ (eje YY)} = 1.00$$

### Irregularidad de masa o peso (0.90):

Según la norma (E-030 Diseño Sismorresistente) Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3. de la norma E.030 es mayor que 1.5 veces el peso de un piso adyacente

$$I_a \text{ (eje XX)} = 1.00 \quad I_a \text{ (eje YY)} = 1.00$$

**Tabla 19**

*Irregularidad de masa o peso-X-Y*

Story	Diaphragm	Mass X kgf-s <sup>2</sup> /m	Mass Y kgf-s <sup>2</sup> /m	PESO	x > 1.5( I <sub>a</sub> =0.90)	
					factor x (Superior)	OBS.
Entrepiso 1	D1	21.01608	21.01608	206.10	1.1073	I <sub>a</sub> =1
Entrepiso 2	D2	18.98024	18.98024	186.13	1.0009	I <sub>a</sub> =1
Entrepiso 3	D3	18.96234	18.96234	185.96	1.0000	I <sub>a</sub> =1
Entrepiso 4	D4	18.96234	18.96234	185.96	1.0000	I <sub>a</sub> =1
Entrepiso 5	D5	18.96234	18.96234	185.96	1.0000	I <sub>a</sub> =1
Entrepiso 6	D6	18.96234	18.96234	185.96	1.0000	I <sub>a</sub> =1
Entrepiso 7	D7	18.96234	18.96234	185.96	1.0396	I <sub>a</sub> =1
Entrepiso 8	D8	18.24071	18.24071	178.88	1.4869	I <sub>a</sub> =1
Entrepiso 9	D9	12.26743	12.26743	120.30		
Techo	D10	7.83054	7.83054	76.79	-	

Fuente: Elaboración Propia-ETABS

### Irregularidad geométrica vertical: (0.90)

La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1.3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. el criterio no se aplica en azoteas ni sótanos (E-030 Diseño Sismorresistente) las columnas y placas son los que ofrecen resistencia la corte, en todas las edificaciones se tiene pisos típicos del 1° al 9° nivel en cual no varía las dimensiones de los elementos estructurales, cabe recalcar que no existe irregularidad de este tipo.

$$I_a (\text{eje XX}) = 1.00 \quad I_a (\text{eje YY}) = 1.00$$

### Discontinuidad de los elementos resistentes: (0.80)

Se califica a la estructura como irregular cuando cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente del elemento. En la edificación no presenta discontinuidad en los sistemas resistentes cabe resaltar que ningún elemento vertical resistente ostenta desplazamiento ni cambio de orientación.

$$I_a (\text{eje XX}) = 1.00 \quad I_a (\text{eje YY}) = 1.00$$

### Irregularidad Estructural en Planta ( $I_p$ )

#### Irregularidad torsional (0.75):

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (Deriva max), es mayor que 1.2 veces el desplazamiento relativo del centro de masa del mismo entrepiso para la misma condición de carga. Este criterio solo se aplica en edificios con diafragma rígido y solo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que el 50% del desplazamiento permisible en la tabla N° 11 (E-030 Diseño Sismorresistente)

$$I_p (\text{eje XX}) = 1.00 \quad I_p (\text{eje YY}) = 1.00$$

**Tabla 20**

*Irregularidad Torsional-X*

Nivel de Entrepiso	Modelo Estático	Desplazamiento Total		$\Delta$ Relativo(Extremos)		$\Delta$ Relativo(Centro de Masa)		$\Delta(\text{Ext}) > 1.2\Delta(\text{CM}) - I_p = 0.75$	
		$\delta$ (Extremo)	$\delta$ (C.M.)	$\Delta$ sin factor R	$\Delta$ factorado	$\Delta$ sin factor R	$\Delta$ factorado	factor x	OBS.
Techo	SSX 2	0.0143	0.0179	0.0026	0.0136	0.0034	0.0176	0.7727	Ia=1
Entrepiso9	SSX 2	0.0117	0.0145	0.0011	0.0058	0.0024	0.0126	0.4567	Ia=1
Entrepiso8	SSX 2	0.0106	0.0121	0.0011	0.0056	0.0014	0.0073	0.7674	Ia=1
Entrepiso7	SSX 2	0.0095	0.0107	0.0012	0.0064	0.0015	0.0079	0.8074	Ia=1
Entrepiso6	SSX 2	0.0083	0.0092	0.0014	0.0073	0.0017	0.0087	0.8392	Ia=1
Entrepiso5	SSX 2	0.0069	0.0076	0.0015	0.0080	0.0018	0.0092	0.8682	Ia=1
Entrepiso4	SSX 2	0.0054	0.0058	0.0016	0.0084	0.0018	0.0094	0.8977	Ia=1
Entrepiso3	SSX 2	0.0038	0.0040	0.0016	0.0084	0.0017	0.0090	0.9292	Ia=1
Entrepiso2	SSX 2	0.0022	0.0023	0.0014	0.0075	0.0015	0.0079	0.9464	Ia=1
Entrepiso1	SSX 2	0.0007	0.0008	0.0007	0.0039	0.0008	0.0042	0.9263	Ia=1

Fuente: Elaboración Propia-ETABS

**Tabla 21**  
*Irregularidad torsional-Y*

Nivel de Entrepiso	Modelo Estatico	Desplazamiento Total		Δ Relativo(Extremos)		Δ Relativo(Centro de Masa)		Δ(Ext)>1.2Δ(CM)-Ip=0.75	
		δ (Extremo)	δ (C.M.)	Δ sin factor R	Δ factorado	Δ sin factor R	Δ factorado	factor x	OBS.
Techo	SSY 2	0.0084	0.0143	0.0018	0.0095	0.0026	0.0136	0.6947	la=1
Entrepiso9	SSY 2	0.0066	0.0117	0.0005	0.0028	0.0011	0.0058	0.4863	la=1
Entrepiso8	SSY 2	0.0060	0.0106	0.0005	0.0027	0.0011	0.0056	0.4883	la=1
Entrepiso7	SSY 2	0.0055	0.0095	0.0006	0.0033	0.0012	0.0064	0.5139	la=1
Entrepiso6	SSY 2	0.0049	0.0083	0.0007	0.0039	0.0014	0.0073	0.5389	la=1
Entrepiso5	SSY 2	0.0041	0.0069	0.0009	0.0045	0.0015	0.0080	0.5591	la=1
Entrepiso4	SSY 2	0.0033	0.0054	0.0009	0.0049	0.0016	0.0084	0.5807	la=1
Entrepiso3	SSY 2	0.0023	0.0038	0.0010	0.0051	0.0016	0.0084	0.6063	la=1
Entrepiso2	SSY 2	0.0014	0.0022	0.0009	0.0047	0.0014	0.0075	0.6312	la=1
Entrepiso1	SSY 2	0.0005	0.0007	0.0005	0.0025	0.0007	0.0039	0.6348	la=1

Fuente: Elaboración Propia-ETABS

### Irregularidad Torsional Extrema (0.60)

Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (Deriva max), es mayor que 1.5 veces el desplazamiento relativo del centro de masa del mismo entrepiso para la misma condición de carga. Este criterio solo se aplica en edificios con diafragma rígido y solo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que el 50% del desplazamiento permisible en la tabla N° 11 (E-030 Diseño Sismorresistente)

$$I_p (\text{eje XX}) = 0.90$$

$$I_p (\text{eje YY}) = 0.90$$

**Tabla 22**  
*Irregularidad Torsional Extrema X*

Nivel de Entrepiso	Modelo Estatico	Desplazamiento Total		Δ Relativo(Extremos)		Δ Relativo(Centro de Masa)		Δ(Ext)>1.5Δ(CM)-Ip=0.60	
		δ (Extremo)	δ (C.M.)	Δ sin factor R	Δ factorado	Δ sin factor R	Δ factorado	factor x	OBS.
Techo	SSX 2	0.0143	0.0179	0.0026	0.0136	0.0034	0.0176	0.7727	la=1
Entrepiso9	SSX 2	0.0117	0.0145	0.0011	0.0058	0.0024	0.0126	0.4567	la=1
Entrepiso8	SSX 2	0.0106	0.0121	0.0011	0.0056	0.0014	0.0073	0.7674	la=1
Entrepiso7	SSX 2	0.0095	0.0107	0.0012	0.0064	0.0015	0.0079	0.8074	la=1
Entrepiso6	SSX 2	0.0083	0.0092	0.0014	0.0073	0.0017	0.0087	0.8392	la=1
Entrepiso5	SSX 2	0.0069	0.0076	0.0015	0.0080	0.0018	0.0092	0.8682	la=1
Entrepiso4	SSX 2	0.0054	0.0058	0.0016	0.0084	0.0018	0.0094	0.8977	la=1
Entrepiso3	SSX 2	0.0038	0.0040	0.0016	0.0084	0.0017	0.0090	0.9292	la=1
Entrepiso2	SSX 2	0.0022	0.0023	0.0014	0.0075	0.0015	0.0079	0.9464	la=1
Entrepiso1	SSX 2	0.0007	0.0008	0.0007	0.0039	0.0008	0.0042	0.9263	la=1

Fuente: Elaboración Propia-ETABS

**Tabla 23**  
**Irregularidad Torsional Extrema Y**

Nivel de Entrepiso	Modelo Estático	Desplazamiento Total		Δ Relativo(Extremos)		Δ Relativo(Centro de Masa)		Δ(Ext)>1.5Δ(CM)-Ip=0.60	
		δ (Extremo)	δ (C.M.)	Δ sin factor R	Δ factorado	Δ sin factor R	Δ factorado	factor Y	OBS.
Techo	SSY 2	0.0084	0.0143	0.0018	0.0095	0.0026	0.0136	0.6947	la=1
Entrepiso9	SSY 2	0.0066	0.0117	0.0005	0.0028	0.0011	0.0058	0.4863	la=1
Entrepiso8	SSY 2	0.0060	0.0106	0.0005	0.0027	0.0011	0.0056	0.4883	la=1
Entrepiso7	SSY 2	0.0055	0.0095	0.0006	0.0033	0.0012	0.0064	0.5139	la=1
Entrepiso6	SSY 2	0.0049	0.0083	0.0007	0.0039	0.0014	0.0073	0.5389	la=1
Entrepiso5	SSY 2	0.0041	0.0069	0.0009	0.0045	0.0015	0.0080	0.5591	la=1
Entrepiso4	SSY 2	0.0033	0.0054	0.0009	0.0049	0.0016	0.0084	0.5807	la=1
Entrepiso3	SSY 2	0.0023	0.0038	0.0010	0.0051	0.0016	0.0084	0.6063	la=1
Entrepiso2	SSY 2	0.0014	0.0022	0.0009	0.0047	0.0014	0.0075	0.6312	la=1
Entrepiso1	SSY 2	0.0005	0.0007	0.0005	0.0025	0.0007	0.0039	0.6348	la=1

Fuente: Elaboración Propia-ETABS

### Esquina Entrante (0.90):

Esta irregularidad se presenta cuando en la estructura tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores de 20% de la correspondiente dimensión total en planta (E-030 Diseño Sismorresistente) En la investigación no se presentó esta irregularidad por lo tanto el factor de mantiene con 1.

$$I_p (\text{eje XX}) = 1 \quad I_p (\text{eje YY}) = 1$$

### Discontinuidad del diafragma (0.85)

la edificación se considera como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones portantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma (E-030 Diseño Sismorresistente) para la investigación la edificación no presenta esta irregularidad.

$$I_a (\text{eje XX}) = 1.00 \quad I_a (\text{eje YY}) = 1.0$$

### Sistemas no paralelos (0.90):

Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a la fuerza lateral no son paralelos. Para la investigación la edificación no presente este tipo de irregularidad.

$$I_a (\text{eje XX}) = 1.00 \quad I_a (\text{eje YY}) = 1.00$$

## Análisis Estático

Para el análisis se calculó los cortantes estáticos de la estructura con los parámetros seleccionados anteriormente, se calculó peso de la estructura con ayuda del ETABS

## Determinación del Peso de la Estructura (P)

Para la investigación se clasificó la estructura según la norma (E-030 Diseño Sismorresistente) como categoría **C**, por ende, el peso que se le asigna para el análisis sísmico es debido a las cargas permanentes más el 25% de la carga viva (100%CM + 25%CV). y en azoteas en general se considera el 25% de la carga viva Según la norma acápite 4.3.

## Carga Muerta

Para la investigación el valor de las cargas muertas utilizadas comprende el peso propio de cada uno de los elementos estructurales los cuales son losas, vigas, columnas, placas, muros, según características descritas anteriormente se adiciono el peso de los elementos aligeradores en losas, el peso de la tabiquería y el peso de los acabados. para la investigación se adiciono cargas muertas distribuidas en la losa del décimo piso como se puede apreciar en las siguientes tablas.

**Tabla 24**

*Peso Muertos*

	Peso Muerto
Acabados:	100 kg/m <sup>2</sup>
Tab. movil:	100 kg/m <sup>2</sup>
Albañilería:	1800 kg/m <sup>2</sup> (maciza)
Albañilería:	1350 kg/m (tubular)

**Nota:** En la tabla se presenta los valores usadas como cargas muertas Fuente: Planos -Residencial Varo

**Tabla 25**

*Peso de Tecknoport*

	Peso propio de Aligerado con casetones de tecknoport
e= 0.20m	215 kg/m <sup>2</sup>

**Nota:** En la tabla se presenta los valores usadas como cargas muertas Fuente: Planos - Residencial Varo

**Tabla 26**  
*Peso de Cubiertas Verdes*

<b>Peso por Tipo de Cubierta Verde</b>	
Cubierta extensiva	150 kg/m <sup>2</sup>
Cubierta semi intensiva	350 kg/m <sup>2</sup>
Cubierta intensiva	500 kg/m <sup>2</sup>

**Nota:** Peso de Cubiertas Verdes Fuente: Elaboración Propia

**Carga Viva:** Para la investigación el valor de Carga Viva utilizada fue de 200 kg/m<sup>2</sup> del 1° hasta el 10° nivel (viviendas), 400 kg/m<sup>2</sup> (corredores y escaleras), y 100 kg/m<sup>2</sup> en la azotea.

**Peso total de la Estructura:** En las tablas adjuntas se muestra el peso de la estructura individual y también con las cargas de las cubiertas verdes el cual se obtuvo mediante la modelación con el software ETABS 2016.

Story	UX tonf-s <sup>2</sup> /m	UY tonf-s <sup>2</sup> /m
STORY10	6.37836	6.37836
STORY9	12.39548	12.39548
STORY8	18.24071	18.24071
STORY7	18.96234	18.96234
STORY6	18.96234	18.96234
STORY5	18.96234	18.96234
STORY4	18.96234	18.96234
STORY3	18.96234	18.96234
STORY2	18.98024	18.98024
STORY1	18.98024	18.98024
BASE	2.03584	2.03584

**Figura 41** *Metrado de Cargas por Piso-ETABS*  
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 27**  
*Peso de Estructura sin Cubierta verdes*

Story	UX-UY	PESO
	tonf-s <sup>2</sup> /m	Tn
STORY10	7.831	76.79
STORY9	12.267	120.29
STORY8	18.241	178.87
STORY7	18.962	185.94
STORY6	18.962	185.94
STORY5	18.962	185.94
STORY4	18.962	185.94
STORY3	18.962	185.94
STORY2	18.980	186.12
STORY1	21.016	206.08
<b>TOTAL</b>		<b>1697.88</b>

Fuente: Elaboración Propia ETABS

**Tabla 28**  
*Peso de Estructura con cubierta Verde Extensivo*

Story	UX-UY	PESO
	tonf-s <sup>2</sup> /m	Tn
STORY10	7.742	75.916
STORY9	13.328	130.692
STORY8	18.241	178.868
STORY7	18.962	185.945
STORY6	18.962	185.945
STORY5	18.962	185.945
STORY4	18.962	185.945
STORY3	18.962	185.945
STORY2	18.980	186.120
STORY1	21.016	206.084
<b>TOTAL</b>		<b>1707.405</b>

**Nota:** Peso de la estructura adicionando cargas de cubiertas verdes de tipo Extensivo, carga incrementada de 150 kg/m<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 29**  
*Peso de Estructura con Cubiertas Verdes*

Story	UX	UY
	tonf-s <sup>2</sup> /m	tonf-s <sup>2</sup> /m
STORY10	9.5598	93.7432
STORY9	14.5709	142.8820
STORY8	18.2407	178.8684
STORY7	18.9623	185.9447
STORY6	18.9623	185.9447
STORY5	18.9623	185.9447
STORY4	18.9623	185.9447
STORY3	18.9623	185.9447
STORY2	18.9802	186.1202
STORY1	21.0161	206.0837
		<b>1737.4211</b>

**Nota:** Peso de la estructura adicionando cargas de cubiertas verdes de tipo Semi Intensivo, carga incrementada de 350 kg/m<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración Propia

### **Cálculo de Amplificación Sísmica y Periodo Fundamental (C),(T):**

Los cálculos de amplificación sísmica y periodo fundamental fueron analizados en función a la norma (E-030 Diseño Sismorresistente)según:

$$C = 2.5 (T_p/T) \leq 2.5$$

**Tabla 30***C - T Según ETABS- Sin Cubierta Verde*

Dirección	Ct	Hn	T -ETABS	C
X-X	35	26.00	0.813	1.85
Y-Y	35	26.00	0.813	1.85

**Nota:** Calculo de C-T por ETABS sin adicionar cargas  
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 31***C-T Según ETABS con cubierta verde extensivo*

Dirección	Ct	Hn	T -ETABS	C
X-X	35	26.00	0.827	1.81
Y-Y	35	26.00	0.827	1.81

**Nota:** Calculo de C-T por ETABS incrementando carga distribuida 9° y 10° nivel con 150 kgm2 por tipo de cubierta extensivo.  
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 32***C-T Según ETABS con cubierta verde semi intensivo*

Dirección	Ct	Hn	T -ETABS	C
X-X	35	26.00	0.849	1.77
Y-Y	35	26.00	0.849	1.77

**Nota:** Calculo de C-T por ETABS incrementando carga distribuida 9° y 10° nivel con 350 kg m2 por tipo de cubierta semi intensivo.  
Fuente: Elaboración Propia

### Calculo le la Fuerza Cortante

La fuera cortante el cual se sitúa en la base de la edificación se calcula como una fracción del peso total. Y mediante la siguiente expresión:

$$V_{x-y} = \frac{ZUCS \times P}{R}$$

**Tabla 33***Calculo de Cortantes*

Sin cubierta verde	Con cubierta verde tipo extensiva	Con cubierta verde tipo semi- intensiva
<b>V=173.78</b>	V=173.12	V=171.60
<b>K=1.16</b>	K=1.16	K=1.17

**Nota:** Cálculo de cortantes basales considerando el peso de la estructura más incremento de cargas por las cubiertas verdes Fuente: Elaboración Propia

**Distribución de Fuerza Cortante en Elevación:** Las fuerzas sísmicas horizontales se calcularon mediante las fórmulas establecidas por la norma (E-030 Diseño Sismorresistente)

$$F_i = \alpha_i \cdot \alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

## Donde

$n$  es el número de pisos del edificio

$k$  es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura ( $T$ )

**Tabla 34**

*Fuerza Cortante Sin Cubierta Verdes*

N° PISO	MASA tonf-s <sup>2</sup> /m	PESO Tn	hi	pi(hi) <sup>k</sup>	ai	Fi	Vi
STORY10	6.38	62.55	26.00	2707.81	0.08	14.08	14.08
STORY9	12.40	121.55	23.40	4658.58	0.14	24.23	38.31
STORY8	18.24	178.87	20.80	5982.38	0.18	31.11	69.43
STORY7	18.96	185.94	18.20	5329.13	0.16	27.72	97.14
STORY6	18.96	185.94	15.60	4458.95	0.13	23.19	120.34
STORY5	18.96	185.94	13.00	3611.26	0.11	18.78	139.12
STORY4	18.96	185.94	10.40	2789.86	0.08	14.51	153.63
STORY3	18.96	185.94	7.80	2000.28	0.06	10.40	164.03
STORY2	18.98	186.12	5.20	1252.71	0.04	6.52	170.55
STORY1	21.02	206.08	2.60	622.24	0.02	3.24	173.78
TOTAL		<b>1684.8921</b>		<b>33413.207</b>		<b>173.7826</b>	<b>OK</b>

**Nota:** Cálculo de fuerzas cortantes distribuida por piso- sin cubierta verde Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 35**

*Fuerza Cortante con Cubierta Verde tipo Extensivo*

N° PISO	MASA tonfs <sup>2</sup> /m	PESO	hi	pi(hi) <sup>k</sup>	ai	Fi	Vi
STORY10	7.74	75.92	26.00	3362.46	0.10	16.63	16.63
STORY9	13.33	130.69	23.40	5120.74	0.15	25.32	41.94
STORY8	18.24	178.87	20.80	6110.83	0.17	30.21	72.16
STORY7	18.96	185.94	18.20	5438.47	0.16	26.89	99.05
STORY6	18.96	185.94	15.60	4545.53	0.13	22.48	121.53
STORY5	18.96	185.94	13.00	3676.69	0.11	18.18	139.70
STORY4	18.96	185.94	10.40	2835.97	0.08	14.02	153.73
STORY3	18.96	185.94	7.80	2029.25	0.06	10.03	163.76
STORY2	18.98	186.12	5.20	1267.25	0.04	6.27	170.03
STORY1	21.02	206.08	2.60	626.42	0.02	3.10	173.12
TOTAL		<b>1707.40464</b>		<b>35013.6197</b>		<b>173.1233</b>	<b>OK</b>

**Nota:** Cálculo de fuerzas cortantes distribuida por piso- con cubierta verde tipo extensivos Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 36**

*Fuerza Cortante con Cubierta Verde tipo Semi-Intensivo*

N° PISO	MASA tonfs <sup>2</sup> /m	PESO	hi	pi(hi) <sup>k</sup>	ai	Fi	Vi
STORY10	9.56	93.74	26.00	4303.54	0.12	19.74	19.74
STORY9	14.57	142.88	23.40	5795.91	0.15	26.59	46.33
STORY8	18.24	178.87	20.80	6318.28	0.17	28.98	75.31
STORY7	18.96	185.94	18.20	5614.84	0.15	25.76	101.07
STORY6	18.96	185.94	15.60	4684.99	0.13	21.49	122.56
STORY5	18.96	185.94	13.00	3781.90	0.10	17.35	139.91
STORY4	18.96	185.94	10.40	2909.98	0.08	13.35	153.26

STORY3	18.96	185.94	7.80	2075.63	0.06	9.52	162.78
STORY2	18.98	186.12	5.20	1290.45	0.03	5.92	168.70
STORY1	21.02	206.08	2.60	633.04	0.02	2.90	171.60
TOTAL		<b>1737.421</b>		<b>37408.5547</b>		<b>171.6019</b>	<b>OK</b>

**Nota:** Cálculo de fuerzas cortantes distribuida por piso- con cubierta verde tipo semi intensivo  
Fuente: Elaboración Propia

### Análisis Sísmico Modal Espectral:

El análisis sísmico modal espectral de la presente investigación se realizó según la norma vigente (E-030 Diseño Sismorresistente) en la cual se empleó los modelos ya configurados desde el análisis estático en el software ETABS añadiendo a este modelo un espectro de sismo para cada direccionen utilizando los siguientes factores.

