UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

ANÁLISIS COMPARATIVO APLICANDO EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS Y ETABS PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS

Línea de investigación: Nuevas Tecnologías y Procesos.

PRESENTADO POR:

BACH. ANIBAL HUARACA RAMOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2018

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

ANÁLISIS COMPARATIVO APLICANDO EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS Y ETABS PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS

Línea de investigación: Nuevas Tecnologías y Procesos.

PRESENTADO POR:

BACH. ANIBAL HUARACA RAMOS.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2018

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López. Presidente

Ing. Jeannelle Sofía Herrera Montes Jurado revisor

Ing. Christian Mallaupoma Reyes Jurado revisor

Ing. Julio Fredy Porras Mayta Jurado revisor

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales. Secretario docente Dr. Viera Peralta, Deybe Evyn.

Asesor Metodológico

Ing. Mueras Gutierrez, María Luisa.

Asesor Temático

Dedicatoria

A Dios por el día a día que me permite seguir adelante y protege de todo.

De la misma manera a mi familia, en especial a mis estimados padres Pedro Huaraca Flores y Martha Ramos Sauñe, por su apoyo incondicional en mi formación profesional.

Huaraca Ramos, Anibal.

Agradecimiento

A Dios por ser guía en todo momento.

A mis padres, hermanos y hermana por sus consejos apoyo constante en todo momento y aliento a lo largo de toda mi vida.

Un agradecimiento especial también a la Universidad Peruana los Andes, a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por su ardua labor de formadores de profesionales de calidad.

Huaraca Ramos, Anibal.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xxi
ABSTRACT	xxii
INTRODUCCIÓN >	cxiii
CAPÍTULO I	25
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	25
1.1. Planteamiento del problema	25
1.2. Formulación y sistematización del problema	26
1.2.1. Problema general	26
1.2.2. Problemas específicos	26
1.3. Justificación	27
1.3.1. Práctica o social	27
1.3.2. Metodológica	27
1.4. Delimitaciones	28
1.4.1. Espacial	28
1.4.2. Temporal	28
1.4.3. Económica	28
1.5. Limitaciones	28
1.5.1. Temporal	28
1.5.2. Tecnológica	28
1.6. Objetivos	29
1.6.1. Objetivo general	29
1.6.2. Objetivos específicos	29
CAPÍTULO II	30
MARCO TEÓRICO	30
2.1. Antecedentes	30
2.1.1. Antecedentes nacionales	30
2.1.2. Antecedentes internacionales	33
2.2. Marco conceptual	36
2.2.1. Aplicación de software en el ejercicio del análisis y diseño estructural	36
2.2.2. Robot Structural Analysis	37

2.2.3. Etabs	39
2.2.4. Análisis estructural	40
2.2.5. Consideraciones generales para el análisis	42
2.2.6. Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes.	46
2.2.7. Análisis dinámico modal espectral	48
2.2.8. Diseño estructural	49
2.2.9. Viviendas autoconstruidas	54
2.2.10. Reforzamiento tradicional existente	55
2.3. Definición de términos	57
2.4. Bases legales	60
2.5. Hipótesis	60
2.5.1. Hipótesis general	60
2.5.2. Hipótesis específicas	61
2.6. Variables	61
2.6.1. Definición conceptual de las variables	61
2.6.2. Definición operacional de las variables	62
2.6.3. Operacionalización de variables	62
CAPITULO III	63
METODOLOGÍA	63
3.1. Método de investigación	63
3.2. Tipo de investigación	63
3.3. Nivel de investigación	63
3.4. Diseño de investigación	64
3.5. Población y muestra	64
3.5.1. Población	64
3.5.2. Muestra	64
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	64
3.6.1. Observación directa	64
3.6.2. Recopilación de datos	64
3.6.3. Análisis de documentos	65
3.7. Procesamiento de la información	65
3.7.1. Campo:	65

3.7.2. Gabinete	65
3.8. Técnicas y análisis de datos	67
CAPÍTULO IV	68
RESULTADOS	68
4.1. Análisis estático aplicando el software Robot Structural y Etabs	68
4.1.1. Cortante estática en la base	68
4.1.1. Distribución de fuerzas en altura	69
4.1.2. Desplazamiento lateral	70
4.2. Análisis dinámico aplicando el software Robot Structural y Etabs	72
4.2.1. Cortante dinámico en la base	72
4.2.2. Periodo fundamental de vibración	74
4.2.3. Desplazamiento lateral	75
4.2.4. Fuerzas internas por los estados de carga	77
4.3. Diseño estructural aplicando el software Robot Structural y Etabs	79
4.4. Propuesta de Refuerzo Sísmico	80
4.4.1. Refuerzo incorporando muros de concreto armado	80
4.4.2. Muros reforzados con malla electrosoldada	81
CAPÍTULO V	83
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	83
5.1. Análisis estático aplicando el software Robot Structural y Etabs	83
5.2. Análisis dinámico aplicando el software Robot Structural y Etabs	84
5.3. Diseño estructural aplicando el software Robot Structural y Etabs	86
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
ANEXOS	92
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	93
ANEXO N° 02: INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN	95
ANEXO N° 03: DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO DE ANÁLIS	IS Y
DISEÑO ESTRUCTURAL	97
ANEXO N° 04: VALIDACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	161
ANEXO N° 05: CERTIFICADOS DE ENSAYOS	164

ix

ANEXO N° 06: PANEL FOTOGRÁFICO	186
ANEXO N° 07: PLANOS	188
ANEXO N° 08: OTROS DOCUMENTOS DE IMPORTANCIA	194

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pesos unitarios de materiales.	41
Tabla 2. Pesos unitarios de aligerados.	41
Tabla 3. Carga viva repartida	41
Tabla 4. Factores de Zona "Z".	43
Tabla 5. Perfiles de suelo.	43
Tabla 6. Factor de suelo.	44
Tabla 7. Periodos de vibración.	44
Tabla 8. Factor de amplificación sísmica.	44
Tabla 9. Categoría de la edificación y Factor de uso.	45
Tabla 10. Sistemas estructurales.	45
Tabla 11.Límites de distorsión de entrepisos	49
Tabla 12. Factores de reducción de resistencia ACI.	50
Tabla 13. Operacionalización de variables.	62
Tabla 14. Comparación de la cortante estática en la base.	68
Tabla 15. Comparación de la distribución de fuerza estática en altura.	69
Tabla 16. Comparación de desplazamientos máximos por sismo estático.	70
Tabla 17. Comparación del control de deriva por sismo estático X.	71
Tabla 18. Comparación del control de deriva por sismo estático Y.	71
Tabla 19. Comparación de la cortante dinámica en la base.	72
Tabla 20. Comparación de fuerza cortante mínima en la base en dirección X	.73
Tabla 21. Comparación de fuerza cortante mínima en la base en dirección Y	.73
Tabla 22. Periodo fundamental, frecuencia y masa participativa en Robot.	74
Tabla 23. Periodo fundamental, frecuencia y masa participativa en Etabs.	74
Tabla 24. Comparación de desplazamientos máximos por sismo dinámico.	75

Tabla 25. Comparación del control de deriva por sismo dinámico X.	77
Tabla 26. Comparación del control de deriva por sismo dinámico Y.	77
Tabla 27. Comparación de las reacciones debido a carga muerta total.	77
Tabla 28. Comparación de las reacciones debido a carga viva.	78
Tabla 29. Comparación de las reacciones debido a Sismo en X & Y.	78
Tabla 30. Control de deriva debido al reforzamiento en dirección X.	80
Tabla 31. Control de deriva debido al reforzamiento en dirección Y.	81
Tabla 32. Valores de carga muerta a asignar	108
Tabla 33. Peso sísmico total de la edificación.	118
Tabla 34. Verificación de la Cortante estático en la base en Robot.	118
Tabla 35. Distribución de fuerzas sísmicas estática en altura en Robot.	119
Tabla 36. Control de deriva por sismo estático X en Robot.	120
Tabla 37. Control de deriva por sismo estático Y en Robot.	121
Tabla 38. Control de deriva por sismo dinámico X en Robot.	124
Tabla 39. Control de deriva por sismo dinámico Y en Robot.	124
Tabla 40. Irregularidad de rigidez en dirección X.	146
Tabla 41. Irregularidad de rigidez en dirección Y.	146
Tabla 42. Irregularidad de resistencia en la dirección X.	146
Tabla 43. Irregularidad de resistencia en la dirección Y.	147
Tabla 44. Irregularidad de masa en dirección X & Y.	147
Tabla 45. Resumen de irregularidades en altura.	148
Tabla 46. Irregularidad de torsional en dirección X.	148
Tabla 47. Irregularidad de torsional en dirección Y.	148
Tabla 48. Resumen de irregularidades en planta.	149

Tabla 49. Peso sísmico total de la edificación.	149
Tabla 50. Distribución de fuerza sísmica estática en altura en Etabs.	150
Tabla 51. Control de deriva por sismo estático X en Etabs.	151
Tabla 52. Control de deriva por sismo estático Y en Etabs.	151
Tabla 53. Control de deriva por sismo dinámico X en Etabs.	154
Tabla 54. Control de deriva por sismo dinámico Y en Etabs.	154
Tabla 55. Densidad de muros reforzados.	159

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonificación sísmica para el Perú.	42
Figura 2. Diagrama de interacción.	54
Figura 3. Vivienda por falla de piso blando.	56
Figura 4. Vista de la vivienda autoconstruida analizar.	65
Figura 5. Comparación de la cortante estática en la base en dirección X &	Y. 68
Figura 6. Comparación de la distribución de fuerzas estáticas en altura.	69
Figura 7. Comparación de desplazamientos máximos por sismo estático X.	. 70
Figura 8. Comparación de desplazamientos máximos por sismo estático Y.	. 71
Figura 9. Comparación de la cortante dinámica en la base en dirección X.	72
Figura 10. Comparación de la cortante dinámica en la base en dirección Y.	73
Figura 11. Comparación de los periodos por cada modo de vibración.	75
Figura 12. Comparación de desplazamiento máximo por sismo dinámico X	. 76
Figura 13. Comparación de desplazamiento máximo por sismo dinámico Y	. 76
Figura 14. Planta propuesta de refuerzo sísmico.	80
Figura 15. Detalle de acero de muro de concreto incorporada.	80
Figura 16. Muros reforzados con malla electrosoldada.	81
Figura 17. Detalle de muros reforzados con malla electrosoldada.	82
Figura 18. Elección del tipo de estructura en Robot.	98
Figura 19. Configuración de idiomas en Robot.	98
Figura 20. Configuración de unidades en Robot.	99
Figura 21. Modificar lista de materiales en Robot.	99
Figura 22. Definición del material de acero en Robot.	100
Figura 23. Definición del material de concreto en Robot.	100
Figura 24. Definición del material de albañilería en Robot.	100

Figura 25. Definición de normas de diseño en Robot.	101
Figura 26. Definición de norma de cargas en Robot.	101
Figura 27. Definición de las grillas y las alturas de los pisos en Robot.	102
Figura 28. Creación de secciones para viga en Robot.	102
Figura 29. Creación de secciones para columna en Robot.	102
Figura 30. Creación de sección para losa en Robot.	103
Figura 31. Dibujo de elementos columnas en Robot.	103
Figura 32. Dibujo de elementos vigas en Robot.	104
Figura 33. Dibujo de losas como diafragma rígido en Robot.	104
Figura 34. Dibujo de muro en Robot.	105
Figura 35. Multiniveles de pisos en Robot.	105
Figura 36. Visualización tridimensional en Robot.	105
Figura 37. Restricciones asignadas en la base en Robot.	106
Figura 38. Definición del tipo de carga permanente en Robot.	106
Figura 39. Resumen de la definición de tipos de carga en Robot.	106
Figura 40. Carga lateral convertidas (PP+CM) en dirección X en Robot.	107
Figura 41. Carga lateral convertidas (CV y CVT) en dirección X en Robot.	107
Figura 42. Carga lateral convertidas en dirección Y en Robot.	108
Figura 43. Asignar cargas muertas distribuida en losas en Robot.	109
Figura 44. Asignar cargas vivas en losas en Robot.	109
Figura 45. Menú de conversión de cargas a masas en Robot.	109
Figura 46. Conversión de cargas muertas y vivas a masas en Robot.	110
Figura 47. Creación de caso modal en Robot.	110
Figura 48. Parámetros de análisis modal en Robot.	111

Figura 49. Calculo manual del espectro de respuesta.	112
Figura 50. Definición del espectro en dirección X en Robot.	113
Figura 51. Espectro de diseño importado en la dirección X en Robot.	113
Figura 52. Definición de la dirección del espectro en Robot.	114
Figura 53. Definición del espectro en la dirección Y en Robot.	114
Figura 54. Creación de combinaciones manuales en Robot.	115
Figura 55. Combinaciones de cargas ingresadas en Robot.	115
Figura 56. Icono de opciones de mallado en Robot.	115
Figura 57. Mallado automático de la estructura en Robot.	116
Figura 58. Generación del mallado en Robot.	116
Figura 59. Verificación de la estructura en Robot.	116
Figura 60. Cortante estático en la base en la dirección X en Robot.	118
Figura 61. Cortante estático en la base en la dirección Y en Robot.	119
Figura 62. Desplazamiento máximo por sismo estático X en Robot.	119
Figura 63. Desplazamiento máximo por sismo estático Y en Robot.	120
Figura 64. Desplazamiento lateral por sismo estático X en Robot.	120
Figura 65. Desplazamiento lateral por sismo estático Y en Robot.	121
Figura 66. Cortante dinámico en la base en dirección X en Robot.	121
Figura 67. Cortante dinámico en la base en dirección Y en Robot.	122
Figura 68. Periodos, frecuencias y masas participativas en Robot.	122
Figura 69. Centros de masas y rigideces en Robot.	122
Figura 70. Desplazamiento máximo por sismo dinámico X en Robot.	123
Figura 71. Desplazamiento máximo por sismo dinámico Y en Robot.	123
Figura 72. Desplazamiento lateral por sismo dinámico X en Robot.	123

xvi

Figura 73. Desplazamiento lateral por sismo dinámico Y en Robot.	124
Figura 74. Ventana principal para visualizar diagramas en Robot.	124
Figura 75. Menú Reacciones en los apoyos en Robot.	125
Figura 76. Reacciones debido a carga muerta total en Robot.	125
Figura 77. Reacciones debido a carga viva en Robot.	126
Figura 78. Reacciones debido a sismo en X en Robot.	126
Figura 79. Reacciones debido a sismo en Y en Robot.	126
Figura 80. Selección de la viga a diseñar en Robot.	127
Figura 81. Selección de las combinaciones manuales en Robot.	127
Figura 82. Sub menú de la vista tridimensional viga a diseñar en Robot.	128
Figura 83. Menú de armado de aceros para vigas en Robot.	128
Figura 84. Diagrama de momento flector de la viga en Robot.	129
Figura 85. Diagrama de esfuerzo cortante de la viga en Robot.	129
Figura 86. Ventana de errores de cálculo de la viga en Robot.	130
Figura 87. Vista tridimensional del armado de viga en Robot.	130
Figura 88. Memoria de cálculo de la viga diseñada en Robot.	130
Figura 89. Plano de ejecución por defecto de la viga en Robot.	131
Figura 90. Selección de la columna a diseñar en Robot.	131
Figura 91. Vista tridimensional de columna a diseñar en Robot.	132
Figura 92. Menú de armado de acero para columna en Robot.	132
Figura 93. Diagrama de interacción y coeficiente de seguridad de colun	nna en
Robot.	133
Figura 94. Vista tridimensional del armado de la columna en Robot.	133
Figura 95. Memoria de cálculo de la columna diseñada en Robot.	133