**Tabla 37**  
*Factores Sísmicos*

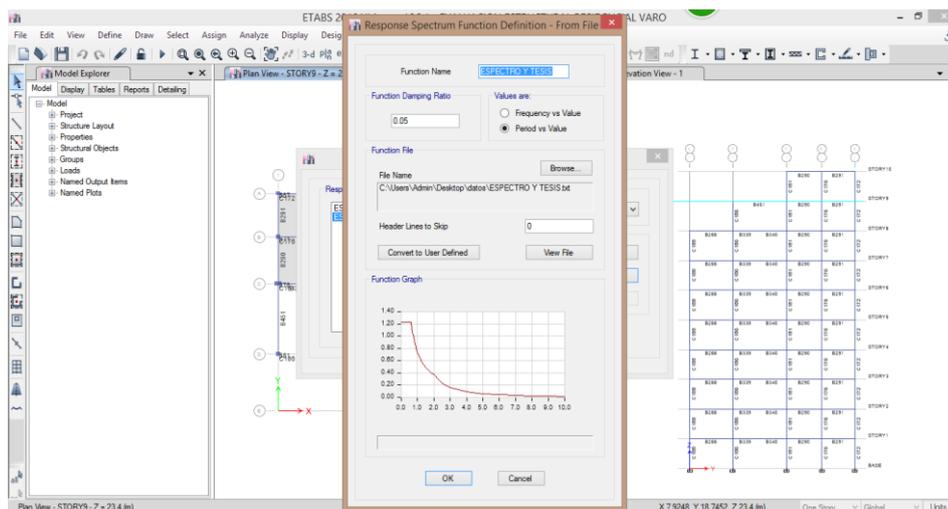
DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.35	RO	7	7
U	1.00	la	1.00	1.00
S	1.15	lp	0.9	1.00
TP	0.60	R	7	7
TL	2.00	g	<b>9.81</b>	

Fuente: Elaboración Propia

### Espectro de Pseudo Aceleraciones:

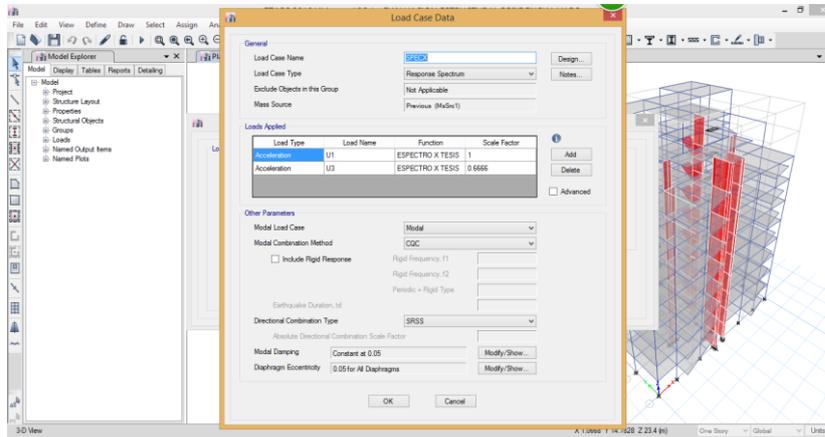
La incorporación de espectro obedece estrictamente a la aplicación de la norma (E-030 Diseño Sismorresistente) en la cual indica la formula.

$$Sa = \frac{Z * U * C * S}{R} * g$$



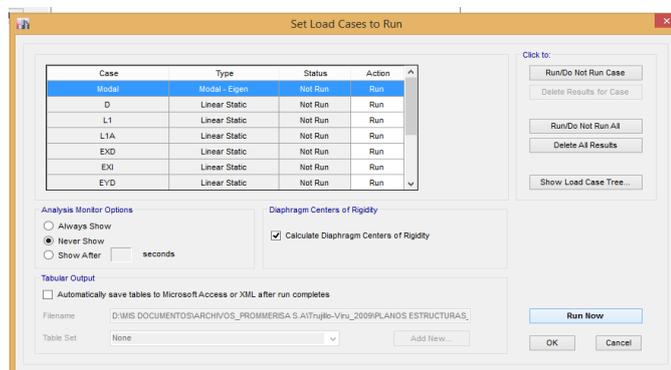
**Figura 42** *Introducción de Espectro de Respuesta*  
Fuente: Elaboración Propia

Culminada la introducción del espectro se procedió a crear los casos de carga para los sismos en direcciones X-Y considerando las aceleraciones para cada dirección.

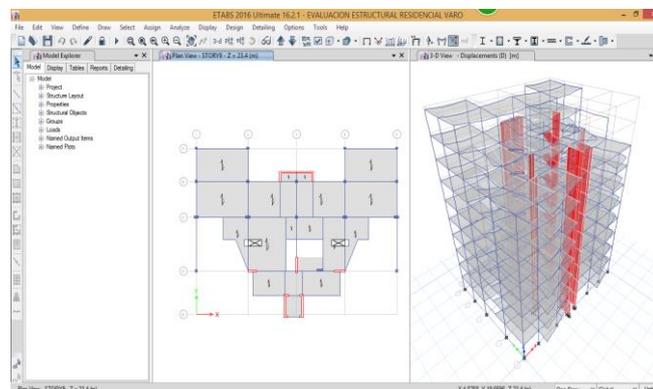


**Figura 43** Asignación de Casos de Carga Sismos Dinámicos  
Fuente: Elaboración Propia

Culminada los cambios para la evaluación se procedió analizar el modelo para poder obtener los resultados de los periodos masa participante y desplazamientos en direccione X-Y



**Figura 44** Check Model -Dinámico  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 45** Modelo Deformado-Dinámico  
Fuente: Elaboración Propia

## Periodo - Frecuencia y Masa Participante:

Para la investigación se adjunta los periodos, frecuencia y masa participativa calculados mediante el análisis dinámico modal espectral para 30 modos de vibración el cual corresponde 3 modos por cada nivel en la tabla adjunta se presenta para los tres casos.

**Tabla 38**

*Calculo de Periodo -Frecuencia por tipo de Cubiertas Verdes*

SIN CUBIERTA VERDE				CON CUBIERTA VERDE TIPO EXTENSIVO				CON CUBIERTA VERDE TIPO SEMI - INTENSIVO			
Case	M	Period sec	Frequency cyc/sec	Case	M	Period sec	Frequency cyc/sec	Case	M	Period sec	Frequency cyc/sec
Modal	1	0.813	1.231	Modal	1	0.827	1.209	Modal	1	0.849	1.178
Modal	2	0.551	1.816	Modal	2	0.553	1.810	Modal	2	0.564	1.774
Modal	3	0.406	2.462	Modal	3	0.408	2.448	Modal	3	0.418	2.392
Modal	4	0.253	3.950	Modal	4	0.260	3.839	Modal	4	0.275	3.635
Modal	5	0.204	4.912	Modal	5	0.198	5.040	Modal	5	0.210	4.762
Modal	6	0.175	5.720	Modal	6	0.180	5.566	Modal	6	0.187	5.358
Modal	7	0.169	5.934	Modal	7	0.168	5.953	Modal	7	0.181	5.528
Modal	8	0.131	7.661	Modal	8	0.132	7.553	Modal	8	0.138	7.260
Modal	9	0.116	8.653	Modal	9	0.117	8.577	Modal	9	0.119	8.430
Modal	10	0.115	8.691	Modal	10	0.116	8.638	Modal	10	0.118	8.488
Modal	11	0.094	10.636	Modal	11	0.094	10.636	Modal	11	0.094	10.636
Modal	12	0.094	10.648	Modal	12	0.094	10.647	Modal	12	0.094	10.645
Modal	13	0.082	12.256	Modal	13	0.082	12.195	Modal	13	0.082	12.128
Modal	14	0.080	12.546	Modal	14	0.081	12.384	Modal	14	0.082	12.190
Modal	15	0.072	13.833	Modal	15	0.073	13.678	Modal	15	0.074	13.490
Modal	16	0.061	16.442	Modal	16	0.061	16.315	Modal	16	0.062	16.186
Modal	17	0.052	19.141	Modal	17	0.052	19.052	Modal	17	0.053	18.963
Modal	18	0.050	19.922	Modal	18	0.051	19.759	Modal	18	0.051	19.592
Modal	19	0.048	21.033	Modal	19	0.048	20.956	Modal	19	0.048	20.885
Modal	20	0.038	26.271	Modal	20	0.038	26.240	Modal	20	0.038	26.202
Modal	21	0.038	26.549	Modal	21	0.038	26.471	Modal	21	0.038	26.405
Modal	22	0.037	27.140	Modal	22	0.037	27.023	Modal	22	0.037	26.910
Modal	23	0.031	32.014	Modal	23	0.031	32.006	Modal	23	0.031	31.998
Modal	24	0.030	33.593	Modal	24	0.030	33.535	Modal	24	0.030	33.480
Modal	25	0.029	35.054	Modal	25	0.029	34.980	Modal	25	0.029	34.909
Modal	26	0.027	36.677	Modal	26	0.027	36.675	Modal	26	0.027	36.674
Modal	27	0.025	40.322	Modal	27	0.025	40.291	Modal	27	0.025	40.261
Modal	28	0.023	43.016	Modal	28	0.023	42.977	Modal	28	0.023	42.939
Modal	29	0.021	46.512	Modal	29	0.022	46.500	Modal	29	0.022	46.489
Modal	30	0.02	50.161	Modal	30	0.02	50.145	Modal	30	0.020	50.130

Fuente: Elaboración Propia

## Masa Participante

En el siguiente cuadro se puede apreciar la masa participativa en general de los tres casos como son: sin cubierta verde – con cubierta verde tipo extensivo y con cubierta verde tipo semi-intensivo

**Tabla 39**  
*Masa participativa*

Case	Item Type	Item	Static %	Dynamic %
Modal	Acceleration	UX	100	99.89
Modal	Acceleration	UY	100	99.86

Fuente: Elaboración Propia

### Desplazamientos Relativos de Entrepiso en el centro de masa:

En las tablas adjuntas se presenta los desplazamientos de la edificación sin ninguna carga adicional en la cual se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma para las dos direcciones X-Y

STORY10	SPECX Max	X	0.017632	Y	0.012931
STORY9	SPECX Max	X	0.017944	Y	0.011377
STORY8	SPECX Max	X	0.017039	Y	0.010494
STORY7	SPECX Max	X	0.015888	Y	0.009575
STORY6	SPECX Max	X	0.014355	Y	0.008456
STORY5	SPECX Max	X	0.012371	Y	0.007124
STORY4	SPECX Max	X	0.009993	Y	0.005614
STORY3	SPECX Max	X	0.007295	Y	0.003981
STORY2	SPECX Max	X	0.004423	Y	0.00232
STORY1	SPECX Max	X	0.0016	Y	0.000805

**Figura 46** Desplazamientos en Dirección X-Y -ETABS

Fuente: Elaboración Propia

### Desplazamientos relativos -sin cubierta verdes:

En la siguiente tabla se presenta los resultados del análisis dinámico modal espectral de la edificación de la residencial Varo, el cual está dentro de los parámetros establecidos por la norma vigente.

**Tabla 40**  
*Desplazamientos Relativos Dirección X -Sin Cubierta Verde*

Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum	$\Delta_i$	factor	$\Delta_i$ Actuante	Altura	Actuante	Maximo	Observación
			m	m	0.75R ó R	m	m	$\Delta_i/hei$	$\Delta_i/hei$	
PISO 10	espectroX Max	X	0.01763	0.00031	7	0.00218	2.6	0.00084	0.007	CUMPLE
PISO 9	espectroX Max	X	0.01794	0.00091	7	0.00634	2.6	0.00244	0.007	CUMPLE
PISO 8	espectroX Max	X	0.01704	0.00115	7	0.00806	2.6	0.00310	0.007	CUMPLE
PISO 7	espectroX Max	X	0.01589	0.00153	7	0.01073	2.6	0.00413	0.007	CUMPLE
PISO 6	espectroX Max	X	0.01436	0.00198	7	0.01389	2.6	0.00534	0.007	CUMPLE
PISO 5	espectroX Max	X	0.01237	0.00238	7	0.01665	2.6	0.00540	0.007	CUMPLE
PISO4	espectroX Max	X	0.00999	0.00270	7	0.01889	2.6	0.00586	0.007	CUMPLE
PISO 3	espectroX Max	X	0.00730	0.00287	7	0.02010	2.6	0.00593	0.007	CUMPLE
PISO2	espectroX Max	X	0.00442	0.00282	7	0.01976	2.6	0.00600	0.007	CUMPLE
PISO1	espectroX Max	X	0.00160	0.00160	7	0.01120	2.6	0.00431	0.007	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

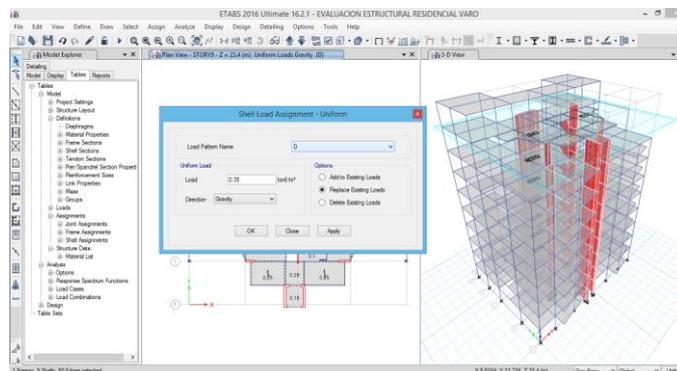
**Tabla 41**  
Desplazamientos Relativos Dirección Y -Sin Cubierta Verde

Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum		factor 0.75R ó R	$\Delta i$ Actuante	Altura	Actuante $\Delta i/hei$	Máximo $\Delta i/hei$	Observación
			m	m						
PISO 10	espectroX Max	Y	0.01293	0.00155	7	0.01088	2.6	0.00418	0.007	CUMPLE
PISO 9	espectroX Max	Y	0.01138	0.00088	7	0.00618	2.6	0.00238	0.007	CUMPLE
PISO 8	espectroX Max	Y	0.01049	0.00092	7	0.00643	2.6	0.00247	0.007	CUMPLE
PISO 7	espectroX Max	Y	0.00958	0.00112	7	0.00783	2.6	0.00301	0.007	CUMPLE
PISO 6	espectroX Max	Y	0.00846	0.00133	7	0.00932	2.6	0.00359	0.007	CUMPLE
PISO 5	espectroX Max	Y	0.00712	0.00151	7	0.01057	2.6	0.00407	0.007	CUMPLE
PISO4	espectroX Max	Y	0.00561	0.00163	7	0.01143	2.6	0.00440	0.007	CUMPLE
PISO 3	espectroX Max	Y	0.00398	0.00166	7	0.01163	2.6	0.00447	0.007	CUMPLE
PISO2	espectroX Max	Y	0.00232	0.00152	7	0.01061	2.6	0.00408	0.007	CUMPLE
PISO1	espectroX Max	Y	0.00081	0.00081	7	0.00564	2.6	0.00217	0.007	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

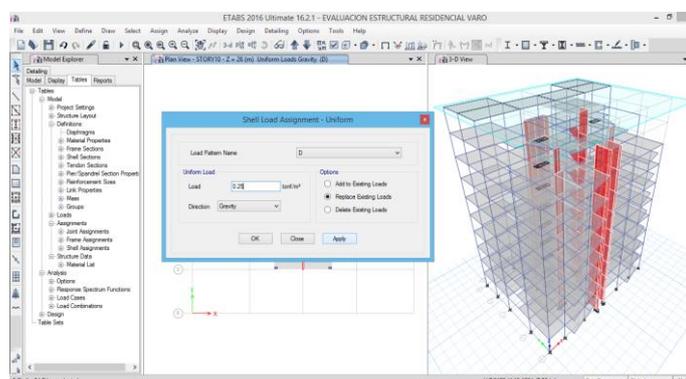
### Desplazamientos Relativos - Cubierta Verdes Tipo Extensivo:

En la siguiente tabla se presenta los resultados del análisis dinámico modal espectral. Adicionando cargas por el tipo de cubierta verde **extensivo** en la cual se incrementó carga muerta de 150kg.m2 a la losa del 9°y 10° nivel. Cabe resaltar que en el diseño se consideró carga de 200kg.m2 a la losa del 9° nivel y 100kg.m2 a la losa del 10° nivel al cual se suma las cargas de las cubiertas verdes.



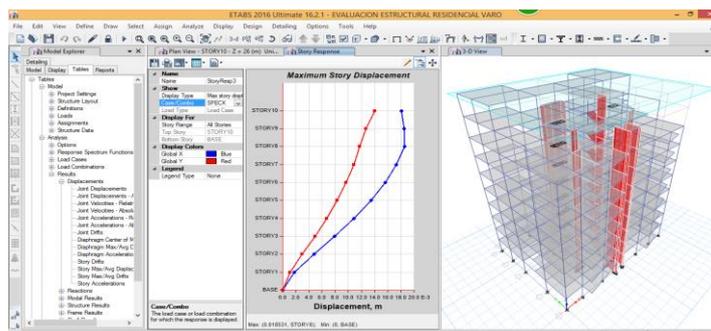
**Figura 47** Incremento de Carga al 9° Nivel. 150kg\*m2

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 48** Incrementó de carga al 10° Nivel|-150kg\*m2

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 49 Desplazamientos Relativos ETABS**

Fuente: Elaboración Propia

STORY10	SPECX Max	X	0.01806	Y	0.014024
STORY9	SPECX Max	X	0.018508	Y	0.012705
STORY8	SPECX Max	X	0.017513	Y	0.011731
STORY7	SPECX Max	X	0.016287	Y	0.010798
STORY6	SPECX Max	X	0.014685	Y	0.009678
STORY5	SPECX Max	X	0.012633	Y	0.008309
STORY4	SPECX Max	X	0.010189	Y	0.006705
STORY3	SPECX Max	X	0.007427	Y	0.004901
STORY2	SPECX Max	X	0.004497	Y	0.002983
STORY1	SPECX Max	X	0.001625	Y	0.001086

**Figura 50 Desplazamientos en Dirección X-Y-ETABS**

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 42**

*Desplazamientos Relativos Dirección X -Cubierta extensiva*

Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum m	$\Delta i$ m	factor 0.75R ó R	$\Delta i$ Actuante m	Altura m	Actuante	Maxímo	Observación
								$\Delta i/hei$	$\Delta i/hei$	
PISO 10	espectroX Max	X	0.01806	0.00045	7	0.00314	2.6	0.00210	0.007	CUMPLE
PISO 9	espectroX Max	X	0.01851	0.00099	7	0.00697	2.6	0.00268	0.007	CUMPLE
PISO 8	espectroX Max	X	0.01751	0.00123	7	0.00858	2.6	0.00330	0.007	CUMPLE
PISO 7	espectroX Max	X	0.01629	0.00160	7	0.01121	2.6	0.00431	0.007	CUMPLE
PISO 6	espectroX Max	X	0.01469	0.00205	7	0.01436	2.6	0.00552	0.007	CUMPLE
PISO 5	espectroX Max	X	0.01263	0.00244	7	0.01711	2.6	0.00570	0.007	CUMPLE
PISO 4	espectroX Max	X	0.01019	0.00276	7	0.01933	2.6	0.00596	0.007	CUMPLE
PISO 3	espectroX Max	X	0.00743	0.00293	7	0.02051	2.6	0.00613	0.007	CUMPLE
PISO 2	espectroX Max	X	0.00450	0.00287	7	0.02010	2.6	0.00630	0.007	CUMPLE
PISO 1	espectroX Max	X	0.00163	0.00163	7	0.01138	2.6	0.00438	0.007	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 43**

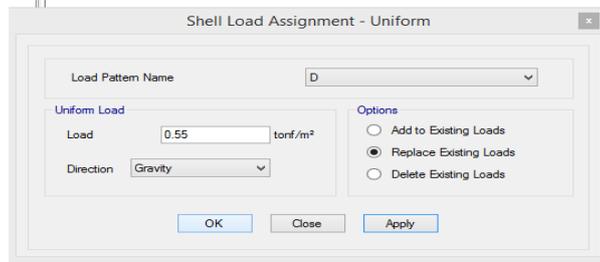
*Desplazamientos Relativos Dirección Y -Cubierta extensiva*

Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum m	$\Delta i$ m	factor 0.75R ó R	$\Delta i$ Actuante m	Altura m	Actuante	Maxímo	Observación
								$\Delta i/hei$	$\Delta i/hei$	
PISO 10	espectroX Max	Y	0.01402	0.00132	7	0.00923	2.6	0.00355	0.007	CUMPLE
PISO 9	espectroX Max	Y	0.01271	0.00097	7	0.00682	2.6	0.00262	0.007	CUMPLE
PISO 8	espectroX Max	Y	0.01173	0.00093	7	0.00653	2.6	0.00251	0.007	CUMPLE
PISO 7	espectroX Max	Y	0.01080	0.00112	7	0.00784	2.6	0.00302	0.007	CUMPLE
PISO 6	espectroX Max	Y	0.00968	0.00137	7	0.00958	2.6	0.00369	0.007	CUMPLE
PISO 5	espectroX Max	Y	0.00831	0.00160	7	0.01123	2.6	0.00432	0.007	CUMPLE
PISO 4	espectroX Max	Y	0.00671	0.00180	7	0.01263	2.6	0.00486	0.007	CUMPLE
PISO 3	espectroX Max	Y	0.00490	0.00192	7	0.01343	2.6	0.00516	0.007	CUMPLE
PISO 2	espectroX Max	Y	0.00298	0.00190	7	0.01328	2.6	0.00511	0.007	CUMPLE
PISO 1	espectroX Max	Y	0.00109	0.00109	7	0.00760	2.6	0.00292	0.007	CUMPLE

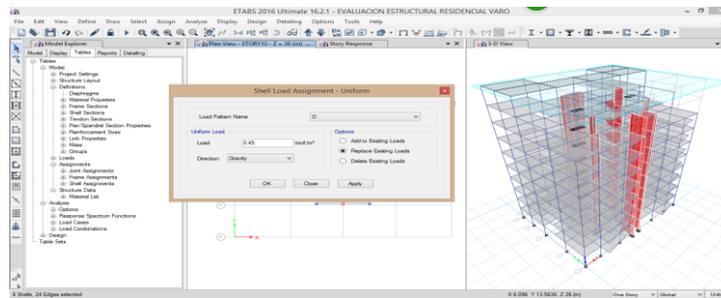
Fuente: Elaboración Propia

**Desplazamientos Relativos - Cubierta Verdes Tipo Semi-Intensivo:** En la siguiente tabla se presenta los resultados del análisis dinámico modal.

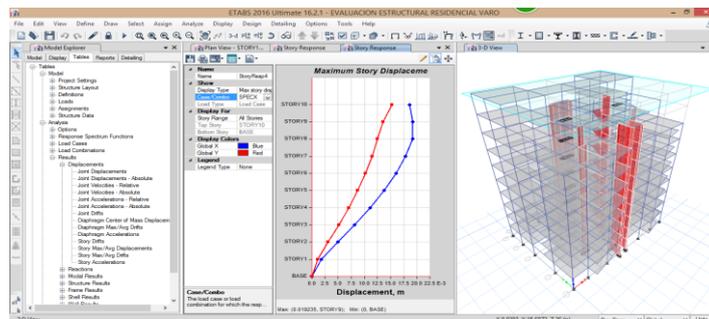
adicionando cargas por el tipo de cubierta verde semi-intensivo en la cual se incrementó carga muerta de 350kg.m<sup>2</sup> a la losa del 9° y 10° nivel. Cabe resaltar que en el diseño se consideró carga de 200kg.m<sup>2</sup> a la losa del 9° nivel y 100 kg.m<sup>2</sup> a la losa del 10° nivel al cual se suma las cargas de las cubiertas verdes de tipo semi intensivo.



**Figura 51** Incremento de Carga al 9° Nivel-350kg\*m<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 52** Incremento de Carga al 9° Nivel-350kg\*m<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 53** Desplazamientos Relativos ETABS  
Fuente: Elaboración Propia

STORY10	SPECX Max	X	0.01861	Y	0.015221
STORY9	SPECX Max	X	0.019235	Y	0.013581
STORY8	SPECX Max	X	0.018117	Y	0.012489
STORY7	SPECX Max	X	0.016791	Y	0.011456
STORY6	SPECX Max	X	0.015099	Y	0.010233
STORY5	SPECX Max	X	0.012959	Y	0.008754
STORY4	SPECX Max	X	0.01043	Y	0.007039
STORY3	SPECX Max	X	0.00759	Y	0.005125
STORY2	SPECX Max	X	0.004589	Y	0.003107
STORY1	SPECX Max	X	0.001657	Y	0.001129

**Figura 54** Desplazamientos en Dirección X -ETABS  
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 44***Desplazamientos Relativos Dirección X -Cubierta semi-intensivo*

Story	Load		Maximum m	$\Delta i$ m	factor 0.75R ó R	$\Delta i$ Actuante m	Altura m	Actuante $\Delta i/hei$	Maxímo $\Delta i/hei$	Observación
	Case/Combo	Direction								
PISO 10	espectroX Max	X	0.01861	0.00062	7	0.00434	2.6	0.00167	0.007	CUMPLE
PISO 9	espectroX Max	X	0.01924	0.00112	7	0.00783	2.6	0.00301	0.007	CUMPLE
PISO 8	espectroX Max	X	0.01812	0.00133	7	0.00928	2.6	0.00357	0.007	CUMPLE
PISO 7	espectroX Max	X	0.01679	0.00169	7	0.01184	2.6	0.00456	0.007	CUMPLE
PISO 6	espectroX Max	X	0.01510	0.00214	7	0.01498	2.6	0.00576	0.007	CUMPLE
PISO 5	espectroX Max	X	0.01296	0.00253	7	0.01770	2.6	0.00681	0.007	CUMPLE
PISO4	espectroX Max	X	0.01043	0.00284	7	0.01988	2.6	0.00765	0.007	NO CUMPLE
PISO 3	espectroX Max	X	0.00759	0.00300	7	0.02101	2.6	0.00808	0.007	NO CUMPLE
PISO2	espectroX Max	X	0.00459	0.00293	7	0.02052	2.6	0.00789	0.007	NO CUMPLE
PISO1	espectroX Max	X	0.00166	0.00166	7	0.01160	2.6	0.00446	0.007	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 45***Desplazamientos Relativos Dirección X -Cubierta semi-intensivo*

Story	Load		Maximum m	$\Delta i$ m	factor 0.75R ó R	$\Delta i$ Actuante m	Altura m	Actuante $\Delta i/hei$	Maxímo $\Delta i/hei$	Observación
	Case/Combo	Direction								
PISO 10	espectroX Max	Y	0.01522	0.00164	7	0.01148	2.6	0.00442	0.007	CUMPLE
PISO 9	espectroX Max	Y	0.01358	0.00109	7	0.00764	2.6	0.00294	0.007	CUMPLE
PISO 8	espectroX Max	Y	0.01249	0.00103	7	0.00723	2.6	0.00278	0.007	CUMPLE
PISO 7	espectroX Max	Y	0.01146	0.00122	7	0.00856	2.6	0.00329	0.007	CUMPLE
PISO 6	espectroX Max	Y	0.01023	0.00148	7	0.01035	2.6	0.00398	0.007	CUMPLE
PISO 5	espectroX Max	Y	0.00875	0.00172	7	0.01201	2.6	0.00462	0.007	CUMPLE
PISO4	espectroX Max	Y	0.00704	0.00191	7	0.01340	2.6	0.00515	0.007	CUMPLE
PISO 3	espectroX Max	Y	0.00513	0.00202	7	0.01413	2.6	0.00543	0.007	CUMPLE
PISO2	espectroX Max	Y	0.00311	0.00198	7	0.01385	2.6	0.00533	0.007	CUMPLE
PISO1	espectroX Max	Y	0.00113	0.00113	7	0.00790	2.6	0.00304	0.007	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

En las tablas presentadas de puede apreciar que en el primer tipo de cubierta verde los valores de desplazamiento relativos son aceptables por la norma (E-030 Diseño Sismorresistente) en comparación con el tipo de cubierta verde semi- intensivo donde los valores no se encuentran aceptables.

**Cortante dinámico:**

De acuerdo a la normativa vigente, el cortante dinámico no deberá ser menor al 80% del cortante estático para edificios regulares ni del 90% para edificios irregulares.

**Tabla 46***Fuerza Cortante-Dinámico sin Cubierta Verde*

Dirección	Análisis Estático			Análisis Dinámico	
	T (s)	V (Tn)	90% V(Tn)	T (s)	V (Tn)
<b>X-X</b>	0.743	173.78256	156.40431	0.813	167.8247
<b>Y-Y</b>	0.743	173.78256	156.40431	0.813	167.2098

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 47**

*Fuerza Cortante-Dinámico -Cubierta Verde Extensivo*

Dirección	Análisis Estático			Análisis Dinámico	
	T (s)	V (Tn)	90% V(Tn)	T (s)	V (Tn)
X-X	0.743	173.12333	155.811	0.827	167.8646
Y-Y	0.743	173.12333	155.811	0.827	168.2133

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 48**

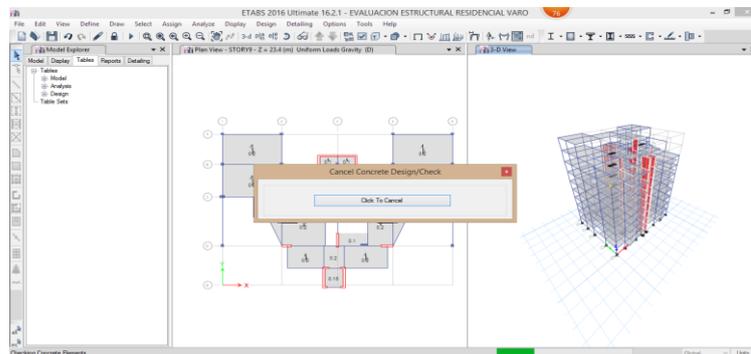
*Fuerza Cortante-Dinámico- Cubierta Verde Semi-Intensivo*

Dirección	Análisis Estático			Análisis Dinámico	
	T (s)	V (Tn)	90% V(Tn)	T (s)	V (Tn)
X-X	0.743	171.60188	154.44169	0.849	168.4289
Y-Y	0.743	171.60188	154.44169	0.849	170.152

Fuente: Elaboración Propia

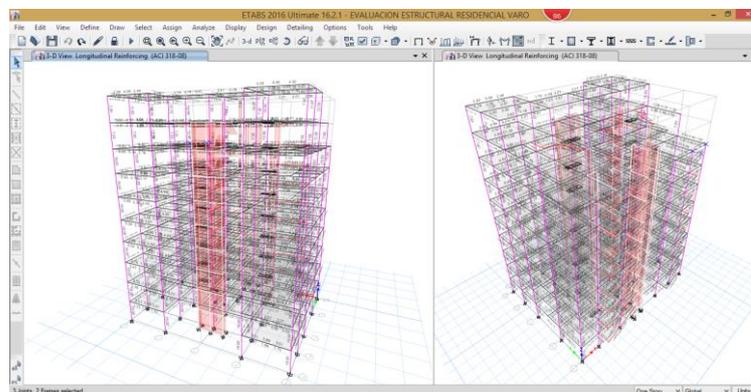
## Verificación de diseño de los elementos estructurales

**Verificación de viga y Columnas:** Para la verificación de los elementos estructurales se diseñó en el software ETABS con la carga adicional de las cubiertas verdes de tipo extensivo, de esta manera se constata que las áreas indicadas en los planos guarden relación con el diseño del modelamiento en ETABS.



**Figura 55** *Diseño Mediante ETABS*

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 56** *Diseño de Refuerzo Longitudinal*

Fuente: Elaboración Propia

## Tablas de Aceros Míminos de Diseño y Modelamiento

Column Element Details (Summary)								
Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (cm)	LLRF	Type
STORY1	C189	18	CC1-.25X.60	ENVOLVENTE	220	260	1	Sway Special
Section Properties								
b (cm)	h (cm)	dc (cm)	Cover (Torsion) (cm)					
25	60	6.006	2.813					
Material Properties								
E <sub>c</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	f' <sub>c</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	Lt.Wt Factor (Unitless)		f <sub>y</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ys</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )			
217	0.21	1		4.2	2.8			
Design Code Parameters								
Φ <sub>T</sub>	Φ <sub>CTied</sub>	Φ <sub>CSpiral</sub>	Φ <sub>Vhs</sub>	Φ <sub>Vs</sub>	Φ <sub>Vjoint</sub>			
0.9	0.7	0.7	0.85	0.85	0.85			
Axial Force and Biaxial Moment Design For P <sub>u</sub> , M <sub>u2</sub> , M <sub>u3</sub>								
Design P <sub>u</sub> tonf	Design M <sub>u2</sub> tonf-cm	Design M <sub>u3</sub> tonf-cm	Minimum M2 tonf-cm	Minimum M3 tonf-cm	Rebar Area cm <sup>2</sup>	Rebar %		
12.5241	-0.804	-105.539	28.48	41.63	15	1		

Figura 57 Diseño de Columna C1- ETABS

Tabla 49

Verificación de Columnas

NIVEL	COLUMNAS	SECCION	ACERO REAL	AREA DE ACERO REAL cm2	ACERO REQUERIDO POR ETABS	COMBINACION DE CARGA MAS DESFAVORABLE	CAPACIDAD DE TRABAJO
	A-1-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%
	B-1-C2	0.25X0.60	8ø3/4	22.96	19.18	Envolvente	84%
	C-1-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%
	D-1-C2	0.25X0.60	8ø3/4	22.96	15.00	Envolvente	65%
	E-1-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%
	A-2-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%
	B-2-C3	0.25X0.60	6ø1"+4ø5/9	38.38	26.19	Envolvente	68%
	C-2-C3	0.25X0.60	6ø1"+4ø5/9	38.38	26.19	Envolvente	68%
1°-2°-	E-2-C4	0.20*0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	12.00	Envolvente	78%
3°-4°-	E-2-C5	0.45 D	8ø3/4	22.96	15.00	Envolvente	65%
5°-6°-	B-3-C2	0.25X0.60	8ø3/4	22.96	19.18	Envolvente	84%
7°-8°-	C-3-C3	0.25X0.60	6ø1"+4ø5/9	38.38	26.19	Envolvente	68%
9°-	A-4-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%
10°	B-4-C3	0.25X0.60	6ø1"+4ø5/9	38.38	26.19	Envolvente	68%
	C-4-C3	0.25X0.60	6ø1"+4ø5/9	38.38	26.19	Envolvente	68%
	E-4-C5	0.45 D	8ø3/4	22.96	15.00	Envolvente	65%
	E-4-C4	0.20*0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	12.00	Envolvente	78%
	A-5-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%
	B-5-C2	0.25X0.60	8ø3/4	22.96	19.18	Envolvente	84%
	C-5-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%
	D-5-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%

Nota: En el cuadro adjunto se aprecia la cuantía de acero utilizado en comparación al modelamiento.

Beam Element Details (Flexural Details)								
Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (cm)	LLRF	Type
STORY1	B278	23	VP-.25X.45	ENVOLVENTE	30	500	1	Sway Special

Section Properties					
b (cm)	h (cm)	b <sub>r</sub> (cm)	d <sub>s</sub> (cm)	d <sub>st</sub> (cm)	d <sub>cb</sub> (cm)
25	45	25	0	6	6

Material Properties				
E <sub>c</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	f' <sub>c</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	Lt.Wt Factor (Unitless)	f <sub>y</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ys</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )
217	0.21	1	4.2	2.8

Design Code Parameters					
Φ <sub>T</sub>	Φ <sub>CTied</sub>	Φ <sub>CSpiral</sub>	Φ <sub>Vns</sub>	Φ <sub>Vs</sub>	Φ <sub>Vjoint</sub>
0.9	0.7	0.7	0.85	0.85	0.85

Flexural Reinforcement for Moment, M <sub>u3</sub>				
	Required Rebar cm <sup>2</sup>	+Moment Rebar cm <sup>2</sup>	-Moment Rebar cm <sup>2</sup>	Minimum Rebar cm <sup>2</sup>
Top (+2 Axis)	3.88	0	3.88	3.26
Bottom (-2 Axis)	2.52	1.89	0	2.52

Figura 58 Diseño de Vigas - ETABS

Figura 59  
Verificación de Vigas

VIGA	SECCION	ACERO REAL	AREA DE ACERO REAL cm2	ACERO REQUERIDO POR ETABS	COMBINACION DE CARGA MAS DESFAVORABLE	CAPACIDAD DE TRABAJO
Secc 1-1	0.25X0.25	5ø1/2	6.35	3.41	Envolvente	54%
Secc 2-2	0.25X0.25	5ø1/2	6.35	3.41	Envolvente	54%
Secc 3-3	0.25X0.25	6ø1/2	7.62	5.78	Envolvente	76%
Secc 4-4	0.25X0.25	6ø1/2	7.62	5.78	Envolvente	76%
Secc 5-5	0.25X0.45	4ø1/2	5.08	3.41	Envolvente	67%
Secc 6-6	0.25X0.45	5ø5/8	9.95	6.48	Envolvente	65%
Secc 7-7	0.25X0.45	5ø5/8	9.95	6.48	Envolvente	65%
Secc 8-8	0.25X0.45	4ø5/8	7.96	6.48	Envolvente	81%
Secc 9-9	0.25X0.45	4ø3/4+2ø5/8	15.46	12.20	Envolvente	79%
Secc 10-10	0.25X0.45	4ø3/4+2ø5/8	15.46	12.20	Envolvente	79%
Secc 11-11	0.25X0.45	6ø5/8	11.94	9.78	Envolvente	82%
Secc 12-12	0.25X0.45	6ø5/8	11.94	9.78	Envolvente	82%

Nota: En el cuadro adjunto se aprecia la cuantía de acero de diseño construido en comparación al modelamiento y diseño.

b. Descripción del proceso constructivo de la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales

**Diseño de cubiertas verdes:**

En función a la evaluación estructural realizada a la residencial Varo en la cual se modelo con ETABS, se muestra resultados aceptables para la aplicación de las cubiertas verdes de tipo extensivo de modo que la

edificación se encuentra dentro de los parámetros de la norma E-030  
Diseño sismorresistente

**Tabla 50**  
*Elección de Diseño*

Extensivo	Semi-Intensivo
Aceptable	No Aceptable

**Nota:** Elección de cubiertas verdes en función a la evaluación estructural Fuente: Elaboración propia

### **Requisitos de Diseño**

Estos requisitos son lineamientos basadas en experiencias e investigaciones el cual se debe de tener en cuenta en el diseño y la implementación de las cubiertas verdes

### **Resistencia y estabilidad de la estructura**

En el diseño se debe de garantizar el comportamiento adecuado de la estructura los cuales deben de estar dentro de los parámetros de las normas vigentes.

### **Seguridad**

La instalación de las cubiertas verdes debe de ejecutarse con la mayor seguridad y contando con los equipos necesarios. Se recomienda tener personal capacitado para cada una de las tareas, en el diseño se debe de dejar espacios requeridos para las inspecciones, mantenimientos y o reparaciones algunas que pudieran suscitar en la vida de las cubiertas verdes.

### **Impermeabilidad**

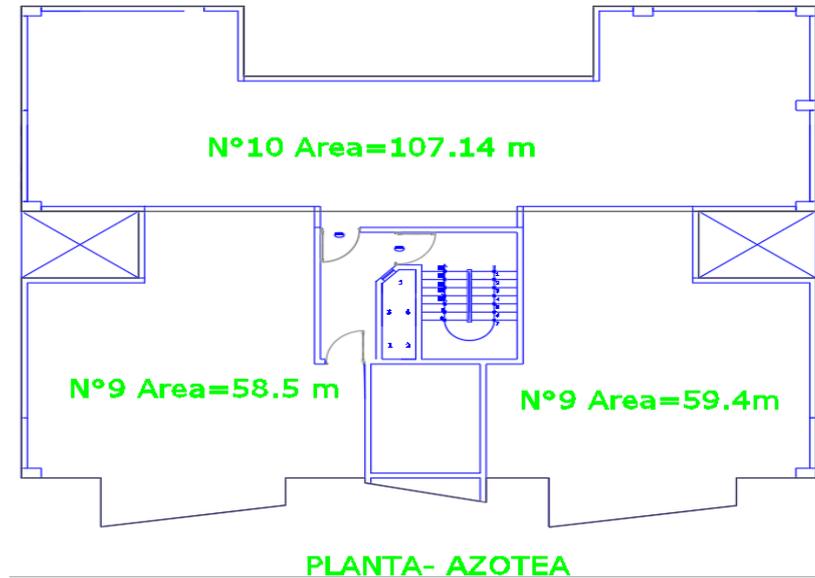
Las cubiertas verdes deben de garantizar en un 100% el impedimento al paso del agua a la estructura

### **Resistencia a la penetración de raíces**

En el diseño se debe de garantizar que las raíces de las plantas no penetren la capa de impermeabilización, evitando de esta manera daños posibles a la estructura.

## Diseño de Cubiertas Verdes- Residencia Varo

**Selección del área:** Para la implementación de las cubiertas verdes se tomó la loza de la azotea. En la cual se tiene un área de 225m<sup>2</sup> a implementar el cual cuenta con drenajes para la libre circulación del agua.



**Figura 60** Plano de Planta 10° Nivel  
Fuente: Elaboración Propia

## Selección de componentes

Diversas investigaciones consideran varios componentes para la instalación de las cubiertas verdes. En esta investigación se presentará acorde nuestro mercado.



**Figura 61** Diseño de Cubierta Verde  
Fuente: Elaboración Propia

**Soporte Estructural:** Las vigas, losas entre otros elementos estructurales quienes están conectados entre si, son los que cumplirá la función de transmitir las cargas de las cubiertas verdes a la edificación y la edificación transmitirá estas cargas al terreno natural. Es por ello

que se requiere de una evaluación estructural. Por otra parte, la losa donde se pretende instalar las cubiertas verdes debe de tener pendientes como mínimo de 3%.

**Desagües:** Para la instalación de las cubiertas verdes en edificaciones se debe de contar con drenaje, por donde se permitirá la circulación de las aguas estancadas

**Membrana impermeabilizante:** Esta membrana cuya función fundamental es evitar el paso del agua de la capa drenante. Y así evitar problemas futuros de filtraciones. Las características que debe de presentar estas membranas son:

- ✓ Resistencia a los rayos ultravioleta
- ✓ Resistencia a las variaciones de temperatura
- ✓ Resistencia a los microorganismos
- ✓ Alta resistencia al punzonamiento

Existen varias alternativas de impermeabilización como plásticas, líquidas y también en tipo de mantas

Para este diseño se usó geomembranas de polietileno de espesores como de 1.2 mm

**Membrana anti-raíces:** Esta membrana tiene como trabajo fundamental evitar el crecimiento excesivo de las raíces de las plantas, impidiendo el paso hacia la estructura de la edificación por tal motivo deben de ser resistentes y estables para un trabajo óptimo, en el mercado existen variedades de estas membranas más conocidas como geotextiles de fibras poliméricas y se dividen en 2 grupos

**No Tejidos:** Estas membranas filtran el agua y son una barrera para las raíces pequeñas.

**Tejidos:** Este tipo de membrana poseen una capacidad permeable muy baja y son de alta resistencia a la presión

las características más representativas que posee esta membrana tenemos:

- ✓ Alta resistencia a la humedad y a los microorganismos.
- ✓ Alta resistencia a la compresión para soportar las demás cargas de las cubiertas verdes.
- ✓ Baja conductividad térmica
- ✓ Capaz de mantener las altas propiedades aislantes.
- ✓ Alta resistencia al punzonamiento, y evitar el paso de las raíces arbóreas

**Sistema de Drenaje:** Esta membrana es la siguiente capa, es el encargado quien recibe todo el exceso de agua, ya sea por riego diario o las precipitaciones del año, también cumple la función de almacenar agua en bajas cantidades para dar una humedad adecuada al sustrato y las plantas.