Figura 96. Plano de ejecución por defecto de la columna en Robot.	134
Figura 97. Configuración de unidades y códigos de diseño en Etabs.	134
Figura 98. Definición de las grillas y las alturas de los pisos en Etabs.	135
Figura 99. Definición de propiedades del acero en Etabs.	135
Figura 100. Definición de propiedades del concreto en Etabs.	136
Figura 101. Definición de propiedades de la albañilería en Etabs.	136
Figura 102. Creación de sección para vigas en Etabs.	136
Figura 103. Creación de sección para columnas en Etabs.	137
Figura 104. Creación de sección para losa en Etabs.	137
Figura 105. Creación de sección de muro en Etabs.	137
Figura 106. Dibujo de elementos columnas en Etabs.	138
Figura 107. Dibujo de elementos vigas en Etabs.	138
Figura 108. Dibujo de elementos losa en Etabs.	138
Figura 109. Dibujo de elementos muro en Etabs.	139
Figura 110. Multiniveles de pisos en Etabs.	139
Figura 111. Visualización tridimensional realista en Etabs.	140
Figura 112. Restricciones asignadas en la base en Etabs.	140
Figura 113. Definición casos de carga permanente en Etabs.	140
Figura 114. Definir casos de carga sísmico estático en Etabs.	141
Figura 115. Asignar cargas muertas en las losas en Etabs.	141
Figura 116. Asignar cargas vivas en las losas en Etabs.	141
Figura 117. Entrada de datos para el cálculo del peso en Etabs.	142
Figura 118. Combinaciones de carga generadas en Etabs.	142
Figura 119. Ingreso de modos de vibración en Etabs.	142

Figura 120. Visualización del espectro de diseño importado en Etabs.	143
Figura 121. Definición de caso de carga dinámica en Etabs.	143
Figura 122. Asignar diafragmas rígidos por pisos en Etabs.	144
Figura 123. Asignar brazos rígidos a la estructura en Etabs.	144
Figura 124. Crear mallado en losas en Etabs.	144
Figura 125. Crear mallado en muros en Etabs.	145
Figura 126. Revisión de errores de la estructura en Etabs.	145
Figura 127. Pesos sísmicos por pisos en Etabs.	149
Figura 128. Cortante estático en la base en la dirección X en Etabs.	150
Figura 129. Cortante estático en la base en la dirección Y en Etabs.	150
Figura 130. Desplazamiento máximo por sismo estático X en Etabs.	150
Figura 131. Desplazamiento máximo por sismo estático Y en Etabs.	151
Figura 132. Desplazamiento lateral por sismo estático Y en Etabs.	151
Figura 133. Desplazamiento lateral por sismo estático Y en Etabs.	151
Figura 134. Cortante dinámico en la base en dirección X en Etabs.	152
Figura 135. Cortante dinámico en la base en dirección Y en Etabs.	152
Figura 136. Periodos, frecuencias en Etabs.	152
Figura 137.Masa participativa en Etabs.	152
Figura 138. Centros de masas y rigideces en Etabs.	153
Figura 139. Desplazamiento máximo por sismo dinámico X en Etabs.	153
Figura 140. Desplazamiento máximo por sismo dinámico Y en Etabs.	153
Figura 141. Desplazamiento lateral por sismo dinámico X en Etabs.	153
Figura 142. Desplazamiento lateral por sismo dinámico Y en Etabs.	154
Figura 143. Reacciones debido a carga muerta total en Etabs.	154

Figura 144. Reacciones debido a carga viva en Etabs.	155
Figura 145. Reacciones debido a sismo dinámico en X en Etabs.	155
Figura 146. Reacciones debido a sismo dinámico en Y en Etabs.	155
Figura 147. Área de acero y momento actuante de viga en Etabs.	156
Figura 148. Verificación del diseño de viga en Etabs.	157
Figura 149. Área de acero de columna en Etabs.	157
Figura 150. Diagrama de interacción de la columna en Etabs.	157
Figura 151. Chequeo del área de refuerzo de la columna en Etabs.	158
Figura 152. Puntos del diagrama de interacción de la columna en Etabs.	158
Figura 153. Distribución de muros típico.	159

RESUMEN

Esta investigación debe responder al problema general: ¿Cuál es el resultado del análisis comparativo aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas en el distrito de Pucará, Huancayo, 2017?; siendo el objetivo general: Realizar el análisis comparativo aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas en el distrito de Pucará, Huancayo, 2017; y la hipótesis general que debe contrastarse es: El resultado del análisis comparativo aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas en el distrito de Pucará, Huancayo, 2017; y la hipótesis general que debe contrastarse es: El resultado del análisis comparativo aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs presenta deficiente comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas en el distrito de Pucará, Huancayo, 2017; y la hipótesis general que debe contrastarse es: El resultado del análisis comparativo aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs presenta deficiente comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas en el distrito de Pucará, Huancayo, 2017, no cumpliendo los requerimientos mínimos de la norma peruana.

El método de investigación es el científico, de tipo de investigacion aplicada, de nivel descriptivo - correlacional y el diseño de la investigación es no experimental; la población esta conformada por todas las viviendas autoconstruidas en el distrito de Pucará y el muestreo es no probabilístico intencional o dirigido, corresponde a una vivienda autoconstruida ubicado en el Jr. Puno N° 250 distrito de Pucará.

Como conclusión principal se tiene que, la evaluación del comportamiento estructural de una vivienda autoconstruida aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs, no se comporta adecuadamente, no cumpliendo los requerimientos mínimos de las Normas Peruanas (E.030, E.060, E.070).

Palabras claves: Análisis comparativo, software Robot Structural Analysis, Etabs, comportamiento estructural, viviendas autoconstruidas.

ABSTRACT

This investigation must respond to the general problem: What is the result of the comparative analysis applying the software Robot Structural Analysis and Etabs to evaluate the structural behavior of self-built homes in the district of Pucará, Huancayo, 2017?; being the general objective: Carry out the comparative analysis by applying Robot Structural Analysis software and Etabs to evaluate the structural behavior of self-built homes in the district of Pucará, Huancayo, 2017; and the general hypothesis that must be contrasted is: The result of the comparative analysis applying the Robot Structural Analysis and Etabs software presents a deficient structural behavior of self-built homes in the district of Pucará, Huancayo, 2017, not meeting the minimum requirements of the Peruvian standard.

The research method is the scientific one, of the applied research type, of a descriptive - correlational level and the design of the research is non experimental; The population is made up of all the self-built homes in the district of Pucará and the sampling is intentional or directed non-probabilistic, corresponds to a self-built housing located in the Jr. Puno No. 250 district of Pucará.

As a main conclusion, the evaluation of the structural behavior of a self-built dwelling using Robot Structural Analysis and Etabs software does not behave properly, not meeting the minimum requirements of the Peruvian Standards (E.030, E.060, E. 070).

Keywords: Comparative analysis, Robot Structural Analysis software, Etabs, structural behavior, self-built housing.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación, tiene como finalidad realizar el análisis y diseño estructural aplicando una nueva herramienta de la casa de Autodesk, denominado Robot Structural Analysis; para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas en el distrito de Pucará – Huancayo; y para verificar que los resultados sean versátiles, se comparó con el software más usado en nuestro medio Etabs (SCI); iniciando con la modelación de la estructura (Pre-procesamiento), dando paso al procesamiento numérico de los datos (Procesamiento) y por último el análisis de los resultados (Post procesamiento), todo en base a las normas peruanas (E.020, E.030 y E060), también con el apoyo de la norma internacional ACI 318. Para esto se ha considerado los siguientes capítulos:

El Capítulo I, explica el problema de investigación conformado por el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la justificación, la delimitación de la investigación, las delimitaciones, limitaciones y los objetivos de la investigación.

El Capítulo II, consiste sobre el marco teórico, los antecedentes tanto nacional e internacional, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y las variables.

El Capítulo III, se presenta la metodología considerando el método de la investigación, el tipo de investigación, el nivel de investigación, el diseño de investigación; asimismo se consigna la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección, el procesamiento de la información tanto en pre

campo, campo, gabinete y elaboración de informe, las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV, trata sobre los resultados de la investigación en base a los objetivos planteados.

El Capítulo V, trata sobre la discusión de los resultados.

Culminando esta investigación está las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Huaraca Ramos, Anibal.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La tecnología de la ingeniería estructural, avanza desde hace años a ser cada vez más eficiente y dar respuesta más rápidos a los problemas de la sociedad, por lo que se requiere buscar nuevas alternativas tecnológicas que permitan potencializar los trabajos.

Vemos la necesidad de dar a conocer una nueva herramienta de cálculo estructural que optimicen tiempos y costos; implementando el software Robot Analysis Structural, ofrece una gran ventaja en cuanto a la configuración del idioma deseado a trabajar, como también nos permite realizar el armado detallado de los aceros en el mismo software y pudiendo visualizar la armadura tridimensional de manera real y la obtención de los planos; además que se integra con softwares de tecnología BIM (Building Integration Modeling).