**Capa filtrante:** Esta capa filtrante es similar a una tela o también llamada geo textil el cual permite el flujo de agua a la capa de drenaje de la cubierta verde, por otra parte, esta capa impide que el sustrato se arrastrado o expulsado como también el paso de partículas inorgánicas. En esencia esta capa sostiene el sustrato y permite el flujo de agua de forma muy adecuada protegiendo de esta manera las capas inferiores.

**Accesorios:** luego de la capa filtrante se instala todos los sistemas referentes a riego, iluminaciones y tomacorrientes para realizar sus mantenimientos adecuados. Para luego colocar el sustrato.

**Capa de sustrato** Esta capa de sustrato es un compuesto sólido el cual otorga una estructura estable para que las raíces de las plantas estén ancladas al sustrato. Por otra parte, esta capa brinda nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Este material debe de ser

ligero y el cual permita el ingreso de aire y debe de tener buena retención de agua, varias investigaciones recomiendan que el sustrato debe de poseer entre un 70-80% de material inorgánico y un 20 – 30% de material orgánico (composta de desechos orgánicos).

**Capa de Vegetación:** es el componente principal ya que es la parte que nos brinda mayor cantidad de beneficios a la edificación como también al medio ambiente. Para esta capa de vegetación se debe de elegir las variedades de plantas las cuales deben de ser elegidas teniendo en consideración el tipo de cubierta y las características de las raíces. Por otra parte, el tipo de vegetación dependerá en su mayoría por el clima local, los vientos, luz solar o sombra, precipitación y temperatura;

**Funcionamiento de la cubierta verde:** El funcionamiento de las cubiertas verdes se puede apreciar durante el proceso de las lluvias, por donde el agua a través de las plantas llega al sustrato el cual logra almacenar una cantidad requerida, luego llega el punto de saturación para llegar a la capa de filtración donde se separa de los agregados finos del agua. Luego cae sobre el drenaje en esta capa se almacena agua por sus cavidades hasta llegar un límite para luego caer a la capa impermeable el cual cuenta con una pendiente mínima que conduce el agua hacia los drenajes.

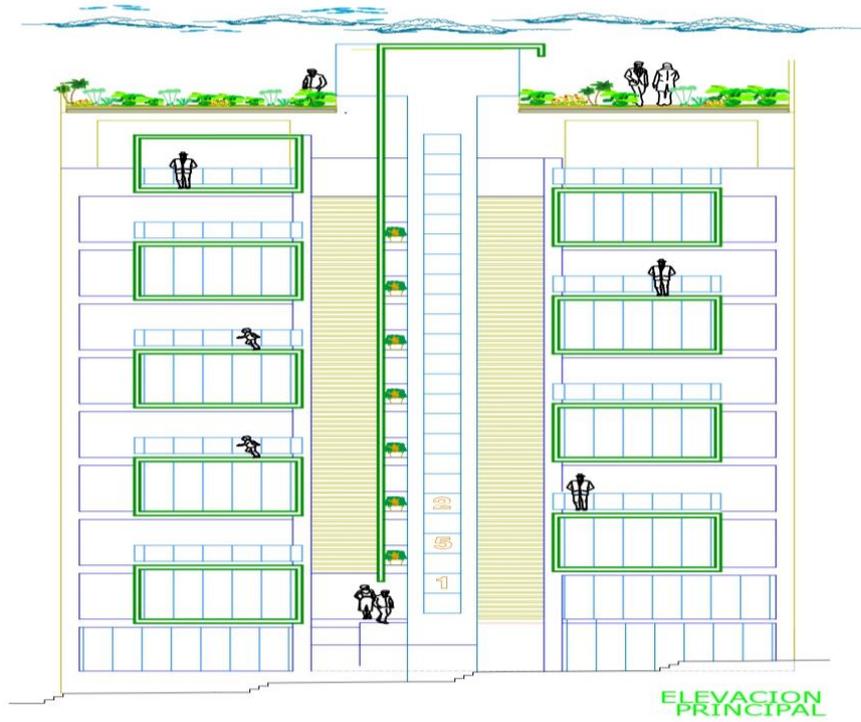
### **Mantenimiento**

En su mayoría las cubiertas verdes requieren de mantenimiento especiales en donde la vegetación es el principal parámetro que determina la frecuencia de los mantenimientos es por ello que se debe de plantear un buen sistema de riego el cual traerá beneficios óptimos dentro de ello tenemos tres sistemas los cuales son:

- Riego por aspersión:
- Riego por goteo.
- Riego superficial:



**Figura 62** *Diseño de Cubiertas Verdes -Residencial Varo-Planta*  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 63** *Diseño de Cubierta Verde. -Elevación*  
Fuente: Elaboración Propia

### **Instalación de prototipo de cubiertas verdes**

Para evaluar los efectos térmicos que brindan la instalación de cubiertas verdes se realizó un prototipo de 15 metros cuadrados de cubierta verde en una edificación en la ciudad de Huancayo para ello se describe el procedimiento constructivo.

#### **a) Cercado del área a implementar la cubierta verde**

Para la implementación de las cubiertas verdes se realizó un cercado donde se instaló el sistema.



**Figura 64** *Área de Instalación*  
Fuente: Elaboración Propia

#### **b) Instalación de geomembrana -Impermeabilización del área**

Para esta actividad se adquirió geomembrana de 1 mm de PVC ya que los demás espesores no se encuentran en nuestra provincia la adquisición de este material fue en un área total de 15 m<sup>2</sup>.



**Figura 65** *Impermeabilización del área*  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 66** *Actividad de Impermeabilización*  
Fuente: Elaboración Propia

### c) Prueba de Estanquidad

La actividad sirve para verificar si existe alguna fuga de agua en la geomembrana de PVC el cual pudiera afectar a la estructura.



**Figura 67** *Prueba de Estanquidad*  
Fuente: Elaboración Propia

### d) Instalación de Sistema de drenaje

se colocó la capa filtradora la cual tiene la función de retener una cantidad de agua para el beneficio de las plantas.



**Figura 68** *Instalación de Geomembrana*  
Fuente: Elaboración Propia

### e) Instalación de Geotextil -Capa filtrante

En esencia esta capa sostiene el sustrato y permite el flujo de agua de forma muy adecuada protegiendo de esta manera las capas inferiores para esta capa filtrante se adquirió en un total de 15 m<sup>2</sup>



**Figura 69** *Instalación de capa Filtrante – Geotextil*  
Fuente: Elaboración Propia

### f) Capa de sustrato

Esta capa de sustrato es la que brinda mayor estabilidad a las raíces de las plantas. cabe resaltar que el sustrato brinda los nutrientes necesarios para las plantas quienes conforman la capa de vegetación.



**Figura 70** *Instalación de Capa de Sustrato*  
Fuente: Elaboración Propia



**Figura 71** *Instalación de Estrato*  
Fuente: Elaboración Propia

### g) Capa de vegetación

la capa del sustrato el cual le da estabilidad a las raíces de las plantas se pasa a elegir las diferentes variedades fueron elegidos dependiendo el clima.



**Figura 72** *Instalación Culminada*  
Fuente: Elaboración Propia

### c. Efectos térmicos que genera la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales

**Generación de Efectos:** Los beneficios que genera la implementación las cubiertas verdes son innumerables cabe resaltar que van desde beneficios ambientales, sociales como también técnicos, en la presente investigación se dará a conocer beneficios técnicos en relación a la eficiencia térmica, para ellos en el objetivo anterior se instaló un prototipo donde se evaluó el comportamiento de la temperatura ambiente como temperatura de la losa. Para ello se contó con dos equipos los cuales son:

- **Termo Higrómetro** Este equipo sirve para medir la temperatura ambiente y también la humedad relativa. Con el cual se uso para obtener los datos de la implementación de cubierta verde de tipo extensivo



**Figura 73** Termo-Higrómetro CX-301C  
Fuente: Elaboración Propia

### **Especificaciones del producto**

- Marca westminster-cx-301c
- Rango temperatura ambiente  $-50^{\circ}\text{C}$ - $+70^{\circ}\text{C}$  ( $-58^{\circ}\text{F}$ - $+158^{\circ}\text{F}$ )
  - Exactitud de medición de temperatura:  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  (1.8F)
  - Resolución de la temperatura:  $0.1^{\circ}\text{C}$  (0.2F)
  - Precisión de medición de humedad: 10% RH-99%RH
  - Resolución de humedad: 1%
  - Batería usada AAA 1.5V
- **Termómetros laser**

INFRARED THERMOMETER Marca-HOLDPEACK Es un termómetro infrarrojo sin contacto mide a través de la radiación infrarroja de un cuerpo u objeto.. El termómetro infrarrojo solo mide la temperatura superficial de una superficie, es ideal para medir la temperatura sin contacto. Esto permite medir temperaturas entre  $-30$  y  $+420$  °C. El termómetro infrarrojo brinda resultado de medición, entre 1 s y 10  $\mu\text{s}$ .



**Figura 74** Termómetro Infrarrojo  
Fuente: Elaboración Propia

La toma de datos fue en un tiempo de 30 días evaluando las temperaturas de la losa aligerada como también la temperatura ambiente de la habitación. Dichas mediciones fueron en dos escenarios, sin cubierta verde en un lapso de tiempo de 15 días y con cubierta verde un lapso adicional de 15 días. Donde se tomó datos en intervalos de 1.5 horas, los datos fueron tomados en función a la temperatura de la losa aligerada utilizando el termómetro infrarrojo, y la temperatura ambiente de la habitación para ellos se utilizó el higrómetro.

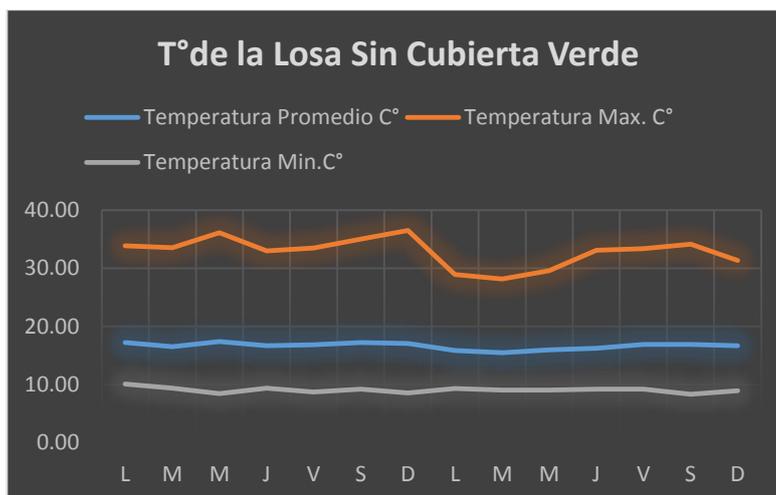
a) **Temperatura de Losa Aligerada-sin cubierta verde**

En la tabla adjunta se puede apreciar el comportamiento de la temperatura de la losa aligerada en el primer escenario cual fue tomado con el termómetro infrarrojo desde el 8 de julio hasta 22 de julio del 2019, el procedimiento de la toma de los datos fue por 1.5 horas y en 5 puntos diferentes de la losa, por consiguiente, se sacó un promedio por hora, para luego procesar los datos en función a la temperatura promedio, temperaturas máximas y mínimas respectivamente.

**Tabla 51**  
*Temperatura Losa Aligerada*

<b>Días</b>	<b>Temperatura Promedio C°</b>	<b>Temperatura Max. C°</b>	<b>Temperatura Mín. C°</b>
<b>L</b>	17.24	33.88	10.10
<b>M</b>	16.52	33.52	9.38
<b>M</b>	17.43	36.10	8.46
<b>J</b>	16.70	32.98	9.36
<b>V</b>	16.86	33.46	8.72
<b>S</b>	17.23	35.02	9.22
<b>D</b>	17.05	36.52	8.58
<b>L</b>	15.85	28.92	9.32
<b>M</b>	15.46	28.14	9.08
<b>M</b>	15.99	29.60	9.08
<b>J</b>	16.25	33.10	9.22
<b>V</b>	16.88	33.36	9.20
<b>S</b>	16.93	34.14	8.34
<b>D</b>	16.67	31.34	8.96

**Nota:** Taba con datos T°Prom., T°max.,T°min.-sin Cubierta verde.  
Fuente: Elaboración propia



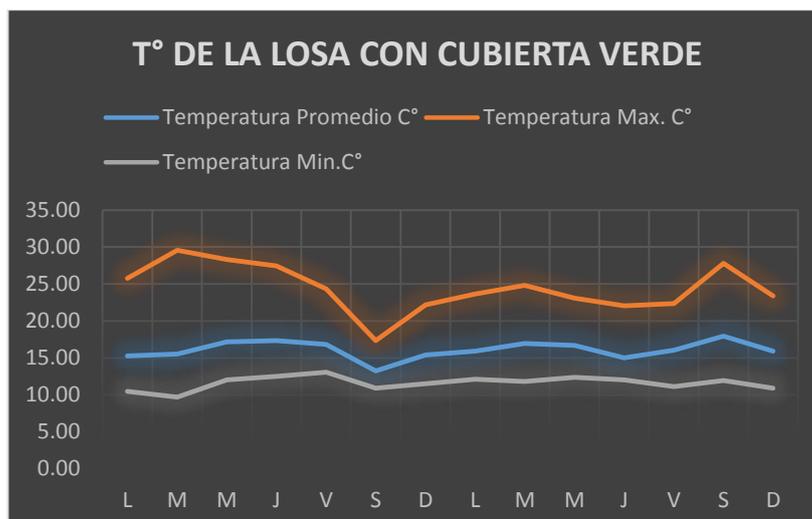
**Figura 75** T° de la Losa -Sin Cubierta Verde  
Fuente: Elaboración propia

**Temperatura de losa aligerada-con cubierta verde** En la tabla presentada se puede apreciar el comportamiento de la temperatura de la losa el cual fue tomado con el termómetro laser desde el 29 de julio hasta 12 de agosto del 2019, el procedimiento de la toma de los datos fue por 1.5 horas en 5 puntos diferentes de la losa, por consiguiente, se sacó un promedio por hora, para luego procesar los datos en función a la temperatura promedio, temperaturas máximas y mínimas respectivamente

**Tabla 52**  
T° Losa Aligerada-Cubierta Verde Extensivo

Días	Temperatura Promedio C°	Temperatura Max. C°	Temperatura Min. C°
L	15.29	25.76	10.46
M	15.53	29.56	9.72
M	17.17	28.32	12.04
J	17.34	27.44	12.50
V	16.85	24.36	13.06
S	13.43	20.32	10.92
D	15.42	22.20	11.50
L	15.92	23.64	12.12
M	16.96	24.80	11.80
M	16.70	23.08	12.40
J	15.01	22.06	12.04
V	16.04	22.34	11.12
S	17.95	27.78	11.96
D	15.94	23.38	10.92

**Nota:** Tabla con datos T°Prom., T°max.,T°min.-Cubierta verde Tipo Extensivo  
Fuente: Elaboración propia



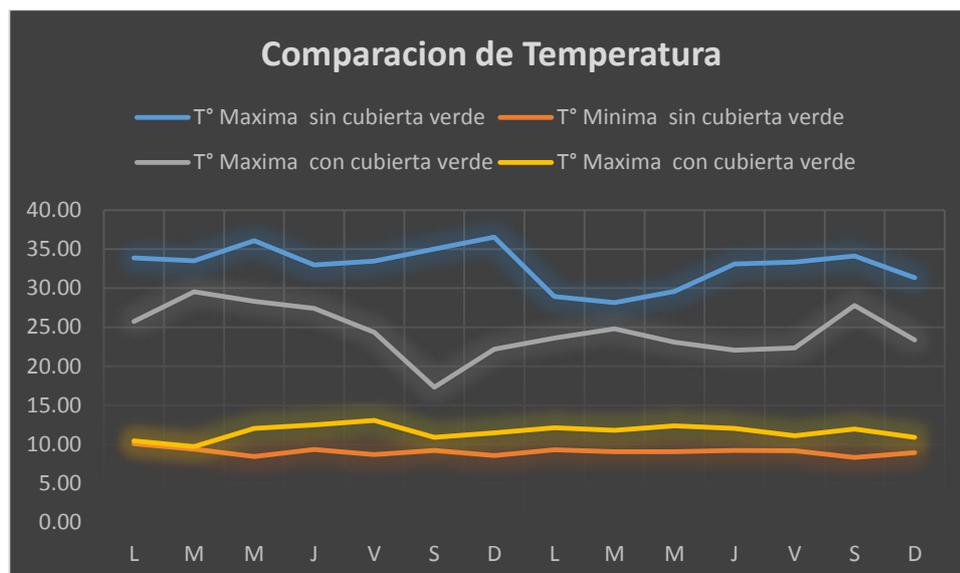
**Figura 76** *T° de la Losa - Cubierta Verde Extensiva*  
Fuente: Elaboración propia

**Comparación de Temperaturas de la Azotea:** En las tablas adjunta se realiza la comparación de las temperaturas de la losa aligerada en los dos escenarios, sin cubierta verde y con cubierta verde.

**Tabla 53**  
*T° de la Losa Aligerada en los dos Escenarios*

Días	T° Máxima sin cubierta verde	T° Mínima sin cubierta verde	T° Máxima con cubierta verde	T° Máxima con cubierta verde
L	33.88	10.10	25.76	10.46
M	33.52	9.38	29.56	9.72
M	36.10	8.46	28.32	12.04
J	32.98	9.36	27.44	12.50
V	33.46	8.72	24.36	13.06
S	35.02	9.22	17.34	10.92
D	36.52	8.58	22.20	11.50
L	28.92	9.32	23.64	12.12
M	28.14	9.08	24.80	11.80
M	29.60	9.08	23.08	12.40
J	33.10	9.22	22.06	12.04
V	33.36	9.20	22.34	11.12
S	34.14	8.34	27.78	11.96
D	31.34	8.96	23.38	10.92

**Nota:** Tabla con datos de las T°max.,T°min.- en los dos escenarios  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 77** T° de la Losa - Cubierta Verde Extensiva  
Fuente: Elaboración propia

En la tabla mostrada anteriormente se puede apreciar el comportamiento de la temperatura de la losa en los dos escenarios: sin implementar las cubiertas verdes y implementando las cubiertas verdes donde las temperaturas máximas y tiene variaciones considerables para ello se realizó una prueba estadística denominada T student a los datos promedios de temperatura en los 2 escenarios.

**Tabla 54**  
*Temperaturas Promedio - losa*

Dias	Temperatura Promedio C°1	Temperatura Promedio C°2
L	17.24	15.29
M	16.52	15.53
M	17.43	17.17
J	16.70	17.34
V	16.86	16.85
S	17.23	13.24
D	17.05	15.42
L	15.85	15.92
M	15.46	16.96
M	15.99	16.70
J	16.25	15.01
V	16.88	16.04
S	16.93	17.95
D	16.67	15.94

**Nota:** Tabla con datos de las Promedio en los dos escenarios  
Fuente: Elaboración propia

### Prueba de significancia T estudent

En la tabla adjunta se presenta los resultados de T student el cual fue aplicado a los valores promedios de temperatura para validar que las diferencias son significativas para ello el valor de P debería de ser

inferior a 0.05 y de este modo los valores tienen valor de significación lo que se adjudica a la implementación de las cubiertas verdes.

**Tabla 55**  
*Prueba de T student*

	<i>Temperatura Promedio C°1</i>	<i>Temperatura Promedio C°2</i>
Media	16.6453	15.2875
Grados de libertad	13	
Estadístico t	8.8377	
P(T<=t) dos colas	7.39E-07	
Valor crítico de t (dos colas)	2.1604	

Fuente: Elaboración propia

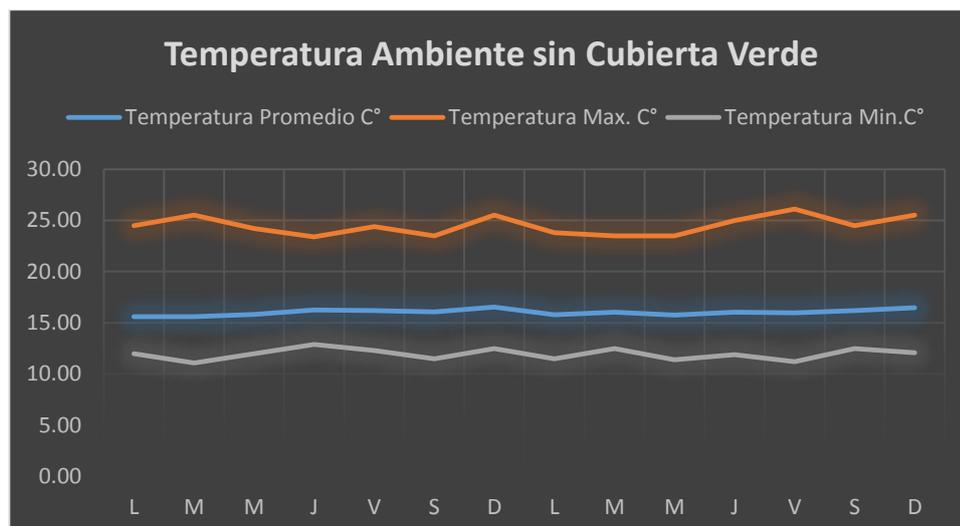
### **Evaluación de T° ambiente sin cubierta verde**

En la presente tabla se puede apreciar el comportamiento de la temperatura ambiente el cual fue tomado con un higrómetro desde el 8 hasta 22 de julio del 2019, el procedimiento de la toma de los datos fue por cada hora y media los cuales fueron procesados de la siguiente manera

**Tabla 56**  
*T° Ambiente sin Cubierta Verde*

Días	Temperatura Promedio C°	Temperatura Max. C°	Temperatura Min.C°
L	16.60	24.50	12.00
M	16.62	25.50	11.10
M	16.84	24.20	12.00
J	17.27	23.40	12.90
V	17.21	24.40	12.30
S	17.08	23.50	11.50
D	17.53	25.50	12.50
L	16.79	23.80	11.50
M	17.03	23.50	12.50
M	16.77	23.50	11.40
J	17.06	25.00	11.90
V	16.97	26.10	11.20
S	17.21	24.50	12.50
D	17.48	25.50	12.10

**Nota:** Tabla con datos de las T°max.,T°min.- en los dos escenarios  
Fuente: Elaboración propia



**Figura 78** *T° Ambiente sin Cubierta Verde*  
Fuente: Elaboración propia

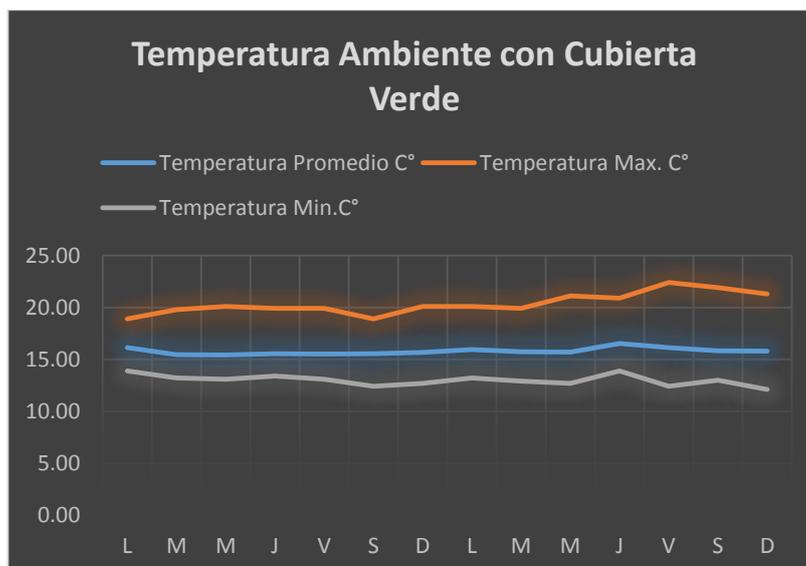
### Evaluación de T° Ambiente con cubierta verde

En la presente tabla se puede apreciar el comportamiento de la temperatura ambiente desde el 29 de julio hasta 12 de agosto del 2019, el procedimiento de la toma de los datos fue por hora y media y por consiguiente, se sacó un promedio, para luego procesar los datos en función a la temperatura promedio, temperaturas máximas y mínimas respectivamente

**Tabla 57**  
*T° Ambiente Con Cubierta Verde*

Días	Temperatura Promedio C°	Temperatura Max. C°	Temperatura Min. C°
L	16.14	18.90	13.90
M	15.46	19.80	13.20
M	15.43	20.10	13.10
J	15.55	19.90	13.40
V	15.53	19.90	13.10
S	15.54	18.90	12.40
D	15.67	20.10	12.70
L	15.94	20.10	13.20
M	15.73	19.90	12.90
M	15.69	21.10	12.70
J	16.54	20.90	13.90
V	16.13	22.40	12.40
S	15.84	21.90	13.00
D	15.78	21.30	12.10

Fuente: Elaboración propia



**Figura 79** *T° con cubierta verde*  
Fuente: Elaboración propia

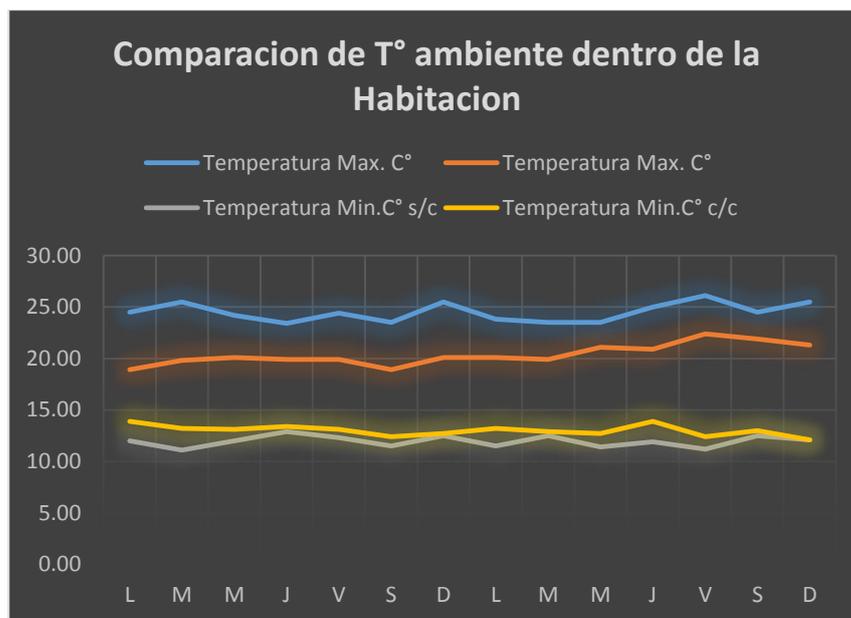
### Comparación de Temperaturas Ambiente:

En la tabla adjunta se presenta el comportamiento de la temperatura ambiente en los dos escenarios en la que se puede apreciar que las temperaturas varían mejorando el confort térmico de la habitación

**Tabla 58**  
*Variación de Temperaturas en la Habitación*

Días	Temperatura Max. C°	Temperatura Max. C°	Temperatura Min. C° s/c	Temperatura Min. C° c/c
L	24.50	18.90	12.00	13.90
M	25.50	19.80	11.10	13.20
M	24.20	20.10	12.00	13.10
J	23.40	19.90	12.90	13.40
V	24.40	19.90	12.30	13.10
S	23.50	18.90	11.50	12.40
D	25.50	20.10	12.50	12.70
L	23.80	20.10	11.50	13.20
M	23.50	19.90	12.50	12.90
M	23.50	21.10	11.40	12.70
J	25.00	20.90	11.90	13.90
V	26.10	22.40	11.20	12.40
S	24.50	21.90	12.50	13.00
D	25.50	21.30	12.10	12.10

Fuente: Elaboración propia



**Figura 80** Comportamiento de La T° en la Habitación  
 Fuente: Elaboración propia

En la tabla mostrada anteriormente se puede apreciar el comportamiento de la temperatura ambiente en los dos escenarios: sin implementar las cubiertas verdes e implementando las cubiertas verdes donde las temperaturas máximas y tiene variaciones considerables para ello se realizó una prueba estadística denominada T student a los datos promedios de temperatura en los 2 escenarios.

**Tabla 59**  
 Temperatura Promedio

Días	Temperatura Promedio C°1	Temperatura Promedio C°2
L	16.60	16.14
M	16.62	15.46
M	16.84	15.43
J	17.27	15.55
V	17.21	15.53
S	17.08	15.54
D	17.53	15.67
L	16.79	15.94
M	17.03	15.73
M	16.77	15.69
J	17.06	16.54
V	16.97	16.13
S	17.21	15.84
D	17.48	15.78

Fuente: Elaboración propia

## Prueba de significancia T estudent

En la tabla adjunta se presenta los resultados de T student el cual fue aplicado a los valores promedios de temperatura para validar que las diferencias son significativas para ello el valor de P debería de ser inferior a 0.05 y de este modo los valores tienen valor de significación lo que se adjudica a la implementación de las cubiertas verdes.

**Tabla 60**  
*Prueba de T student*

	Temperatura Promedio C°1	Temperatura Promedio C°2
Media	17.03303571	15.78392857
Grados de libertad	13	
Estadístico t	10.37409067	
P(T<=t) dos colas	1.17304E-07	
Valor crítico de t (dos colas)	2.160368656	

Fuente: Elaboración propia

## Costo de la instalación

Para la investigación se realizó la adquisición de los materiales para la implementación de la cubierta verde de tipo extensivo para ello se detalla a continuación cada uno de los materiales.

**Tabla 61**  
*Costo de instalación*

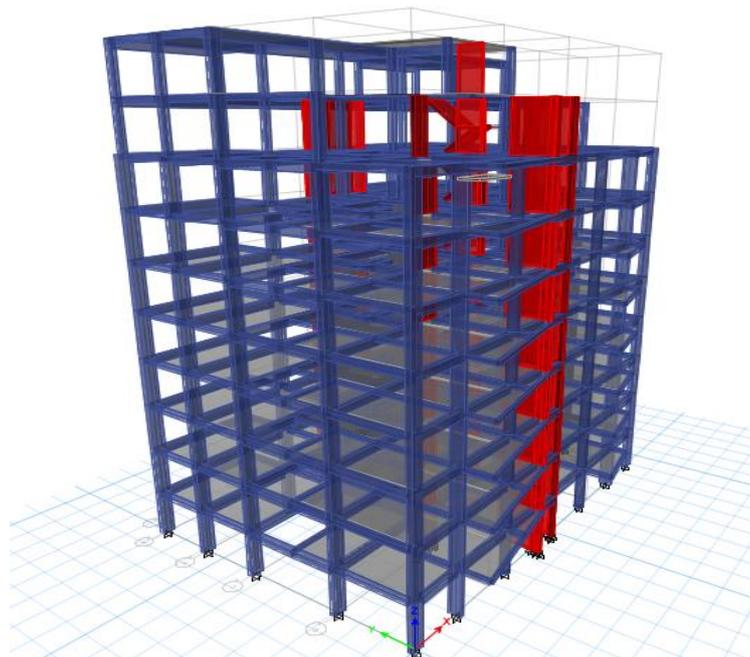
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO(S/.)
1	Capa Impermeabilización, geomembrana PVC	m2	14.00
2	Capa de drenante-Geodren	m2	22.00
2	Capa filtrante -Geotextil	m2	7.00
3	Capa del estrato (tierra de chacra, humus, compost, inertes)	m3	20.00
4	Capa de vegetación	m2	10.00
5	Sistema de riego manual	m2	5.00
6	Otros (diseño, transporte, etc)	glb	20.00
	<i>Precio total por metro cuadrado</i>	<i>m2</i>	<i>98.00</i>

Fuente: Elaboración propia

## 4.2. General

### **Evaluación estructural en edificaciones residenciales para la implementación de cubiertas verdes en la ciudad de Huancayo**

En la investigación se buscó tener una respuesta adecuada en función a la normativa vigente. Donde la estructura fue sometida a una evaluación estructural mediante una ficha de inspección técnica donde no se encontró deficiencias estructurales y se puede apreciar en el anexo 01. Se realizó ensayos para verificar su resistencia a la compresión del concreto, como se puede apreciar en el anexo 02, como también el modelado de la estructura en el software ETABS 2016 donde se modeló respetando los planos estructurales de la edificación, teniendo en consideración las características de las columnas, vigas, placas, y la losa aligerada., culminada la modelación se pasó a realizar un análisis estático y un análisis dinámico donde se aprecia el comportamiento de la estructura adicionado cargas las cuales son provenientes de las cubiertas verdes. Las cuales varían en función al tipo. También se realizó el diseño de los elementos estructurales para verificar la cuantía de acero ejecutado en obra y el nuevo diseño incrementando la carga de cubierta verde de tipo extensivo. .



**Figura 81** Modelación de la estructura

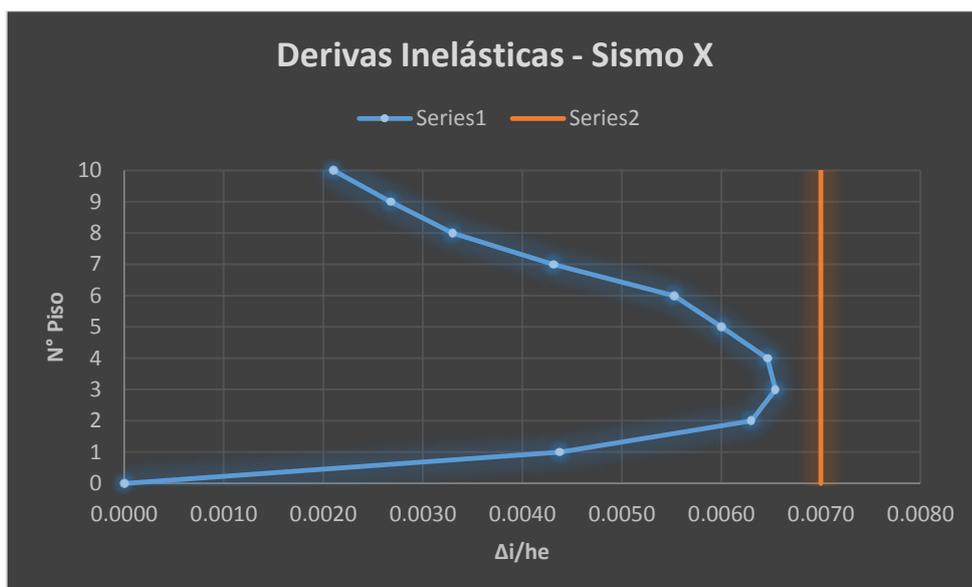
Fuente: Elaboración propia

En la figura adjunta se puede apreciar el comportamiento de la estructura sin cargas adicionales en dirección X donde cumple los parámetros establecidos por la norma de diseño sismorresistente.



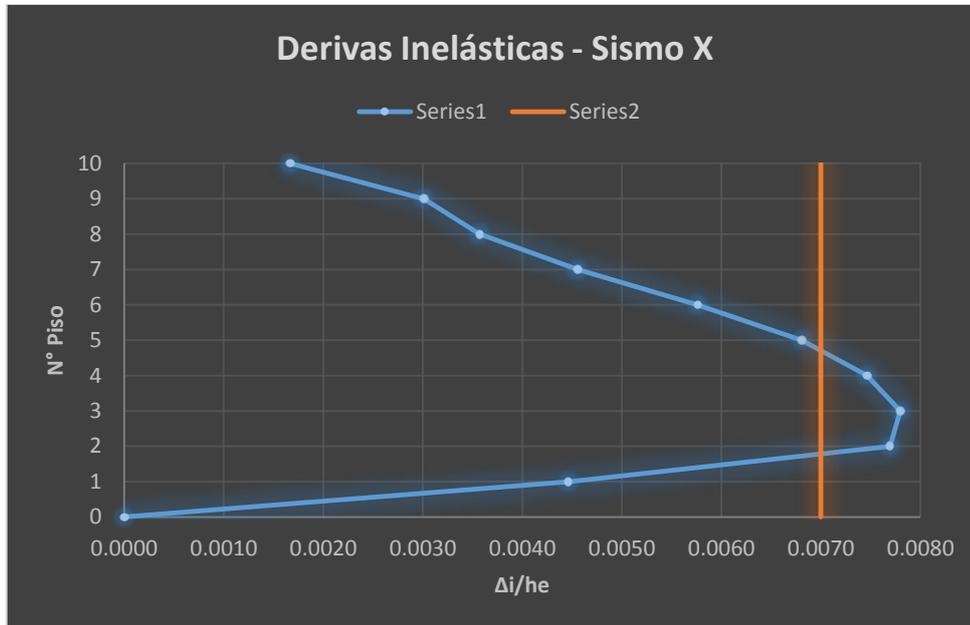
**Figura 82** Deriva de la edificación sin cargas  
Fuente: Elaboración propia-

En la figura adjunta se puede apreciar el comportamiento de la estructura con cargas adicionales producto de las cubiertas verdes de tipo extensivo en dirección X donde cumple los parámetros establecidos por la norma de diseño sismorresistente



**Figura 83** Deriva con cubierta extensiva  
Fuente: Elaboración propia-

Se puede apreciar el comportamiento de la estructura con cargas adicional producto de las cubiertas verdes de tipo semi intensivo en dirección X donde no cumple los parámetros establecidos por la norma de diseño sismorresistente



**Figura 84** Deriva con cubierta semi intensiva  
Fuente: Elaboración propia-

### Elementos estructurales

La modelación de la edificación se realizó teniendo en cuenta todas las características de los elementos estructurales plasmadas en los planos de la residencial y se diseñó con ayuda del ETABS para luego compararlos y obtener una ratio para determinar la capacidad de trabajo.

**Tabla 62**  
*Ratio de trabajo Vigas*

VIGA	SECCION	ACERO REAL	AREA DE ACERO REAL cm2	ACERO REQUERIDO POR ETABS	COMBINACION DE CARGA MAS DESFAVORABLE	CAPACIDAD DE TRABAJO
Secc 1-1	0.25X0.25	5ø1/2	6.35	3.41	Envolvente	54%
Secc 2-2	0.25X0.25	5ø1/2	6.35	3.41	Envolvente	54%
Secc 3-3	0.25X0.25	6ø1/2	7.62	5.78	Envolvente	76%
Secc 4-4	0.25X0.25	6ø1/2	7.62	5.78	Envolvente	76%
Secc 5-5	0.25X0.45	4ø1/2	5.08	3.41	Envolvente	67%
Secc 6-6	0.25X0.45	5ø5/8	9.95	6.48	Envolvente	65%
Secc 7-7	0.25X0.45	5ø5/8	9.95	6.48	Envolvente	65%
Secc 8-8	0.25X0.45	4ø5/8	7.96	6.48	Envolvente	81%
Secc 9-9	0.25X0.45	4ø3/4+2ø5/8	15.46	12.20	Envolvente	79%

Secc 10-10	0.25X0.45	4ø3/4+2ø5/8	15.46	12.20	Envolvente	79%
Secc 11-11	0.25X0.45	6ø5/8	11.94	9.78	Envolvente	82%
Secc 12-12	0.25X0.45	6ø5/8	11.94	9.78	Envolvente	82%

Fuente: Elaboración propia-

**Tabla 63**

*Ratio de trabajo de Columnas*

NIVEL	COLUMNAS	SECCION	ACERO REAL	AREA DE ACERO REAL cm2	ACERO REQUERIDO POR ETABS	COMBINACION DE CARGA MAS DESFAVORABLE	CAPACIDAD DE TRABAJO
	A-1-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%
	B-1-C2	0.25X0.60	8ø3/4	22.96	19.18	Envolvente	84%
	C-1-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%
	D-1-C2	0.25X0.60	8ø3/4	22.96	15.00	Envolvente	65%
	E-1-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%
	A-2-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%
	B-2-C3	0.25X0.60	6ø1"+4ø5/9	38.38	26.19	Envolvente	68%
	C-2-C3	0.25X0.60	6ø1"+4ø5/9	38.38	26.19	Envolvente	68%
1°-2°-	E-2-C4	0.20*0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	12.00	Envolvente	78%
3°-4°-	E-2-C5	0.45 D	8ø3/4	22.96	15.00	Envolvente	65%
5°-6°-	B-3-C2	0.25X0.60	8ø3/4	22.96	19.18	Envolvente	84%
7°-8°-	C-3-C3	0.25X0.60	6ø1"+4ø5/9	38.38	26.19	Envolvente	68%
9°-							
10°	A-4-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%
	B-4-C3	0.25X0.60	6ø1"+4ø5/9	38.38	26.19	Envolvente	68%
	C-4-C3	0.25X0.60	6ø1"+4ø5/9	38.38	26.19	Envolvente	68%
	E-4-C5	0.45 D	8ø3/4	22.96	15.00	Envolvente	65%
	E-4-C4	0.20*0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	12.00	Envolvente	78%
	A-5-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%
	B-5-C2	0.25X0.60	8ø3/4	22.96	19.18	Envolvente	84%
	C-5-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%
	D-5-C1	0.25X0.60	4ø3/4+2ø5/8	15.46	15.00	Envolvente	97%

Fuente: Elaboración propia

Incrementando las cargas por las cubiertas verde de tipos extensivo se puede apreciar en los cuadros anteriores que están trabajando por bajo del 100% de su capacidad lo cual indica que su comportamiento es adecuado para su implementación de las cubiertas verdes.

## **CAPITULO V**

### **DISCUSION DE RESULTADOS**

Culminada la investigación basados en antecedentes nacionales e internacionales, normativas y cálculos se precisa lo siguiente

#### **Discusiones específicas**

- a. Respecto a la primera hipótesis específica: El comportamiento de los parámetros estructurales de la edificación incrementando cargas distribuidas en función al tipo de cubierta presento resultados aceptables para el tipo extensivo donde no rebasa los límites de distorsión del entrepiso de 0.007 y se afirma que la edificación cuenta con capacidad plena para soportar carga gravitacionales y sísmicas por lo que se mantiene dentro de los límites de la normas de diseño sismorresistente de este modo se acepta la hipótesis planteada en la investigación dicha hipótesis guarda relación directa con la investigación de Acuña Parera, Rubén y Estévez Oran, Carlos, en la tesis titulada factibilidad ,diseño e instalación de un techo verde en el edificio de postgrado de la Universidad Católica André Bello en Caracas. Donde afirmo. Tomando en cuenta la carga aportada para la instalación de un techo verde en distintas zonas de la azotea, fueron evaluados los parámetros estructurales y arquitectónicos de la edificación mediante un análisis apoyada en ETABS. comparando el modelo computacional con el diseño original concluyendo que el edificio se encuentra óptimo para poder recibir cargas.