El Perú se encuentra en una región sísmicamente muy activa (El cinturón de fuego del pacífico), por consiguiente, la región Junín presenta tres fallas

geográficas, la de Huaytapallana (Huancayo), Gran Pajonal (Satipo) y Ricrán (Jauja) que podrían ser perjudiciales; es necesario evaluar el comportamiento de las viviendas con mayor riesgo que son las autoconstruidas. Con los resultados se busca plantar soluciones de reforzamientos para aumentar la resistencia de las viviendas.

Además, el índice de viviendas autoconstruidas ha crecido en los últimos años en el distrito de Pucará – Huancayo, donde la mayoría de sus construcciones son de albañilería confinada, considerada en nuestro medio como "material noble". Debido a la escasa situación economía, los pobladores no cuentan con la posibilidad de contratar un profesional y construyen sus viviendas de manera informal, sin planos estructurados, sin asistencia técnica, con material de baja calidad y un mal proceso constructivo.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el resultado del análisis comparativo aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas en el distrito de Pucará, Huancayo, 2017?

1.2.2. Problemas específicos

 a) ¿Cuál es el análisis estático aplicando el software Robot
 Structural Analysis y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas?

- b) ¿Cuál es el análisis dinámico aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas?
- c) ¿Cuál es el diseño estructural aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o social

La presente investigación se realiza con el propósito de evaluar el comportamiento de las viviendas autoconstruidas, así garantizar la seguridad de las personas ante la posible ocurrencia de un sismo de considerables proporciones y plantear soluciones de reforzamiento de las estructuras.

1.3.2. Metodológica

Esta investigación propone desarrollar un método para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas, siguiendo las etapas, de pre procesamiento, procesamiento y pos procesamiento, mediante una nueva herramienta de cálculo estructural, denominado Robot Structural Analysis; la metodología utilizada servirá para investigaciones análogas y con aplicación a otros temas.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La investigación se desarrolló en el barrio 28 de Julio del distrito de Pucará, provincia Huancayo, región Junín.

1.4.2. Temporal

El estudio se delimitó temporalmente al año 2017, en los meses de setiembre a diciembre se realizó la elaboración del proyecto de tesis, asimismo para demostrar los resultados del estudio.

1.4.3. Económica

El costo total del proyecto de investigación considerando servicios (viáticos, ensayos) e insumos (impresiones, copias, ploteos) fue cubierto por el investigador.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Temporal

No se pudo realizar la investigación en más de una vivienda, por motivos de tiempo y por el acceso libre a la zona de estudio para la toma de datos.

1.5.2. Tecnológica

La carencia de material bibliográfica y de capacitación en nuestro medio de la utilización del software Robot Structural Analysis.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Realizar el análisis comparativo aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas en el distrito de Pucará, Huancayo, 2017.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar el análisis estático aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas.
- b) Establecer el análisis dinámico aplicando el software Robot
 Structural Analysis y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas.
- c) Verificar el diseño estructural aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

Taboada y De Izcue (2009), en su tesis titulada "Análisis y Diseño de Edificios asistido por computadoras", tesis para optar al grado de Ingeniero Civil, Perú; llega a las conclusiones:

- Al utilizar programas de cómputo se reduce los tiempos de modelado y se pueden modificar de manera rápida. Sin embargo, la versatilidad de los resultados está en función de un modelo que se asemeja al comportamiento real de la estructura.
- Para el diseño de las columnas y muros en el programa Etabs, utiliza un sub programa, que es el Diseñador se Secciones, que facilitan la obtención de diagramas de interacción de las secciones transversales.
- 3. En el diseño de las vigas, el software calcula las cargas por el método de área tributaria, por lo que los resultados son posibles

obtener directamente del diseño automático (áreas o cuantías de acero).

4. La norma peruana no está contemplada dentro del software Etabs, pero es posible obtener los mismos resultados que al diseñar con ésta, si se selecciona el código ACI 318-99 para el diseño y se especifica que los elementos son del tipo "Ordinario" (sway ordinary).

Guevara y Vera (2013), en su tesis titulada "Diseño de un Edificio de Concreto Armado de 6 pisos con semisotano para un Hotel-Restaurant-Ubicado en el Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia Santa", tesis para optar al grado de Ingeniero Civil, Perú; llega a las conclusiones:

- La utilización del software Etabs mejora el diseño en concreto armado al darle mayor precisión y no sobre reforzando ni sobredimensionando los elementos resistentes. Sin embargo, se debería verificar la versatilidad de los resultados ya que la incorrecta utilización del software podría tener consecuencias graves en el diseño.
- El diseño de los elementos estructurales se realiza por el método por Resistencia. Este método permite ajustar los factores de carga (factores de amplificación). Como también, se ajustan los factores de reducción de resistencia (f) y la resistencia misma (R) en cada caso.

3. Para cada elemento estructural, la resistencia real debe ser lo suficientemente elevada para resistir, siempre con un margen de reserva, todas las cargas previsibles que pueden actuar sobre los elementos durante la vida de la estructura, evitando que pueda poner en riesgo la estabilidad global de la estructura.

(Vera, 2017), en su tesis titulada "Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda autoconstruida el año 2012, sector Camino Real II, calle Tres Marías-provincia de Jaén", tesis para optar al grado de Ingeniero Civil, Cajamarca - Perú; llega a las conclusiones:

- Después de evaluar el comportamiento de la vivienda autoconstruida, se concluye que no cumple con los requerimientos exigidos por la Norma Peruana E – 030.
- 2. El resultado de la cortante dinámica basal fue de 193.76Ton. en la dirección X-X y 220.05Ton. en la dirección Y-Y, y la cortante estático basal fue de 242.513Ton., cumpliendo con la cortante dinámica mínima (80% Vest), en la dirección Y-Y, mientras que en la dirección X-X, no cumple el requerimiento de la norma, por lo que será necesario escalar estas fuerzas dinámicas.
- 3. Se obtuvo deriva máxima de 0.008 y un desplazamiento máximo de 1.79 cm. En la dirección X-X, no cumple con la deriva máxima establecida para albañilería confinada según la Norma E.030, por lo que fallará la estructura por efectos de rigidez, mientras que en

la dirección Y-Y, si cumple con los parámetros de la norma (deriva máxima 0.001).

4. Los comportamientos estructurales de estas viviendas autoconstruidas son muy deficientes, por lo que no cumplen los requisitos mínimos que las normas, por lo que será indispensable reforzar la estructura para evitar daños considerables ante un evento sísmico.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Quinchiguango y Taco (2016), en su investigación titulada "Análisis Estructural de una edificación de hormigón armado a través del Software Robot Analysis Structural", tesis para optar al grado de Ingeniero Civil, Ecuador; llega a las conclusiones:

- En el software Robot Structural a la hora de calcular los pesos propios, no resta la parte de las losas que se traslapa con las vigas, por lo que, el resultado debido a cargas muertas es más conservador respecto a la generada en Etabs; obteniendo en Robot 709.57 Ton. y el de Etabs 689.95 Ton., con una diferencia de 19.62 Ton., la cual es aceptable el resultado.
- 2. En cuanto a las masas participativas obtenidas en ambos softwares superan el 90%, en Robot el valor es 98.46% y en Etabs de 99.50%, valores muy similares, con lo que se concluye que ambos resultados son válidos y cumplen con lo establecido en la normativa NEC-SE-DS.

- Los desplazamientos laterales o derivas máximas son menores a 0.02, tanto en Robot Structural como en Etabs, por lo que si cumple con los requerimientos de la normativa vigente.
- 4. El software Robot Structural está pensado más en el flujo de trabajo netamente BIM, ya que se interconecta con diferentes programas como Revit Structural, Naviswork, Revit Electrical y Revit MEP; si habría mayor información y capacitación en nuestro medio sería una gran herramienta que optimice tiempos y costos; ya que Etabs posee un flujo de trabajo BIM limitado, previa instalación de complementos que ayuden interactuar con softwares como Revit.