- b. **Respecto a la segunda hipótesis específica:** En este acápite se buscó la implementación acorde a la respuesta estructural de la edificación. El diseño planteado fue de tipo cubierta extensiva por tener una carga que 150kg/m<sup>2</sup> en condiciones saturada de esta manera se acepta la hipótesis planteada en la investigación en la cual afirmamos la factibilidad del proceso constructivo de la implantación de cubiertas verdes de tipo extensiva para lo cual se presenta planos generales de planta y elevación de esta manera se relacionado con la hipótesis de la investigación de: Acuña Parera, Rubén y Estévez Oran, Carlos, en la tesis titulada factibilidad ,diseño e instalación de un techo verde en el edificio de postgrado de la Universidad Católica André Bello en Caracas afirmando que las cargas consideradas más favorables fue la de cubiertas verdes de tipo extensivo debido a que se trata de una edificación existente el cual cuenta con muchos años de antigüedad pues afirma también que no es favorable superar su capacidad resistente de diseño. (Acuña & Estevez, 2013)
- c. **Respecto a la tercera hipótesis específica** En esta parte de la investigación se buscó conocer los efectos térmicos que genera la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales. Cabe resaltar que los efectos varían en muchos aspectos que van desde lo social, ambiental y técnicos esta tecnología de cubiertas verdes representa una nueva tendencia en el planeamiento de construcciones sustentables por ser una fusión de estructuras construidas por el hombre y los procesos naturales. Por lo tanto, es este acápite se acepta la hipótesis planteada donde se afirma que los efectos térmicos generados por la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales, ciudad de Huancayo influye positivamente. El cual guarda relación con la tesis de Inga Caqui, Jhendy en la tesis “Evaluación de la Reducción del Consumo de la Energía Eléctrica, Mediante la Implementación de un Techo Verde De Tipo Indirecto al Interior de la I.E.P. Peruano – alemán.” Para la

facultad de Ingeniería Ambiental de la universidad de Huánuco. Donde afirma que Los beneficios de los techos verdes, en términos cuantitativos varían considerablemente de un estudio a otro por sus características y los diferentes contextos que se pueden evidenciar. La implementación de un techo verde puede ser asequible y de poco presupuesto. El clima y la especie de planta que se utilice son variables determinantes para que funcione correctamente el sistema de techo verde, en cualquier caso.

**Discusión General.** En la investigación donde se buscó evaluar estructuralmente la edificación para la implementación de cubiertas verdes los resultados cumplen los parámetros establecidos por la norma E-030 diseño sismorresistente como también el resultado de la ficha de evaluación estructural donde no se encuentra ninguna irregularidad estructural ni deficiencias en la estructura los resultados de esclerometría arrojaron valores en ,columnas de un  $F'c$  215 kg/m<sup>2</sup>, en placas  $F'c$  214.30 kg/m<sup>2</sup>, y en losas aligerada es de  $F'c$  216.30 kg/m<sup>2</sup> por ende se encuentran por encima de la resistencia de diseño que fue de  $F'c$  210 kg/m<sup>2</sup>, por otra parte se eligió el diseño de cubiertas verdes de tipo extensivo por tener cargas admisibles por la estructura de este modo se acepta la hipótesis planteada por la investigación donde se afirma que La evaluación estructural para la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales en la ciudad de Huancayo, será viable en función a la norma técnica vigente de tal manera la hipótesis lleva relación con la investigación de Ochoa León, Jorge en la tesis Estudio de Factibilidad Estructural para la implementación de Techos Verdes en edificaciones Comerciales en la Ciudad de Caracas, para La Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Central de Venezuela donde afirma que el estudio de factibilidad estructural para la implementación de techos verde en la ciudad de Caracas resulta en un escenario positivo para edificaciones comerciales (Ochoa, 2012)

## CONCLUSIONES

Teniendo los resultados de la investigación “Evaluación Estructural para la Implementación de Cubiertas Verdes en la Ciudad de Huancayo”. Llegamos a las conclusiones siguientes

1. Se determinó eficientemente los resultados de la evaluación estructural en edificaciones residenciales para la implementación de cubiertas verdes, donde los resultados cumplen con los límites de distorsión de entrepiso para concreto armado, establecido por la tabla N°11 de la norma E-030 diseño sismo resistente donde se establece un límite de distorsión (deriva) de 0.007 Para el cual la estructura adicionada las cargas de la cubierta tipo extensivo tiene una distorsión de 0.0063 en la dirección X y de 0.0051 en la dirección Y estando dentro de los límites., en comparación con la cubierta de tipo semi intensivo donde la distorsión en dirección X es de 0.008 y en dirección Y es de 0.0054 el cual supera los límites.
2. Se logró satisfactoriamente determinar el comportamiento estructural de la edificación residencial incrementando cargas adicionales en relación al tipo de cubierta verdes, donde el tipo de cubierta extensivo se encuentran dentro de los límites de distorsión del entrepiso según la norma E-030, como también se verifico utilizando la ficha de evaluación donde la estructura no presenta daños y los ensayos de resistencia de esclerómetro arrojaron valores en ,columnas de un  $F'c$  215 kg/m<sup>2</sup>, en placas  $F'c$  214.30 kg/m<sup>2</sup>, y en losas aligerada es de  $F'c$  216.30 kg/m<sup>2</sup> por ende se encuentran por encima de la resistencia de diseño que fue de  $F'c$  210 kg/m<sup>2</sup>.
3. La descripción del proceso constructivo de la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales, fue factible donde se implementó un prototipo de un área de 15m<sup>2</sup> del tipo extensivo donde se usó geomembrana de PVC. Geodren, geotextiles y se colocó el sustrato para poder sembrar plantas ornamentales como también se puede sembrar hortalizas para poder recuperar la inversión a largo plazo. El costo utilizado fue de s/ 98.00 soles por m<sup>2</sup>.

4. Se logró estimar los efectos térmicos generados por la implementación de cubiertas verdes en edificaciones donde los resultados muestran gran eficiencia pues reducen las temperaturas altas y mantiene la temperatura en horas de friaje. Mejorando el confort térmico de la habitación para validar esta variación se realizó una prueba de T student donde los resultados son muy significativos. Por lo tanto, la implementación de la cubierta verde reduce la temperatura promedio en  $1.36\text{ C}^\circ$  en la losa, y  $1.24^\circ\text{C}^\circ$  en la temperatura promedio ambiente.

## RECOMENDACIONES

La investigación fue realizada orientada en dar a conocer nuevas tecnologías amigables con el medio ambiente es por ello que se da las siguientes recomendaciones

1. Se recomienda a las autoridades pertinentes dictaminar que la implementación de cubiertas verdes sea considerada como parte integral de la construcción de edificaciones
2. Se recomienda a los proyectistas que consideren diseñar sus elementos estructurales pensando en implementar este sistema de cubiertas verdes en sus diferentes tipos, el cual constituyen una alternativa viable para la creación de ciudades sustentables, donde la gente que habite el inmueble podrá contar con múltiples beneficios, además de retribuciones económicas.
3. Se recomienda llevar a cabo un correcto diseño de los detalles constructivos y tomar en cuenta las posibles variaciones que demanden la magnitud del proyecto y el uso que se le dará a la cubierta verdes, de esta manera se evitara posibles deterioró o daños a la edificación.
4. Se recomienda a todo aquel que presenté interés sobre las cubiertas verdes evalué en función al beneficio de contribuir al a disminuir las escorrentías producto de las lluvias que aqueja nuestra población de Huancayo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Acuña, & Estevez. (2013). Factibilidad ,diseño e instalación de un techo verde en el edificio de postgrado de la Universidad Católica André Bello. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.
2. Ambiental, D. (marzo de 2013). desarrolloambiental.blogspot.com. Obtenido de desarrolloambiental.blogspot.com: <http://desarrolloambiental.blogspot.com>
3. Camayo, T. J. (2018). Diseño de la Investigación. Metodología de la Investigación, 22.
4. Castro, E. (2016). Teoría y Práctica de la investigación científica . Huancayo: PERUGRAPH SRL.
5. CGMSER. (22 de Junio de 2019). www.cgmsr.com. Obtenido de www.cgmsr.com: <https://www.cgmsr.com>
6. Chiarella, I. (2014). Historia de las cubiertas verdes . Diseño y construcción de techos verdes., 37.
7. Duarte, D., & Moreno, A. (2014). Techos Verdes en Viviendas de estrato 1 : Aplicado al Barrio Yomasa. Bogotá D.C: Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Colombia .
8. E-030 Diseño Sismorresistente. (s.f.). Diseño Sismorresistente. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
9. Gartland. (2008). Heat Islands. Understanding and mitigating heat in urban areas. Heat Islands.
10. Grimaldi, E. (2009). “Diseño y Aplicación de Techos Verdes” . Buenos Aires: Facultad de Ingeniería Industrial del Universidad Privada Instituto Tecnológico De Buenos Aires.
11. Inga, J. (2018). “Evaluación de la Reducción del Consumo de la Energía Eléctrica, Mediante la Implementación de un Techo Verde de Tipo Indirecto al Interior de La I.E.P. Peruano –Alemania” . Huanuco: Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huanuco.
12. Madrid, D. (15 de enero de 2014). dstudio.es/blog/cubierta-verde. Obtenido de dstudio.es/blog/cubierta-verde: <http://dstudio.es/blog/cubierta-verde>
13. Mitma, D. (23 de Noviembre de 2015). Contaminación en Huancayo supera los niveles permitidos por el Estándar de Calidad Ambiental. Correo Huancayo.
14. NTE E.060. (2009). Norma técnica de edificación. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
15. Ochoa, J. (2012). Estudio de Factibilidad Estructural para la implementación de techos verdes en edificaciones comerciales en la Ciudad de Caracas. Caracas: Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Central de Venezuela.
16. Suarez, J. (2015). “Techos Verdes usos y Aplicaciones como parte Integral de la Construcción”. Lima: Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Ingeniería.
17. Transporte, U. y. (12 de junio de 2015). urbanismoytransporte. Obtenido de urbanismoytransporte: urbanismoytransporte.com

18. Transporte-Urbanismo. (12 de junio de 2015). urbanismoytransporte.  
Obtenido de urbanismoytransporte: urbanismoytransporte.com
19. Victorio, M. (2017). "Valoración Económica y Ambiental de los servicios que ofrecen los techos verdes a las familias de la urbanización el Pinar Comas". Lima: Facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo.

## **ANEXOS 01 Matriz de consistencia**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**  
**EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CUBIERTAS VERDES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO**

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cuáles son los resultados de la evaluación estructural en edificaciones residenciales para la implementación de cubiertas verdes en la ciudad de Huancayo?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>a. ¿Cómo es el comportamiento estructural de la edificación residencial implementando las cubiertas verdes en relación al tipo de cubierta?</p> <p>b. ¿Cómo es el proceso constructivo de la implementación de las cubiertas verdes para edificaciones residenciales?</p> <p>c. ¿Cuáles son los efectos térmicos que genera la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar los resultados de la evaluación estructural en edificaciones residenciales para la implementación de cubiertas verdes en la ciudad de Huancayo.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>a. Determinar el comportamiento estructural de la edificación residencial implementando las cubiertas verdes en la relación al tipo de cubierta.</p> <p>b- Describir el proceso constructivo de la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales</p> <p>c, Estimar los efectos térmicos que genera la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>la evaluación estructural en edificaciones residenciales para la implementación de cubiertas verdes en la ciudad de Huancayo, cumplen con los parámetros establecidos en la norma técnicas E-030</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>a. El comportamiento estructural de la edificación residencial para la implementación de cubiertas verdes, , son aceptables para el tipo de cubierta extensivo.</p> <p>b.El proceso constructivo de la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales, es factible</p> <p>c.Los efectos térmicos generados por la implementación de cubiertas verdes en edificaciones residenciales, son eficientes en relación al confort térmico</p>	<p><b>V.I.:</b></p> <p>Evaluación estructural</p> <p><b>V.D.:</b></p> <p>Implementación de cubiertas verdes</p>	<p><b>Método de Investigación:</b></p> <p>Método científico</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>Nivel de Investigación:</b></p> <p>Descriptivo explicativo</p> <p><b>Diseño de Investigación:</b></p> <p>Cuasi experimental</p> <p><b>Población:</b></p> <p>las 8 edificaciones multifamiliares de concreto armado con mayores a 9 niveles en la urbanización Lamblaspata, Tambo,</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>la edificación residencial Varo con un sistema Dual de 10 niveles, situado en el Jr los Rosales n°251</p>

## **ANEXOS 02 Validación de instrumentos de investigación**

## FICHA DE VALIDACION

### INFORME DE OPINION DE JUICIO DE UN EXPERTO

#### DATOS GENERALES

**TITULO DE TESIS: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CUBIERTAS VERDES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO**

#### ASPECTOS DE VALIDACION

Indicadores	Criterios	Excelent e 10-9	Bueno 8-6	Regular 6-5	Malo 5-0
1) Metodología	La estrategia llega a responder el propósito del diagnostico			6	
2) Coherencia	En la tesis		7		
3) Pertinencia	Es adecuado y útil para una investigación		7		
4) Claridad	Esta realizado con un lenguaje locuaz y claro		8		
5) Actualidad	Es adecuado		8		
6) Organización	Contiene una organización lógica		7		
7) Objetividad	Esta expresado en conductas		6		
8) Suficiencia	Comprende los aspectos de una evaluación estructural.		8		
9) Intencionalidad	Es adecuado para aclarar los instrumentos utilizados en la investigación		7		
10) Consistencia	Esta basado de marco científico		8		

#### PROMEDIO TOTAL

<b>Validado por:</b> <i>Iny. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO</i>	
<b>Profesión:</b> <i>Ingeniero CIVIL</i>	<b>N° de DNI:</b> <i>41093377</i>
<b>Grado académico:</b> <i>MAESTRIA EN GERENCIA EN LA CONSTRUCCO Y N.I.</i>	<b>Teléfono:</b> <i>952525251</i>
<b>Lugar y fecha de Validación:</b> <i>Jr. Los Rosales Nº 254</i>	
<b>Observaciones:</b>	

# TESIS: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CUBIERTAS VERDES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO

Nombre del evaluador: HANDEL HUCHA VASQUEZ

Ingeniero

Bachiller/Ing. Civil.

## INFORMACIÓN GENERAL DE LA EDIFICACION

Nombre de la Empresa Constructora: "CONSULTORA CONSTRUCTORA ORCA"  
(\*)

Coordenadas:

Dirección: JT. LOS ROSALES N° 251

12° 03' 03.7" S  
75° 13' 26.4" W

Distrito EI TAHIBO

Provincia HUANCAYO

Departamento JUNIN

Referencias: CERCA A LA RENIEC

Propietario: CONSULTORA CONSTRUCTORA ORCA

Fecha: 8 DE AGOSTO 2019

Hora: 11:25 am

## USO DE LA EDIFICACION

1- Habitacional	<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda	<input checked="" type="checkbox"/> Inicial	5- Reunión	<input checked="" type="checkbox"/> Centro social	7- Comunicaciones y transportes	<input checked="" type="checkbox"/> Terminal de pasajeros
	<input checked="" type="checkbox"/> Multifamiliar	<input checked="" type="checkbox"/> Primaria		<input checked="" type="checkbox"/> Templo religioso		<input checked="" type="checkbox"/> Terminal de carga
	<input checked="" type="checkbox"/> Hotel	<input checked="" type="checkbox"/> Secundaria		<input checked="" type="checkbox"/> Gimnasio		<input checked="" type="checkbox"/> Estacionamiento
	<input checked="" type="checkbox"/> Dormitorio	<input checked="" type="checkbox"/> Superior		<input checked="" type="checkbox"/> Salón baile/juego		<input checked="" type="checkbox"/> Aeropuerto/Puertos
		<input checked="" type="checkbox"/> Biblioteca		<input checked="" type="checkbox"/> Cine/Teatro/Auditorio		<input checked="" type="checkbox"/> Central de Comunicaciones
		<input checked="" type="checkbox"/> Museo		<input checked="" type="checkbox"/> Estadio		<input checked="" type="checkbox"/> Radio / Televisión
2- Oficinas / Comercio	<input checked="" type="checkbox"/> Oficinas	4- Salud / Social		<input checked="" type="checkbox"/> Fábrica		
	<input checked="" type="checkbox"/> Tienda	<input checked="" type="checkbox"/> Hospital		<input checked="" type="checkbox"/> Taller		
	<input checked="" type="checkbox"/> Mercado	<input checked="" type="checkbox"/> Clínica		<input checked="" type="checkbox"/> Bodega		
	<input checked="" type="checkbox"/> Restaurante			<input checked="" type="checkbox"/> Generac. eléctrica		
				<input checked="" type="checkbox"/> De combustibles		

CATEGORIA	
<input checked="" type="checkbox"/>	A
<input checked="" type="checkbox"/>	B
<input checked="" type="checkbox"/>	C
<input checked="" type="checkbox"/>	D

Ocupación: Habitada/en uso  Abandonada/desocupada  Desalojada por daños

## TERRENO Y CIMENTACIÓN

Topografía	Tipo suelo	Condición Geotécnicas	CIMENTACIONES
Plano	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilla muy blanda	Perfiles de Suelo	Zapatas aislada <input checked="" type="checkbox"/>
Ondulado	<input checked="" type="checkbox"/> Limos o arcillas	Perfil tipo So <input checked="" type="checkbox"/>	Zapata corrida <input checked="" type="checkbox"/>
Irregular	<input checked="" type="checkbox"/> Granular suelto	Perfil tipo S1 <input checked="" type="checkbox"/>	Cimiento de piedra <input checked="" type="checkbox"/>
Irregular de río	<input checked="" type="checkbox"/> Granular compacto	Perfil tipo S2 <input checked="" type="checkbox"/>	Losa de cimentación <input checked="" type="checkbox"/>
	<input checked="" type="checkbox"/> Roca	Perfil tipo S3 <input checked="" type="checkbox"/>	
		Perfil tipo S4 <input checked="" type="checkbox"/>	

## CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

No. de niveles, n = 10 Año de construcción: 2010 Área del terreno: 295 m<sup>2</sup>  
No. de sótanos: - Año rehabilitación: NO

### SISTEMA ESTRUCTURAL

Concreto Armado

Pórticos   
Dual   
Muros estructurales   
Muros de ductilidad limitada

Área de la planta tipo: 295 m<sup>2</sup>

Dimensiones Generales:

X = Frente: 20 m  
Y = Fondo: 14.75 m

### Instalaciones

Elevador  Eléctrica   
Agua potable  Alcantarillado   
Gas

Altura Planta baja: 260 m  
Altura entrepisos: 260 m  
No. cajones estacionamiento: 7  
No. elevadores: 1  
No. escaleras independientes: 1

Otra: -



## **ANEXOS 03 Ensayo de Esclerometría Astm C805**

2019

**ELABORACION DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE  
SUELOS Y CONCRETO**

**“EVALUACION ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES  
RESIDENCIALES PARA LA IMPLEMENTACION DE  
CUBIERTAS VERDES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO”**

**RESIDENCIAL VARO JR LOS ROSALES  
N°251**



**ENSAYO DE ESCLEROMETRIA  
ASTM C 805**

**BACHILLER :MANUEL ADOLFO MUCHA VASQUEZ**

**FECHA 10 DE AGOSTO 2019**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO**





ENSAYO DE RESISTENCIA (ESCLEROMETRIA) ASTM C 805

DETERMINACION DEL INDICE DE REBOTE UTILIZANDO EL DISPOSITIVO- ESCLEROMETRO

" EVALUACION ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES PARA LA IMPLEMENTACION DE CUBIERTAS VERDES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"-  
RESIDENCIAL VARO JR LOS ROSALES N°251

PROYECTO :

SOLICITADO :

BACHILLER :MANUEL ADOLFO MUCHA VASQUEZ

FECHA DE EMISION: 10 DE AGOSTO 2019

UBICACION : COLUMNA TIPO C1 DE 0.25M\*0.60M EN LOS EJES C-5, CONCRETO f'c 210 kg/cm2

SECTOR : COLUMNA TIPO C1 DE 0.25M\*0.60M EN LOS EJES C-5, CONCRETO f'c 210 kg/cm2

ELEMENTO ESTRUCTURAL: COLUMNA TIPO C1 DE 0.25M\*0.60M EN LOS EJES C-5, CONCRETO f'c 210 kg/cm2

ELEMENTO	N° TOMA	N° DE DISPARO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	E. ENSAYO	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la mediana	Aceptacion del Ensayo
COLUMNA TIPO C1 DE 0.25M*0.60M EN LOS EJES C-5 CONCRETO f'c 210 kg/cm2	1	1	30.30	30.50	Malla cudrada de 15 cm x 15 cm y espacio interno de cuadrados de 1"	215.00	0.200	ACEPTADO
	2	1	31.00				-0.500	
	3	1	30.70				-0.200	
	4	1	30.10				0.400	
	5	1	31.50				-1.000	
	6	1	30.00				0.500	
	7	1	30.50				0.000	
	8	1	30.20				0.300	
	9	1	30.40				0.100	
	10	1	30.30				0.200	

PARAMETROS DE ACEPTACION DE ENSAYO

- 1) VALORES NO CONSIDERADOS EN EL ENSAYO
- 2) VALORES NO TOMADOS EN LA MEDIANA, DIFIEREN DE ELLA EN 6 PUNTOS CON RESPECTO A ELLA.
- 3) VALOR DE MEDIANA REDONDEADO A NUMERO PAR.
- 4) ANGULO DE DISPARO 0°
- 5) LA RESISTENCIA DEL ESCLEROMETRIA PRUEBA N° 01, COLUMNA TIPO C1 DE 0.25M\*0.60M EN LOS EJES C-5. ES 215.00 kg/cm2.

**GEOLUMAS SAC.**  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS  
  
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TECNICO CIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO  
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)  
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.  
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156  
CEL 971337776, RPM #971337776



ENSAYO DE RESISTENCIA (ESCLEROMETRIA) ASTM C 805

DETERMINACION DEL INDICE DE REBOTE UTILIZANDO EL DISPOSITIVO- ESCLEROMETRO

PROYECTO : " EVALUACION ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES PARA LA IMPLEMENTACION DE CUBIERTAS VERDES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"- RESIDENCIAL VARO JR LOS ROSALES N°251

SOLICITADO : BACHILLER :MANUEL ADOLFO MUCHA VASQUEZ

FECHA DE EMISION: 10 DE AGOSTO 2019

UBICACION : PLACA P-2 DE 0.35M\*1.35M EL LOS EJES A-5, CONCRETO f'c 210. kg/cm2.

SECTOR : PLACA P-2 DE 0.35M\*1.35M EL LOS EJES A-5, CONCRETO f'c 210. kg/cm2.

ELEMENTO ESTRUCTURAL: PLACA P-2 DE 0.35M\*1.35M EL LOS EJES A-5, CONCRETO f'c 210. kg/cm2.