Nieto (2016), en su investigación titulada "Manejo del software Revit y su incidencia en el modelado de información para la construcción de edificaciones en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua", tesis para optar al grado de Ingeniero Civil, Ecuador; llega a las conclusiones:

- 1. El software Robot Structural Analysis se puede utilizar para los análisis estático, dinámico y estático no lineal de estructuras.
- Robot Structural no solo analiza y diseña elementos estructurales de concreto armado, sino que también realiza el armado del acero de refuerzo dentro del mismo programa de diseño, que posteriormente podrían ser exportados a Revit o AutoCAD para su ploteo.

 En el software Robot Structural se puede realizar el análisis, cálculo y diseño de cimentaciones conociendo únicamente la estratigrafía del suelo en el que se va a construir la estructura.

Carabela (2013), en su investigación titulada "Comparación de la modelación, análisis y diseño de estructuras entre los programas SAP200, Etabs, Staad Pro y Robot", tesina para optar al grado de Especialista en Estructuras, México; llega a las conclusiones:

- Como resultados de esta investigación, se observó la diversidad de softwares que existe para el análisis y diseño estructural, y la preferencia para la utilización por países o regiones.
- En cuanto a los resultados obtenidos del análisis, en cada software, los resultados fueron similares, con una diferencia mínima, de un programa a otro.
- 3. En el diseño de elementos estructurales, hubo casos de inconsistencia en los diseños, en comparación de lo obtenido de manera manual, las diferencias iban hasta un 25%. Así que los resultados de diseño efectuados por los programas, no tomar como válidos; a no ser que sean comprobados con los calculados de manera convencional.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Aplicación de software en el ejercicio del análisis y diseño estructural

Según Taboada y De Izcue (2009), actualmente los programas computarizados nos felicitan los trabajos de análisis y diseño estructural, empleando el método de elementos finitos han permitido solucionar problemas de la ingeniería estructural.

En general las etapas que pueden realizar los programas de análisis estructural son:

Pre Procesamiento (Realizar el modelaje)

Esta etapa consiste en realizar el modelado de la estructura a ser analizada mediante un conjunto de objetos, mallas de elementos finitos, a los cuales se les asigna sus propiedades mecánicas (coeficiente de Poisson, módulo de elasticidad, etc.), propiedades geométricas (sección transversal, espesores, etc.), el material y las solicitaciones de carga (fuerzas, momento, desplazamientos, etc.). Según (Taboada y De Izcue, 2009).

Procesamiento (Procesamiento numérico de los datos)

Esta etapa consiste en definir el tipo de análisis que se va ejecutar, pudiendo ser el análisis estático elástico, análisis dinámico lineal (modal, tiempo-historia y espectral), análisis de respuesta térmica, análisis de acciones incrementales (Pushover), análisis transitorio lineal y no lineal y al análisis de líneas de influencia. Según (Taboada y De Izcue, 2009).
Post Procesamiento (Análisis de los resultados)

Los resultados se pueden visualizar a través de gráficos (reacciones en la base, fuerzas internas, distribución de fuerzas y esfuerzos), tablas (desplazamientos, rotaciones y reacciones, fuerzas internas, modos del edificio) y funciones (curvas espectrales de respuesta, trazas tiempo-historia y curvas estáticas Pushover), o de manera impresa, a través de archivos de texto. Según (Taboada y De Izcue, 2009).

Además, es posible obtener la deformación del modelo de forma animada, los modos de vibración y exportar los resultados a hojas de cálculo en Excel, formatos de texto o bases de datos. Según (Taboada y De Izcue, 2009).

2.2.2. Robot Structural Analysis

Según (Villarroel, 2016), es un software utilizado para modelar, analizar y diseñar diferentes tipos de estructura, bajo la norma ACI 318. Además, realiza diferentes tipos de análisis tales como: estático, análisis de primer y segundo orden, líneas de influencia, etc.

Algunas ventajas del software son:

 Interoperabilidad y flujos de trabajo dinámicos: Para ampliar el proceso Building Information Modeling (BIM), ya que se integra con softwares como es Autodesk Revit o Navisworks, AutoCAD, AutoCAD Structural Detailing, entre otros. (Civilgeeks.com, 2014).

- Capacidad de cálculo de estructuras de concreto armado, acero, madera y entre otros.
- Modelación y calculo por elementos finitos (Tecnología MEF): Mallado automático que ofrecen resultados más reales.
- Preferencias específicas por países: Como EE.UU., Francia, Alemania, Holanda, China, Australia Emiratos Árabes, Chile, México.
- Cálculo con normativas internacionales: Incluye multiples códigos, normas y materiales de todo el mundo (60 bases de datos de materiales y secciones, 40 codigos internacionales de acero, 30 codigos de concreto armado). (Civilgeeks.com, 2014).
- Es multilingüe: Pudiendo trabajar hasta 14 idiomas como Español, Inglés, Chino, Francés, Portugués, Japonés, Ruso, Griego, Letón, Lituano, Estonio, Rumano, Tailandés, Polaco, entre otros. (Civilgeeks.com, 2014).
- Simula automáticamente las cargas de viento: Calcula los efectos dinámicos del viento, y permite visualizar mapas de presion coloreados para entender los efectos del viento.
- Flujo de trabajo continuo desde su analisis y diseño hasta los planos de fabricacion, exportando el modelo para el detallado final de los planos a AutoCAD Structural Detailing, Autodesk Advanced Concrete y Autodesk Advanced Steel; lo que supone una gran ventaja en ahorro de tiempo.

- Genera el diseño de cimentaciones sin requeririr un programa adicianal.
- Diseña losas de entrepiso sin requerir un programa adicional.
- Presentacion de los resultados en graficos, cuadros, memoria de calculo, captura de pantalla y planos a detalle.

Las desventajas sol software son:

- Al ser un software nuevo e innovador, no existe mucha información y capacitación en nuestro medio, ya que el uso de este software no es comercial en nuestro país.
- No realiza un detallado de acero para presentar como planos finales.

2.2.3. Etabs

Es un software de la empresa CSI (Computers and Structures), que analiza y diseña estructuras de diferentes tipos.

Su nombre es la abreviatura en ingles de Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems (Análisis Tridimensional Extendido de Edificaciones). Según (CSI, 2017).

Algunas ventajas son:

- Gran número de espectros de respuestas de diferentes normativas latinoamericanas, incluida la Peruana E.030.
- Software mas usado en nuestro medio y que se tiene mayor conocimiento, capacitaciones.
- Posibilidad de cálculo y comprobación de columna fuerte viga débil.

Algunas desventajas son:

- No tiene un detallado de refuerzos y conexiones en acero.
- La interoperatibilidad con software BIM es más limitada, salvo la previa instalación de componentes que ayuden a una interconexión entre Etabs.
- El motor de generación de mesh (mallado) es más propensa a generar errores de mallado y genera no coincidencias de vértices.

2.2.4. Análisis estructural

Es el proceso para determinar la respuesta de una estructura frente a cargas y condiciones específicas.

El análisis de la estructura se divide según el tipo de carga actuante: Análisis para cargas de gravedad y análisis para cargas sísmicas. Según (Choquehuanca, 2017).

Análisis para cargas de gravedad

Según Choquehuanca (2017), procedimiento que permite la obtención de fuerzas internas de la estructura (fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momento de flexión), deflexiones y reacciones en los apoyos debido a las cargas de gravedad (carga muerta y carga viva) que actúan en la edificación. Y se clasifican en:

a. Cargas permanentes o muertas: Son cargas gravitacionales que actúan de manera permanente sobre la estructura, que no varían con el tiempo; lo conforman el peso propio de la estructura y el peso de elementos añadidos a la estructura (acabados, tabiques). Según (RNE E.020, 2006).

Tabla 1. Pesos unitarios de materiales.

Material	Peso Unitario (kg/m³)
Concreto Armado	2400
Unidad de arcilla cocida solida	1800

Fuente: RNE E.020 (2006)

Losas aligeradas armadas en una sola dirección de concreto armado, con vigueta de 0.10m separados a 0.40m entre ejes.

Tabla 2. Pesos unitarios de aligerados.

Espesor de aligerado	Peso (Ton/m ²)
17	280
20	300
25	350
30	420

Fuente: RNE E.020 (2006)

b. Carga viva o sobrecarga: Son cargas de carácter móviles, que varían con el tiempo. Lo conforman el peso de personas, muebles, vehículo, nieve, agua, equipos removibles, puente grúa, etc. Según (RNE E.020, 2006).