ELEMENTO	N° TOMA	N° DE DISPARO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	E. ENSAYO	f'c (kg/cm2)	Valor que difiere de la mediana	Aceptacion del Ensayo
PLACA P-2 DE 0.35M*1.35M EL LOS EJES A-5, CONCRETO f'c 210. kg/cm2.	1	1	29.50	29.78	Malla cudrada de 15 cm x 15 cm y espacio interno de cuadrados de 1"	214.30	0.280	ACEPTADO
	2	1	30.10				-0.320	
	3	1	30.20				-0.420	
	4	1	29.30				0.480	
	5	1	30.00				-0.220	
	6	1	30.20				-0.420	
	7	1	30.40				-0.620	
	8	1	29.70				0.080	
	9	1	29.30				0.480	
	10	1	29.10				0.680	

PARAMETROS DE ACEPTACION DE ENSAYO

- 1) VALORES NO CONSIDERADOS EN EL ENSAYO
- 2) VALORES NO TOMADOS EN LA MEDIANA, DIFIEREN DE ELLA EN 6 PUNTOS CON RESPECTO A ELLA.
- 3) VALOR DE MEDIANA REDONDEADO A NUMERO PAR.
- 4) ANGULO DE DISPARO 0°
- 5) LA RESISTENCIA DEL ESCLEROMETRIA PRUEBA N° 02, PLACA P-2 DE 0.35M\*1.35M EL LOS EJES A-5. ES 214.30 kg/cm2.

 **GEOLUMAS SAC.**  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TECNICO, CIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO  
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)  
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.  
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156  
CEL 971337776, RPM #971337776



ENSAYO DE RESISTENCIA (ESCLEROMETRIA) ASTM C 805

DETERMINACION DEL INDICE DE REBOTE UTILIZANDO EL DISPOSITIVO- ESCLEROMETRO

PROYECTO : " EVALUACION ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES PARA LA IMPLEMENTACION DE CUBIERTAS VERDES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"- RESIDENCIAL VARO JR LOS ROSALES N°251

SOLICITADO : BACHILLER :MANUEL ADOLFO MUCHA VASQUEZ

FECHA DE EMISION: 10 DE AGOSTO 2019

UBICACION : LOSA ALIGERADA DEL DECIMO PISO, Fc 210. kg/cm2.

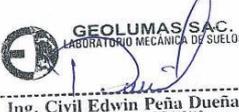
SECTOR : LOSA ALIGERADA DEL DECIMO PISO, Fc 210. kg/cm2.

ELEMENTO ESTRUCTURAL: LOSA ALIGERADA DEL DECIMO PISO, Fc 210. kg/cm2.

ELEMENTO	N° TOMA	N° DE DISPARO	INDICE DE REBOTE	PROMEDIO	E. ENSAYO	Fc (kg/cm2)	Valor que difiere de la mediana	Aceptacion del Ensayo
LOSA ALIGERADA DEL DECIMO PISO, Fc 210. kg/cm2.	1	1	31.20	30.45	Malla cudrada de 15 cm x 15 cm y espacio interno de cuadrados de 1"	216.30	-0.750	ACEPTADO
	2	1	30.10				0.350	
	3	1	32.00				-1.550	
	4	1	30.20				0.250	
	5	1	29.60				0.850	
	6	1	30.50				-0.050	
	7	1	30.30				0.150	
	8	1	30.70				-0.250	
	9	1	30.40				0.050	
	10	1	29.50				0.950	

PARAMETROS DE ACEPTACION DE ENSAYO

- 1) VALORES NO CONSIDERADOS EN EL ENSAYO
- 2) VALORES NO TOMADOS EN LA MEDIANA, DIFIEREN DE ELLA EN 6 PUNTOS CON RESPECTO A ELLA.
- 3) VALOR DE MEDIANA REDONDEADO A NUMERO PAR.
- 4) ANGULO DE DISPARO 0°
- 5) LA RESISTENCIA DEL ESCLEROMETRIA PRUEBA N° 03, LOSA ALIGERADA DEL DECIMO PISO. ES 216.30 kg/cm2.

  
**GEOLUMAS SAC.**  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS  
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TECNICO OIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

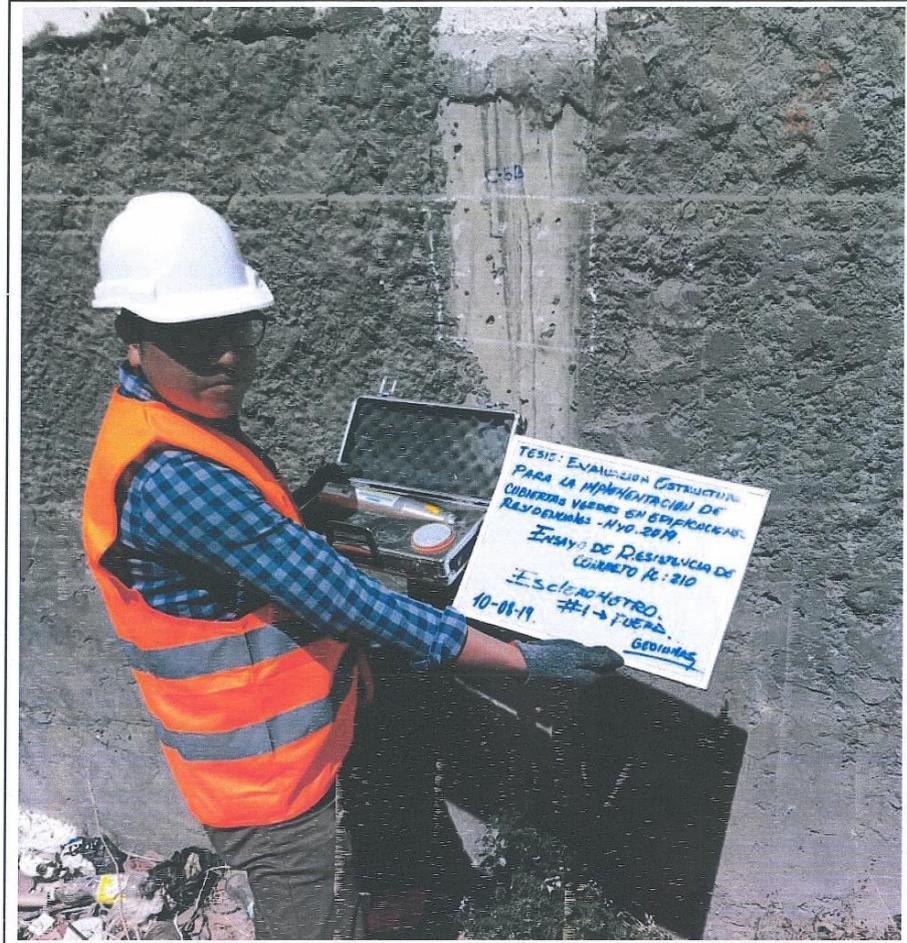


FOTO 01.- ENSAYO DE ESCLEROMETRIA, " EVALUACION ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES PARA LA IMPLEMENTACION DE CUBIERTAS VERDES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"- RESIDENCIAL VARO JR LOS ROSALES N°251

 **GEOLUMAS S.A.C.**  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TECNICO CIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

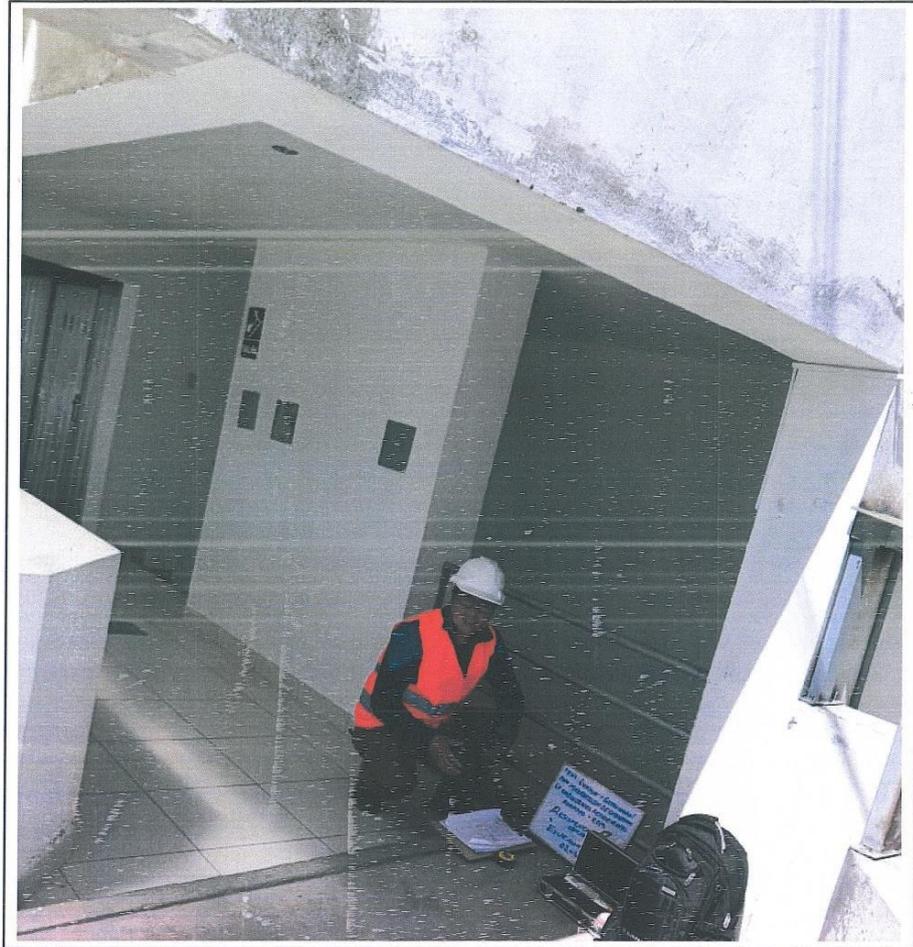


FOTO 02.- ENSAYO DE ESCLEROMETRIA, " EVALUACION ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES PARA LA IMPLEMENTACION DE CUBIERTAS VERDES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"- RESIDENCIAL VARO JR LOS ROSALES N°251

 **GEOLUMAS SAC.**  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS



**Ing. Civil Edwin Peña Dueñas**  
ASESOR TÉCNICO CP 145416  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

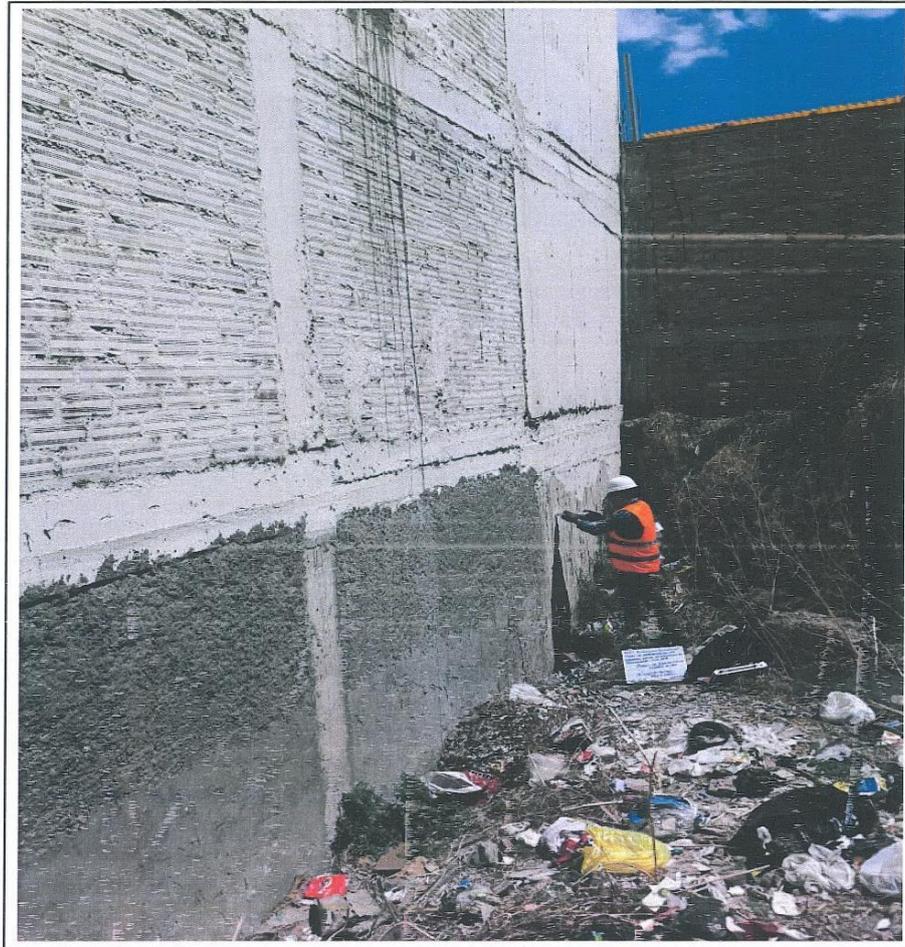


**FOTO 03.- ENSAYO DE ESCLEROMETRIA, " EVALUACION ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES PARA LA IMPLEMENTACION DE CUBIERTAS VERDES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"- RESIDENCIAL VARO JR LOS ROSALES N°251**

 **GEOLUMAS SAC.**  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

---

**Ing. Civil Edwin Peña Dueñas**  
ASESOR TÉCNICO OIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



**FOTO 04.- ENSAYO DE ESCLEROMETRIA, " EVALUACION ESTRUCTURAL EN EDIFICACIONES RESIDENCIALES PARA LA IMPLEMENTACION DE CUBIERTAS VERDES EN LA CIUDAD DE HUANCAYO"- RESIDENCIAL VARO JR LOS ROSALES N°251**

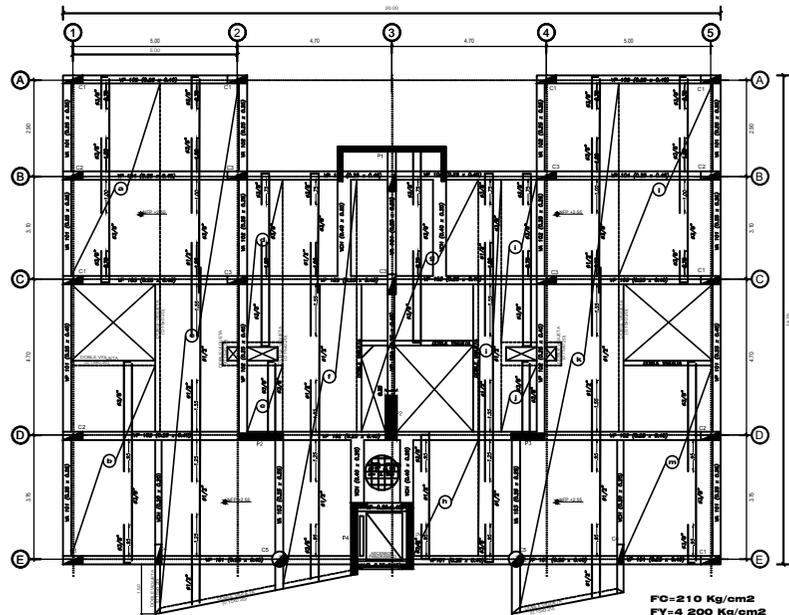
 **GEOLUMAS SAC**  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

---

**Ing. Civil Edwin Peña Dueñas**  
ASESOR TÉCNICO CIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

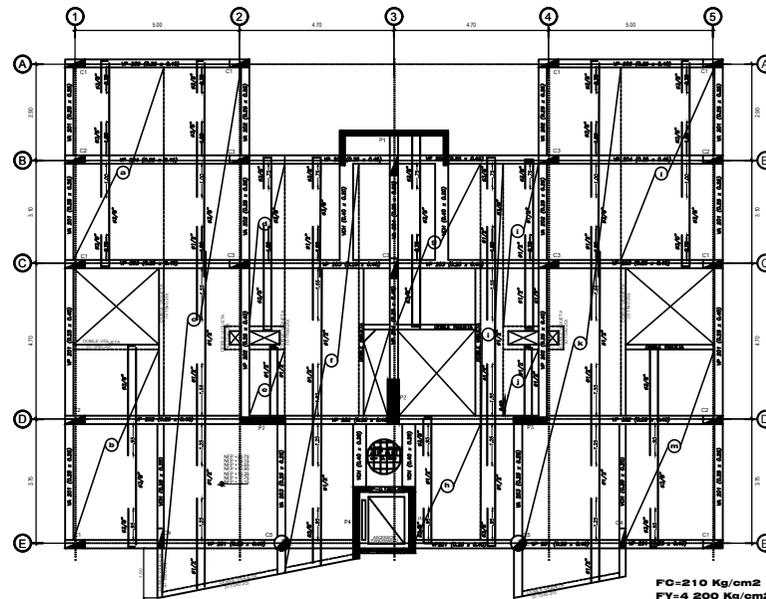
## **ANEXOS 04 Planos de la Residencial Varo**





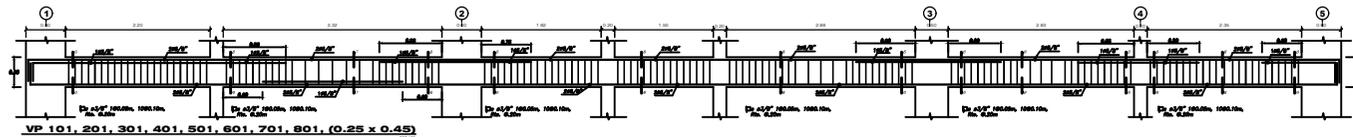
PRIMERA LOSA

FC=210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 FY=4 200 Kg/cm<sup>2</sup>  
 S/C=200 Kg/m<sup>2</sup>  
 e=0.20m

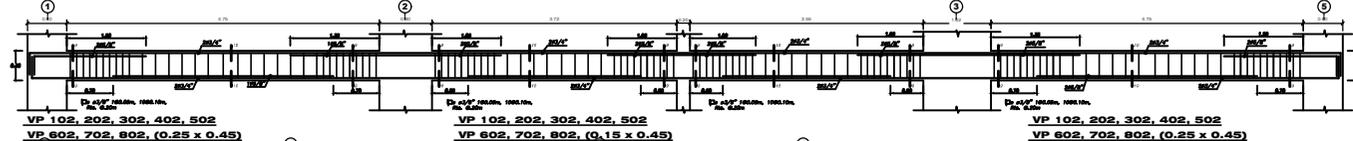


2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 7°, 8° LOSA

FC=210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 FY=4 200 Kg/cm<sup>2</sup>  
 S/C=200 Kg/m<sup>2</sup>  
 e=0.20m



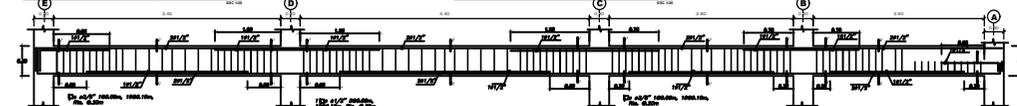
VP 101, 201, 301, 401, 501, 601, 701, 801, (0.25 x 0.45)



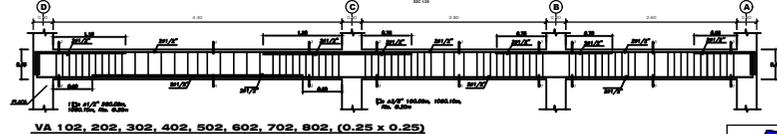
VP 102, 202, 302, 402, 502  
 VP 602, 702, 802, (0.25 x 0.45)

VP 102, 202, 302, 402, 502  
 VP 602, 702, 802, (0.15 x 0.45)

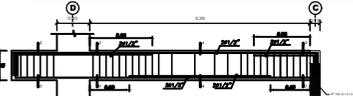
VP 102, 202, 302, 402, 502  
 VP 602, 702, 802, (0.25 x 0.45)



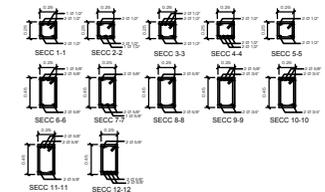
VA 101, 201, 301, 401, 501, 601, 701, 801, (0.25 x 0.25)



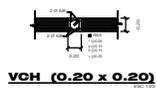
VA 102, 202, 302, 402, 502, 602, 702, 802, (0.25 x 0.25)



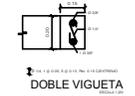
VA 103, 203, 303, 403, 503, 603, 703, 803, (0.25 x 0.25)



SECCIONES



VCH (0.20 x 0.20)