Tabla 3. Carga viva repartida

Espesor de aligerado	Cargas repartidas (Kg/m²)
Viviendas	200

Fuente: RNE E.020 (2006)

Análisis para cargas sísmicas

Son cargas accidentales que pasan en un instante de tiempo, debido al movimiento vibratorio de la superficie terrestre que ocurre durante un sismo. Este análisis se realiza para determinar las fuerzas internas de la estructura (desplazamiento lateral o deriva).

2.2.5. Consideraciones generales para el análisis

Las edificaciones deben cumplir los parámetros mínimos de la norma E.030-2016, para que tengan un adecuado comportamiento sísmico.

Zonificación

La norma peruana considera dividido en 4 zonas sísmicas a cada una de las cuales asigna un Factor de Zona (Z), que se entiende como la aceleración máxima del terreno que tiene 10 % de probabilidad de ser superada en 50 años.



Figura 1. Zonificación sísmica para el Perú.

Tabla 4. Factores de Zona "Z".

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: RNE E.030 (2016)

Condiciones geotécnicas

La norma (E.030, 2016), clasifica los perfiles de suelo, empleando tres expresiones: velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (Vs), el promedio ponderado de los *N*60 obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), y el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada para suelos cohesivos (Su).

Tabla 5. Perfiles de suelo.

Clasificación de los perfiles de suelo			
PERFIL	VS	N60	Su
S 0	>1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kpa
S2	180 m/ a 500 m/s	15 a 50	50 kpa a 100 kpa
S 3	< 180 m/s	< 15	25 kpa a 50 kpa
S4	S4 Clasificación basada en el EMS		

Fuente: RNE E.030 (2016)

Donde:

Perfil tipo So: Roca Dura.

Perfil tipo S1: Roca o Suelo muy Rígidos.

Perfil tipo S2: Suelos Intermedios.

Perfil tipo S3: Suelos Blandos.

Perfil tipo S4: Condiciones excepcionales.

Parámetros de Sitio

La norma determina el factor de amplificación del suelo "S" ya no solo dependiendo del tipo de suelo sino también de la zona sísmica.

Tabla 6. Factor de suelo.

Factor de Suelo "S"				
Zona Suelo	So	S1	S2	S3
Z4	0.8	1	1.05	1.1
Z3	0.8	1	1.15	1.2
Z2	0.8	1	1.2	1.4
Z1	0.8	1	1.6	2

Fuente: RNE E.030 (2016).

Los periodos fundamentales Tp y TL dependen del perfil del suelo.

Tabla 7. Periodos de vibración.

Periodos "Tp" Y "TL"				
		PERFIL D	E SUELO	
	So	S1	S2	S3
TP(s)	0.3	0.4	0.6	1
TL(s)	3	2.5	2	1.6

Fuente: RNE E.030 (2016).

Factor de amplificación sísmica(C)

Se define de acuerdo a las condiciones de sitio y se interpreta como el cociente entre el valor máximo de la aceleración en la estructura y el valor pico de la aceleración en su base del suelo.

La norma representa por C a este factor y permite estimarlo por la expresión:

Tabla 8. Factor de amplificación sísmica.

Condición	Valor de "C"
Т < ТР	C = 2.5
TP < T< TL	$C = 2.5 * \left(\frac{Tp}{t}\right)$
T > TL	$C = 2.5 * \left(\frac{Tp * Tl}{t2}\right)$

Fuente: RNE E.030 (2016).

Categoría de las edificaciones y factor de uso (U)

De acuerdo a la norma E.030, 2016, las edificaciones se clasifican según categorías, asignándosele un factor de uso o importancia "U".

Tabla 9. Categoría de la edificación y Factor de uso.

Categoría de la edificación y Factor "U"		
Categoría	Descripción	Factor U
A	Esenciales	1.5
В	Importantes	1.3
С	Comunes	1
D	Temporales	*

Fuente: RNE E.030 (2016).

Sistemas Estructurales y Coeficiente de Reducción sísmicas

(Ro)

El sistema estructural se clasifica según los materiales usados y

el sistema estructural predominante en cada dirección. Por lo que se

obtendrá un coeficiente de reducción sísmica (R).

 Tabla 10. Sistemas estructurales.

Sistema estructural	Coeficiente básico de reducción "Ro"
Concreto armado:	
Pórtico	8
Dual	7
De Muros Estructurales	6
Muros de Ductilidad Limitada	4
Albañilería Armada O Confinada	3
Madera (Por Esfuerzos Admisibles)	7

Fuente: RNE E.030 (2016).

Estimación del peso sísmico "P"

Para el cálculo del peso deberá tomarse el total de la carga muerta más un porcentaje de la carga viva de acuerdo a lo establecido en el

código. Según (E.030, 2016), se tiene:

- En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50% de la carga viva.
- b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.
- c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- d. En azoteas y techos en general se tomará el 25% de la carga viva.
- e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

2.2.6. Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes.

Según este método las solicitaciones sísmicas se pueden representar por un conjunto de fuerzas aplicadas en los centros de gravedad de cada nivel. Debe emplearse para edificios reculares e irregulares no más de 30 m de altura y estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura. Según RNE E.030 (2016)

Fuerza cortante en la base.

Representa la fuerza total actuante sobre el edificio que luego debe distribuirse en la altura del edificio. Este valor sirve también para establecer el valor mínimo de la cortante dinámica.

$$V = \frac{ZUCS}{R} * P$$

Debe considerarse el valor mínimo de:

$$\frac{C}{R} \ge 0.125$$

Distribución de la fuerza sísmica en altura.

La fuerza cortante total actuante, se distribuye en altura en un conjunto de fuerzas aplicadas en cada uno de los diafragmas. Se calcularan de la siguiente expresión: Según(E.030, 2016):

$$Fi = \alpha i * V$$
$$\alpha i = \frac{Pi (hi)^k}{\sum_j^n Pi (hi)^k}$$

Donde:

- n: número de pisos del edificio.
- 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) ≤ 2.0

Periodo fundamental de vibración

Para estimar el periodo fundamental en cada dirección, la norma (E.030, 2016) permite usar expresiones aproximadas o los resultados de un análisis dinámico.

$$T = \frac{hn}{CT}$$

Dónde:

- hn = Es la altura total del edificio
- CT = 35 Para edificios cuyos elementos resistentes sean únicamente pórticos
- CT = 45 Para edificios cuyos elementos resistentes sean pórticos y las cajas de ascensores y escaleras.

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

También podrá usarse la siguiente expresión:

$$T = 2\pi * \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^{n} Pi * di^2)}{(g * \sum_{i=1}^{n} fi * di^2)}}$$

Donde:

- fi: Es la fuerza lateral en el nivel i correspondiente a una distribución a una altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.
- di: Es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas fi.

2.2.7. Análisis dinámico modal espectral

Modos de vibración

Para un edificio con diafragmas rígidos, el número de modos de vibración es igual a 3 veces el número de pisos.

Se considerará por lo menos el 90 % de la masa total de la edificación, en los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. Según(E.030, 2016).

Aceleración espectral

Con los parámetros sísmicos se determinará el espectro de pseudo aceleración para cada dirección horizontal de análisis.

$$Sa = \frac{ZUCS}{R} * g$$

Fuerza cortante mínima

La (E.030, 2016) establece que la fuerza cortante en la base debe ser como mínimo el 80% de la cortante estática, para estructuras regulares o el 90 % para estructura irregulares.

Determinación de desplazamientos laterales:

Según (E.030, 2016) los desplazamientos laterales se obtendrán

previa multiplicación por 0.75R para estructuras regulares y por R

para estructuras irregulares.

Los límites permisibles son:

Tabla 11.Límites de distorsión de entrepisos

LIMITES PARA DISTORSIÓN DE ENTREPISO		
Material Predominante	(∆i / hei)	
Concreto Armado	0.007	
Acero	0.01	
Albañilería	0.005	
Madera	0.01	
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005	

Fuente: RNE E.030 (2016).

2.2.8. Diseño estructural

El método de diseño utilizado será el Diseño por Resistencia, donde determina un margen de seguridad estructural a través de dos recursos, que son: amplificando las cargas (para aumentar la resistencia requerida) y reduciendo la resistencia nominal mediante uso de factores de reducción de resistencia Ø. Método que consiste en que todas las secciones deben tener una resistencia de diseño (afectada por factores de reducción de resistencia) por lo menos igual a la resistencia requerida (afectada por amplificación de cargas). Según (Ruiz y Campos, 2009).

Resistencia de diseño ≥ Requerida

 \emptyset Mn \ge Mu (Flexion)

 \emptyset Vn \ge Vu (Cortante)

Factores de amplificaciones de cargas y combinaciones

Comb1 = 1.4CM + 1.7 CV Comb2 = 1.25(CM + CV) +1.0 SXX Comb3 = 1.25(CM + CV) +1.0 SYY Comb4 = 0.9CM + 1.0 SXX Comb5 = 0.9CM + 1.0 SYY

Factores de reducción de resistencia.

Tabla 12. Factores de reducción de resistencia ACI.

Asignación de parámetros	Factor de reducción (Ø)
Flexión	0.90
Cortante	0.85
Flexo compresión y Compresión con estribos	0.75
Aplastamiento	0.70

Diseño de losas aligeradas y vigas

Según (Chevarria, 2014), el diseño de las losas y vigas se realiza para resistir esfuerzos de flexión y corte, considerando los efectos de carga de gravedad y sismo.

Diseño por flexión

El diseño por flexo compresión se efectúa con la siguiente expresión:

$$\emptyset$$
Mn \ge Mu

Para el cálculo de área de acero

$$Mu = \emptyset * b * d^{2} * f'c * w(1 - 0.59 * w)$$

$$\rho = \frac{As}{bd}$$

$$w = \frac{\rho * fy}{f'c}$$

Donde:

Mu : Momento amplificado.

b : Ancho de la cara en compresión.

d : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

f'c : Resistencia especificada a la compresión del concreto.

fy : Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo.

w : Índice de refuerzo a tracción.

 ρ : Cuantía del refuerzo As evaluada sobre el área bd.

En el caso de vigas con acero en tracción y compresión, el momento último es:

$$Mu = 0.85 * a * b * \left(d - \frac{a}{2}\right) + A's * fy * (d - d')$$

Sabiendo que:

$$a = \frac{(As - A's) * fy}{0.85f'c * b}$$

Mu : Momento amplificado.

b : Ancho de la cara en compresión.

d : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.

d' : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en compresión.

f'c : Resistencia especificada a la compresión del concreto.

fy : Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo.

As : Área del refuerzo longitudinal no pre-esforzado a tracción.

A's : Área del refuerzo longitudinal a compresión.

El área de acero mínimo de refuerzo por tracción de la sección rectangular y de las secciones en T con el ala en compresión, no será menor de:

$$As min = \frac{0.7\sqrt{f'c} * b * d}{fy}$$

El área máxima de refuerzo de las secciones rectangulares y de la sección T con ala en compresión, no será mayor que:

As max =
$$\left(0.85 * \beta 1 * \frac{f'c}{fy}\right) * \left(\frac{6000}{6000 + fy}\right) * b * d$$

Diseño por corte

La ecuación básica para el diseño por corte se efectúa con la siguiente expresión:

El aporte del concreto viene dado por:

$$Vc = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

La resistencia que debe proporcionar el refuerzo por corte está dada por:

$$Vs \le \frac{Vu}{\emptyset} - Vc$$

Por tanto, el espaciamiento entre estribos se calcula según:

$$s \le \frac{\operatorname{Av} * \operatorname{fy} * \operatorname{d}}{Vs}$$

Sabiendo que Av (área de refuerzo de cortante) es igual a 2 veces el área del estribo.

La verificación por fuerza cortante se ara calculando la capacidad nominal por medio de las siguientes expresiones:

$$\emptyset(Vc + Vs) \ge Vu$$

Donde:

Vu: Fuerza cortante ultima de diseño.

Diseño de columna

Diseño por flexo compresión

Las columnas son elementos estructurales sometidos a compresión y flexo-compresión, por lo que es necesario elaborar diagramas de interacción para obtener los puntos (Mu, Pu), de acuerdo a las combinaciones de carga, y a ser que estos puntos estén dentro del diagrama de interacción. Según (Ruiz y Campos, 2009).



Figura 2. Diagrama de interacción.

2.2.9. Viviendas autoconstruidas

Son viviendas construidas de manera informal, sin asistencia técnica y profesional que garanticé la seguridad de las mismas. Son aquellas construidas por los mismos propietarios, por un maestro o albañil de la zona donde se encuentre. Según (Vera, 2017).

Sistema Estructural de Albañilería Confinada

Es una técnica de construcción que normalmente son para vivienda con los siguientes elementos: muros, columnas de amarre, vigas soleras, entre otros elementos. En este tipo de edificación primero se construye el muro de ladrillo, luego se procede a vaciar el concreto de las columnas de amarre y, finalmente, se construye el techo en conjunto con las vigas. Según (Vera, 2017).

Densidad mínima de muros: Según (E.070, 2006), La densidad mínima de muros portantes en cada dirección de una vivienda está dado por:

$$\frac{\text{Area de muros}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\text{Am}}{\text{Ap}} = \frac{\sum \text{ L * t}}{\text{Ap}} \ge \frac{\text{Z * U * S * N}}{56}$$

Dónde:

- "Z", "U" y "S" Parámetros sísmicos, especificados en la RNE E.030.
- "N" es el número de pisos del edificio.
- "L" es la longitud total del muro (incluyendo columnas, sí existiesen).
- "t" es el espesor efectivo del muro.

2.2.10. Reforzamiento tradicional existente

Es el conjunto de medidas preventivas para aumentar la resistencia, rigidez o ductilidad de las edificaciones antes que ocurra un sismo.

Algunas causas que generan las fallas más comunes son:

Baja densidad de muros y Falta de columnas de confinamiento: Escasa densidad de muros en una dirección y falta de confinamiento de los muros, o la distancia entre ellas es mayor de 4 m según la normativa.

Para solucionar el problema se incorpora nuevas columnas, picando y colocando varillas de acero de acuerdo a las recomendaciones de un profesional.

Problema de piso blando: Muchas veces los muros del primer piso son discontinuos, como también de mayor altura por el uso (cochera, restaurante o tienda), y es más flexibles que los demás pisos.



Figura 3. Vivienda por falla de piso blando.

Para arreglar el problema es necesario rigidizar el primer nivel flexible, añadiendo nuevos muros de concreto armado o albañilería en los lugares más vulnerables. Según (Blondet, 2012).

Tabiques, parapetos y voladizos sin arriostrar: Para ganar espacio en los pisos superiores, se recurre a voladizos en las fachadas de las viviendas. La conexión dentada entre los tabiques transversales es insuficiente como para soportar las acciones sísmicas perpendiculares al plano y terminan volcándose.

Para solucionar el problema se utiliza una forma de arriostrar el tabique con malla electrosoldada, o arriostrar con columnetas. Según (Blondet, 2012).

Tabiques de ladrillo pandereta: Existen también el problema de utilizar ladrillo pandereta en muros portantes; por la fragilidad de este ladrillo, en un sismo de considerables proporciones, el muro tiende a fallar.

Una solución para evitar el que los ladrillos se trituren es reforzándolos con malla electrosoldada como en el caso anterior.

2.3. Definición de términos

Es importante conocer algunos términos que serán utilizados durante todo el proyecto:

- Análisis estructural: Es la determinación de las fuerzas internas en los elementos de la estructura.
- 2. Análisis estático: Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales, actuando en cada nivel de la edificación. Caracteriza a este tipo de análisis el hecho que las cargas actuantes sobre la estructura no dependen del tiempo. Según (Canchanya y Vargas, 2017).
- 3. Análisis dinámico: Caracteriza a este tipo de análisis el que las cargas actuantes son variables con el tiempo debiendo requerirse la participación de las fuerzas de inercia en la estación de la respuesta de la estructura. Según (Canchanya y Vargas, 2017).
- 4. Albañilería confinada: Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. Según (RNE E.070, 2006).
- 5. Comportamiento estructural: Es la manera cómo reacciona la estructura ante la acción de fuerzas sísmicas
- 6. Cortante en la base: Permite determinar la fuerza lateral total como consecuencia de las fuerzas inercia que se induce a un sistema de N-

grados de libertad, distribuyéndolo posteriormente a lo largo de las diferentes alturas de la estructura. (Canchanya y Vargas, 2017).