DOBLE VIGUETA

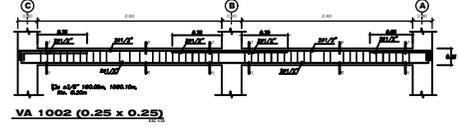
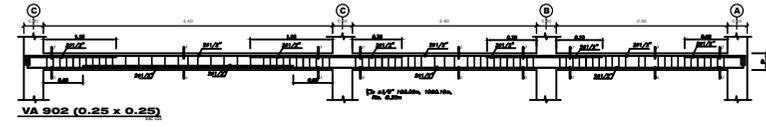
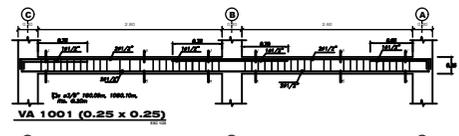
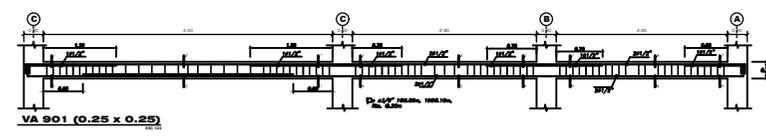
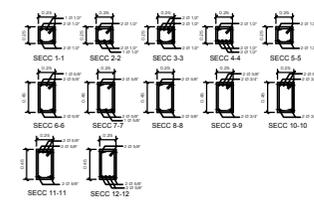
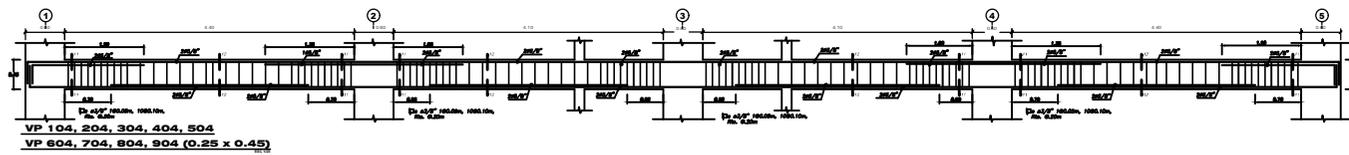
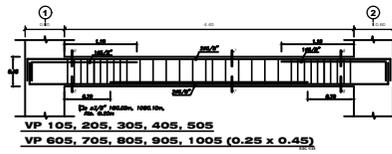
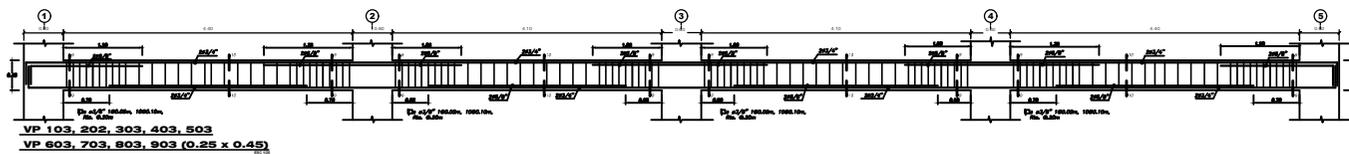
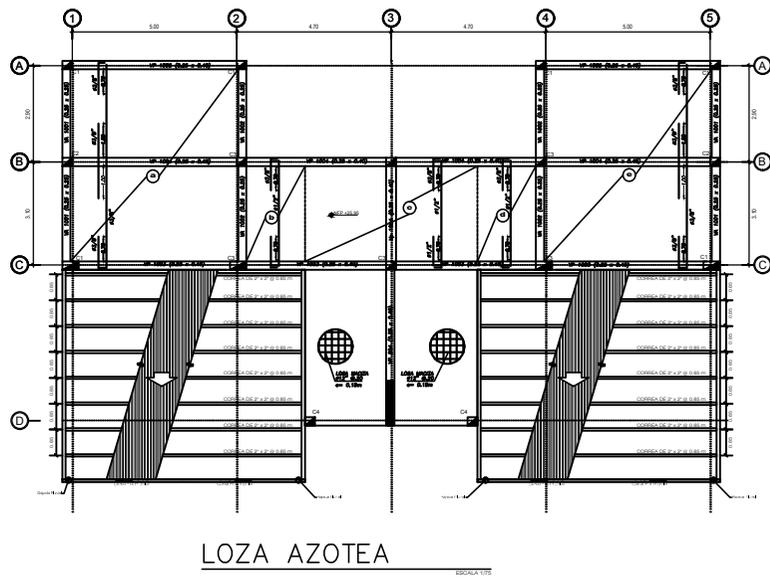
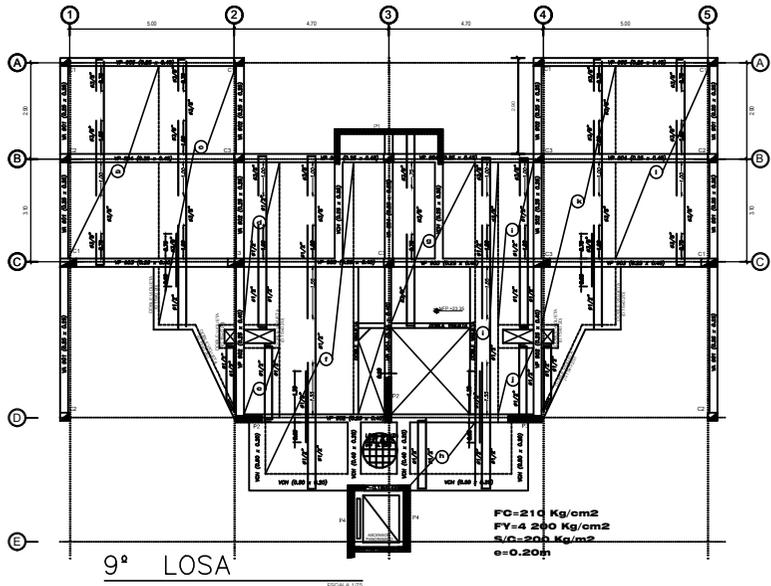
**ORCA**  
 CONSULTORA CONSTRUCTORA

CIRCUITO LOS HEROES No. 541 P.O. PATA EL TAMBO TELEFONOS 98803034 964926549 R.P.M. 699718

PROYECTO	EDIFICIO MULTIFAMILIAR	
PLANO	ESTRUCTURAS-LOSAS-VIGAS	
PROPIETARIO	GUMERCINDA HUAYLLANI HERNANDEZ	UBICACION
	JIRON LOS ROSALES No. 251	EL TAMBO

DISEÑO	Ing. Fernando M. Ordano Cardas	
PROYECTO	ORCA	CC
ESCALA	1 / 75	
FECHA	DICIEMBRE 2010	

LAMA	<b>E-2</b>



ORCA CONSULTORA CONSTRUCTORA

PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR

PLANO: ESTRUCTURAS-LOSAS-VIGAS

PROPIETARIO: GUMERCINDA HUAYLLANI HERNANDEZ

DIRECCION: JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO

DISENYO: Ing. Fernando M. Ordano Corda

PROYECTO: ORCA CC

ESCALA: 1 / 75

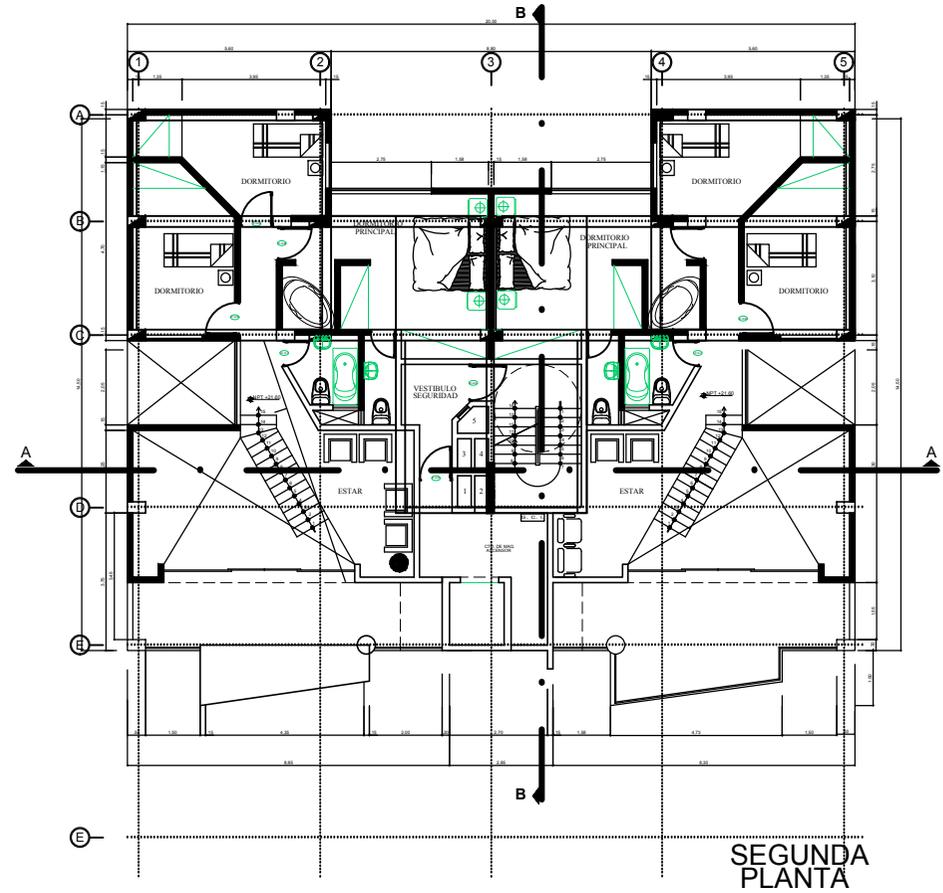
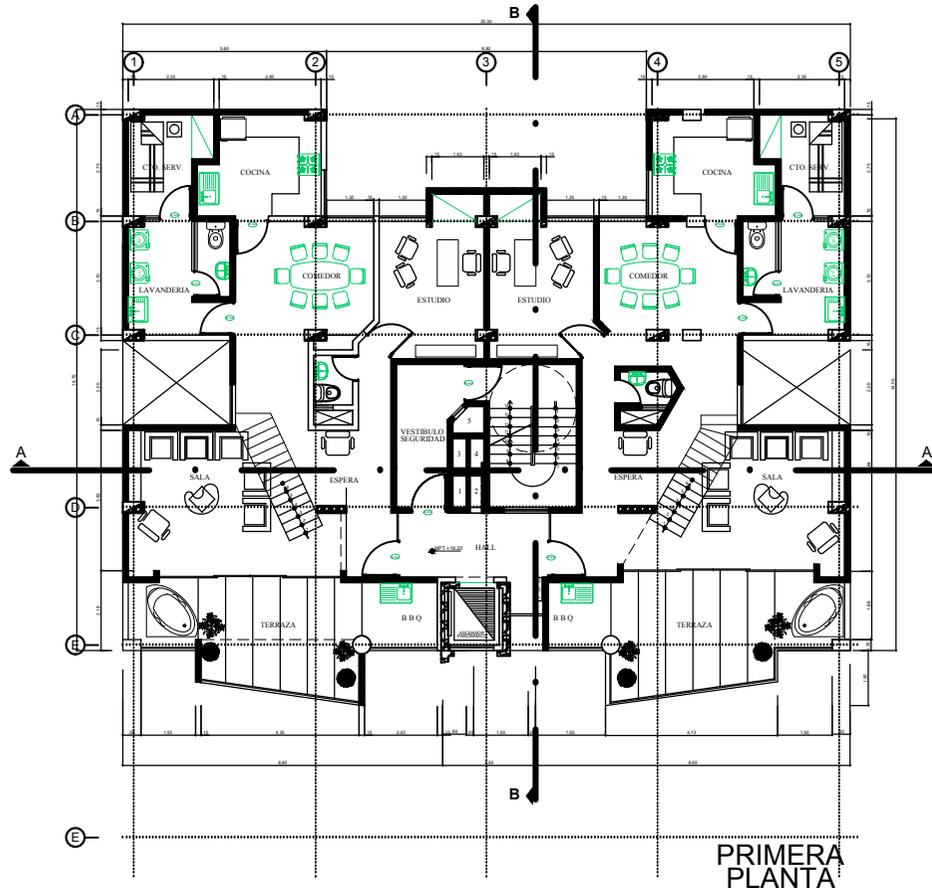
FECHA: DICIEMBRE 2010

LAMA: E-3

CIRCUITO LOS HEROES No. 541 P.O. BOX EL TAMBO TELÉFONOS 988030334 964928549 R.P.M. 8997188

# RESIDENCIAL "VARO" PENTHOUSE

10ma PLANTA



**CUADRO DE PUERTAS**

TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	ESPECIFICACIONES
P101	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA INTERIORES
P102	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA EXTERIORES
P103	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE SERVIDOR
P104	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE LAVANDERIA
P105	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE COCINA
P106	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE ESTUDIO
P107	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE SALA
P108	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE ESPERA
P109	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE TERRAZA
P110	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE B.B.Q.
P111	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE VESTIBULO
P112	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE DORMITORIO
P113	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE BANO
P114	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE VESTIBULO
P115	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE DORMITORIO
P116	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE BANO
P117	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE VESTIBULO
P118	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE DORMITORIO
P119	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE BANO
P120	1.20	2.10	ALUMINIO	PUERTA DE VESTIBULO

**CUADRO DE VENTANAS**

TIPO	ANCHO	ALTO	MATERIAL	ESPECIFICACIONES
V101	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA INTERIORES
V102	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA EXTERIORES
V103	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE LAVANDERIA
V104	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE COCINA
V105	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE ESTUDIO
V106	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE SALA
V107	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE ESPERA
V108	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE TERRAZA
V109	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE B.B.Q.
V110	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE VESTIBULO
V111	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE DORMITORIO
V112	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE BANO
V113	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE VESTIBULO
V114	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE DORMITORIO
V115	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE BANO
V116	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE VESTIBULO
V117	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE DORMITORIO
V118	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE BANO
V119	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE VESTIBULO
V120	1.20	1.50	ALUMINIO	VENTANA DE DORMITORIO

- 1 DUCTO DE MONTANTE INST. SANITARIAS
- 2 DUCTO DE BASURA
- 3 DUCTO DE MONTANTE INST. ELECTRICAS
- 4 DUCTO DE MONTANTE INST. AUXILIARES
- 5 DUCTO DE VENTILACION CON EXTRACTOR

**FERNANDO MIGUEL ORELLANA CANALES**  
ARQUITECTO  
CAP 4431

CIRCUITO LOS HEROES No 541 PO PATA EL TAMBO CEL 964928549 RPM #697188

PROYECTO: **EDIFICIO MULTIFAMILIAR**

PLANO: **DISTRIBUCION GENERAL**

PROPIETARIO: **FAMILIA HUAYLLANI HERNANDEZ**

UBICACION: **JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO**

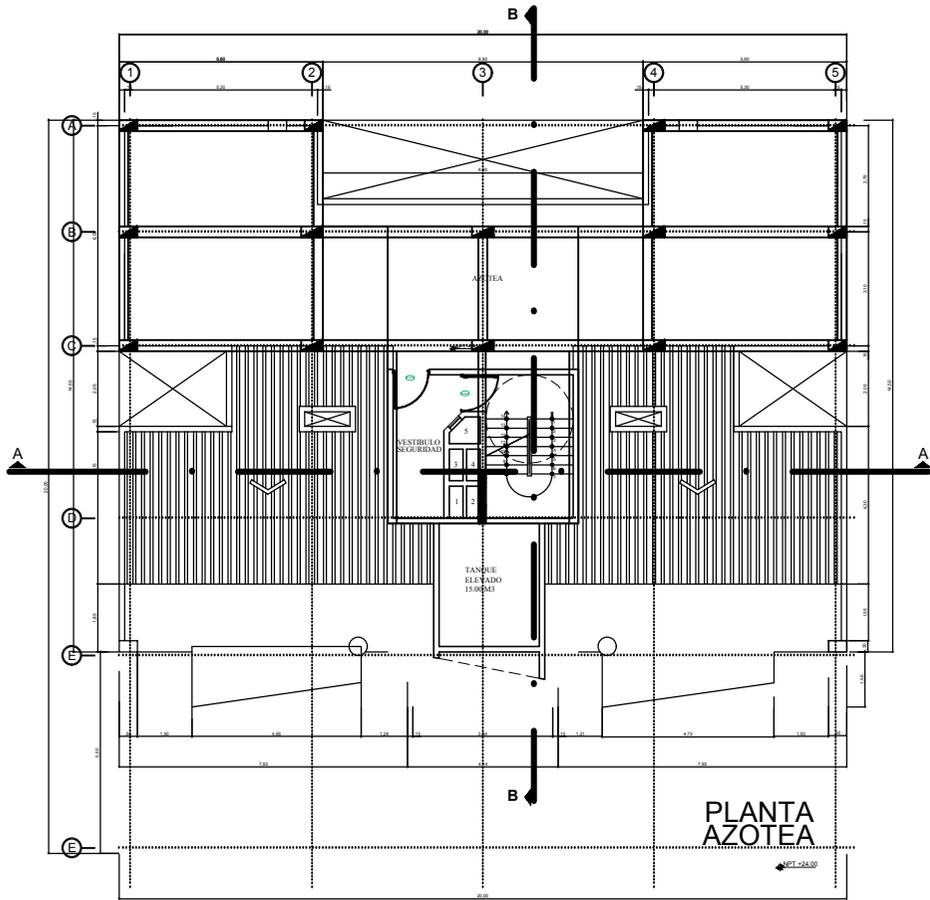
CLIENTE: **Arq. Fernando M. Orellana Canales**

DISEÑADOR: **ORCA CC**

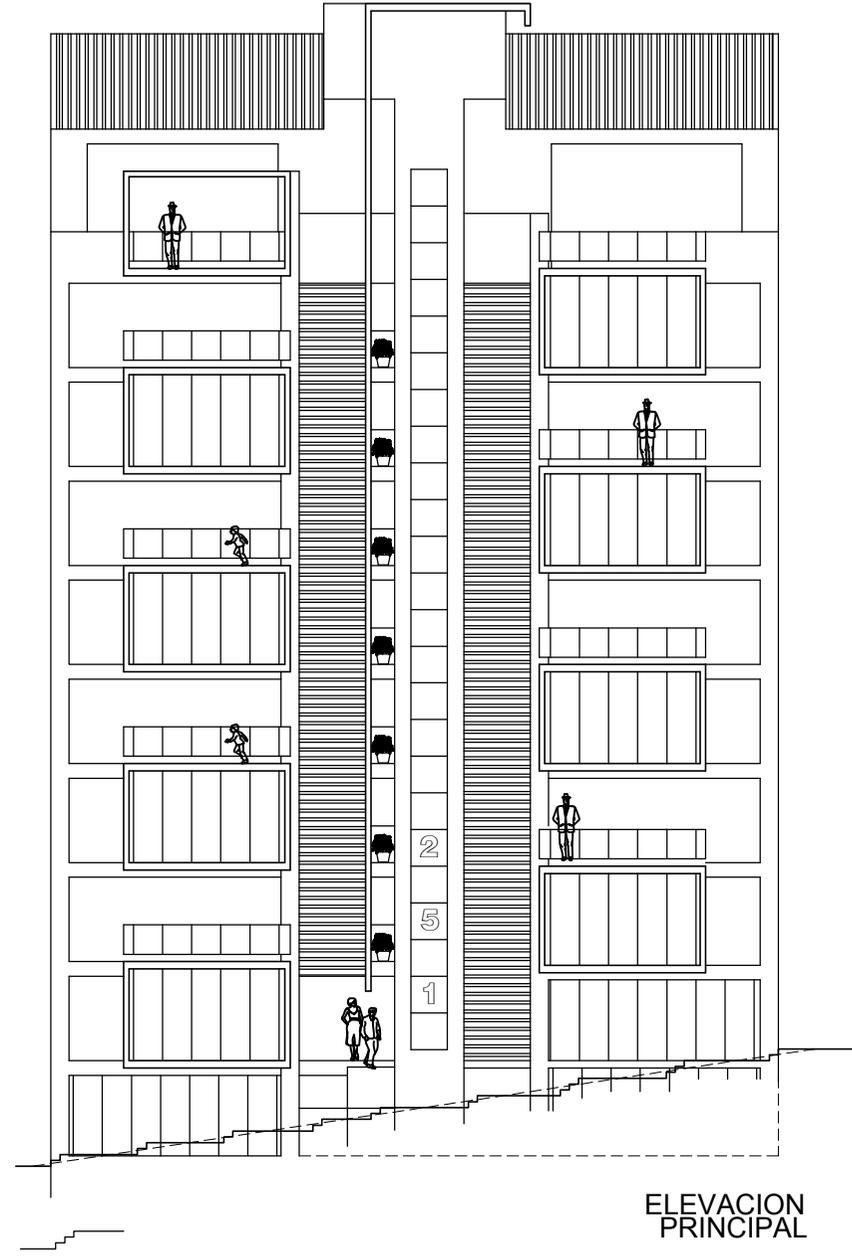
ESCALA: **1 / 100**

FECHA: **OCTUBRE 2010**

LAMINA: **A-3**



PLANTA AZOTEA



ELEVACION PRINCIPAL

LÁMINA  
**A-5**

DISEÑO: Ing. Fernando Miguel Canales  
 DISEÑO: ORCA CC  
 ESCALA: 1 / 100  
 FECHA: OCTUBRE 2010

PROYECTO: EDIFICIO MULTIFAMILIAR  
 NOMBRE: DISTRIBUCION AZOTEA Y ELEVACION PRINCIPAL  
 PROPIETARIO: FAMILIA HUAYLLANI HERNANDEZ  
 UBICACION: JIRON LOS ROSALES No. 251 EL TAMBO



FERNANDO MIGUEL ORELLANA CANALES  
 ARQUITECTO  
 CAP 4431

CIRCUITO LOS HEROES No 541 PISO PATA EL TAMBO CEL 984628549 RFPV 4697188

## **ANEXOS 05 Precios de Materiales Utilizado**

**COTIZACIONES DE MATERIALES PARA SISTEMA DE CUBIERTA VERDE**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO(S/.)
1	Impermeabilizacion mediante el uso de bicapa SOPREMA	m2	135.00
2	Capa de drenaje mediante el uso de un geodren planar	m2	25.00
3	Capadel estrato (tierra de chacra, humus, compost, inertes)	m3	90.00
4	Capa de vegetacion	m2	50.00
5	Sistema de riego automatizado	m2	45.00

Fuente: Empresa ARVE

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO(S/.)
1	Impermeabilizacion mediante el uso de producto COLLAK	m2	36.75
2	Capa de drenaje mediante el uso de un geodren 20P	m2	48.00
3	Capa antiraices / D-GARDEN STH	m2	8.00
4	Capa de Retencion d humedad / GEOPROTEC SCS2	m2	14.00
5	Capa del estrato (tierra de chacra, humus,compost, inertes)	m3	250.00
6	Capa de vegetacion (inc. Mano de obra)	m2	71.00
7	Sistema de riego automatizado	m2	55.00

Fuente: Empresa Maruplast.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO(S/.)
1	Impermeabilizacion mediante el uso de geomembrana	m2	60.00
2	Capa de drenaje mediante el uso de un geotextil	m2	20.00
3	Capa del esstrato (tierra de chacra, humus, compost, inertes)	m3	180.00
4	Capa de vegetacion	m2	22.00
5	Sistema de riego automatizado	m2	47.50

Fuente: Empresa Tierra Verde

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO(S/.)
1	Impermeabilizacion mediante el uso de geomembrana PVC	m2	23.36
2	Capa de drenaje mediante el uso de un geotextil	m2	31.40
3	Capa del esstrato (tierra de chacra, humus, compost, inertes)	m3	220.50
4	Capa de vegetacion	m2	19.40
5	Sistema de riego automatizado	m2	48.00

Fuente: Empresa CIDELSA

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO(S/.)
1	Impermeabilizacion mediante el uso de geomembrana	m2	98.50
2	Capa de drenaje mediante el uso de un geotextil	m2	51.50
3	Capa del esstrato (tierra de chacra, humus, compost, inertes)	m3	265.00
4	Capa de vegetacion	m2	62.50
5	Sistema de riego automatizado	m2	50.00

Fuente: Empresa ARQSEED