- Centro de rigidez: Es un punto teórico en la planta del edificio donde aplicada una fuerza cortante horizontal, solo produce traslación. Según (Canchanya y Vargas, 2017).
- Centro de masa: Es el lugar geométrico en el cual se supone que está concentrada la masa en cada uno de los pisos. Según (Canchanya y Vargas, 2017).
- 9. Diafragma rígido: Es un elemento losa que se va a comportar como una estructura rígida que no experimentara deformación. Todas las partículas o puntos de la losa se moverán simultáneamente con el centro de masa. Según (Canchanya y Vargas, 2017).
- 10. Diseño estructural: Conjunto de etapas y procedimientos que desarrolla el ingeniero proyectista para determinar la forma, dimensiones y características detalladas de una estructura, es decir, la parte de una construcción que tiene por función soportar las diversas solicitaciones que se presentan durante las distintas fases de su existencia. Según (Fernandez, 2010).
- **11. Ductilidad:** Es la propiedad de aquellos materiales que, bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse sin llegar a romperse.
- 12. Espectro de respuesta para diseño: Es un espectro de tipo elástico para una fracción de amortiguamiento respecto al crítico del 5% utilizado con fines e diseño para representar los efectos dinámicos del sismo del diseño.

- 13. Excentricidades: Parámetro que determina el grado de desviación de una sección en cuanto a sus ejes.
- **14. Frecuencia natural (f):** Es el número de oscilaciones que la estructura efectúa por unidad de tiempo. Según (Canchanya y Vargas, 2017).
- **15. Fuerza sísmica de diseño:** Fuerza lateral que resultan de distribuir adecuadamente el cortante basal de diseño en toda la estructura.
- **16. Fallas estructurales:** Se refiere a un colapso en el cual la estructura se rompe parcial o totalmente.
- **17. Irregular:** Es un cambio sensible en rigidez, masa, altura en la estructura de una edificación.
- **18. Muro portante:** Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Según (RNE E.070, 2006).
- 19. Muro no portante: Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Ejemplo los parapetos, tabiques y cercos. Según (RNE E.070, 2006).
- 20. Periodo natural de la estructura (T): Es el tiempo que este se demora en completar un ciclo de vibración (ir y volver) de una edificación. Según (Canchanya y Vargas, 2017).
- **21.Rigidez lateral:** Es la capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.

- **22. Tabique:** Muro no portante de carga vertical, utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral. Según (RNE E.070, 2006).
- **23.Unidad de Albañilería:** Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar ó tubular.
- **24. Viga Solera:** Viga de concreto armado vaciado sobre el muro de albañilería para proveerle arriostre y confinamiento.

2.4. Bases legales

En el proceso de análisis y diseño se utilizaron las Normas Peruanas comprendidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.):

- RNE E.020: Cargas
- RNE E.030: Diseño Sismorresistente
- RNE E.060: Concreto Armado
- RNE E.070: Albañilería

Las principales referencias normativas extranjeras seguidas son:

 Código ACI-318, "Building Code Requirements for Structural Concrete" (Comité 318), Instituto Americano del Hormigón.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

El resultado del análisis comparativo aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs presenta deficiente comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas en el distrito de Pucará, Huancayo, 2017, no cumpliendo los requerimientos mínimos de la norma peruana.

2.5.2. Hipótesis específicas

- a) El análisis estático aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs poseen un mal comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas, no cumpliendo los parámetros mínimos de la norma E.030.
- b) El análisis dinámico aplicando el software Robot Structural Analysis
 y Etabs presenta deficiente comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas, no cumpliendo las especificaciones de la norma E.030.
- c) El diseño estructural aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs presenta deficiente comportamiento estructural de las viviendas autoconstruidas, no cumpliendo las exigencias de la norma E060.

2.6. Variables

2.6.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (x): Análisis estructural

Es el proceso mediante el cual se determina la respuesta de una estructura frente a cargas y condiciones específicas, utilizando el software Robot Structural y Etabs. Según (Choquehuanca, 2017).

Variable dependiente (y): Comportamiento estructural

Es la manera cómo reacciona la estructura ante la acción de fuerzas sísmicas de determinada magnitud, analizando su resistencia (capacidad de la estructura de soportar cargas sin colapsar), Rigidez (capacidad de soportar esfuerzos sin adquirir grandes desplazamientos) y Ductilidad (propiedad de deformarse para que la estructura pueda comportarse elásticamente durante sismos). Según (Vera, 2017).

2.6.2. Definición operacional de las variables

Variable independiente: Análisis estructural

Cuenta con tres dimensiones análisis estático, dinámico y diseño estructural, todos independientes cuantitativas ya que estos no están sujetos a ningún cambio, es decir, son autónomas.

Variable dependiente: Comportamiento estructural

Es una variable dependiente cuantitativa, porque los valores a obtener serán netamente numéricos que serán expresados en cuadros y gráficos, ya que los resultados se pueden medir de acuerdo al análisis y diseño estructural.

2.6.3. Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	
		Peso de la edificación,	
	Análicia potática	cortante estática,	
	Analisis estatico	distribución de fuerzas y	
Variable		desplazamiento lateral.	
Independiente:		Cortante dinámica, periodo	
Estructural	Análisis dinámico	fundamental,	
		desplazamiento lateral,	
		reacciones	
	Diseño estructural	Acero mínimo	
Variable		Resistencia	
dependiente:	Comportamiento	Rigidez	
Comportamiento	estructural	Ductilidad	
estructural		Ducilluau	

Tabla 13. Operacionalización de variables.

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método de la investigación es el científico, puesto que se sigue una serie de pasos ordenados y procedimientos utilizando los instrumentos hasta comprobar la hipótesis.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, puesto que busca plantear soluciones de problemas prácticos inmediatos a fin de cambiar las condiciones y mejorar la realidad perteneciente al ámbito de estudio.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo - correlacional; puesto que el nivel descriptivo busca especificar características, cualidades, propiedades y rasgos importantes de los hechos y fenómenos de la realidad; y el nivel correlacional pretende evaluar la relación que existe entre dos o más variables en un contexto particular.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación por la naturaleza del estudio es no experimental, ya que las variables son fijas y no se modifican; caen también a ser un diseño transeccional o transversal ya que se recolectó la información en un momento determinado de tiempo.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Para el estudio la población está conformado por todas las viviendas autoconstruidas en el distrito de Pucará, provincia Huancayo y región Junín.

3.5.2. Muestra

El muestreo es no probabilístico intencional o dirigido, por lo que se ha seleccionado como muestra una vivienda autoconstruida, ubicado en el Jr. Puno N° 250 distrito de Pucará, provincia Huancayo y región Junín.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Observación directa

Consiste en una técnica de visualización de hechos, en este caso las viviendas autoconstruidas, cuya evaluación observacional permite conocer la información de forma cerrada y concreta.

3.6.2. Recopilación de datos

Se utilizó el siguiente instrumento para la recolección de datos:

- Ficha de observación

3.6.3. Análisis de documentos

Basada en información bibliográfica e Internet, para la elaboración

del marco teórico y demás componentes de la investigación.

3.7. Procesamiento de la información

El procesamiento de la información se basó en el desarrollo de los siguientes pasos:

3.7.1. Campo:

Se realizó la visita a campo para reconocimiento de la zona de estudio,

identificando la vivienda más vulnerable.



Figura 4. Vista de la vivienda autoconstruida analizar.

3.7.2. Gabinete

- Procesamiento de la información de las características de la vivienda.
- Elaboración de planos de arquitectura, estructura.
- Descripción de la vivienda que sirvió de base para el desarrollo de la investigación según la ficha de observación (ver ANEXO N° 08).

Consideraciones estructuralesmás adelante

Descripción arquitectónica:

Uso	: Vivienda unifamiliar
Número de pisos	: 04 Pisos
Área techada	: 72.29 m ²
Descripción Estructural	
Sistema estructural	: Albañilería confinada
Losa aligerada	: 0.20 m (una dirección)
Vigas en dirección X	: VP (0.25x0.30 m).
Vigas en dirección Y	: VS (0.25x0.20 m).
Viga de borde	: VB (0.15x0.20 m)
Columnas	: C-1 (0.25x0.25 m),
	C-2 (0.20x0.20 m)
Albañilería	: 15 cm.

Las características de los materiales son: Según el ensayo de ESCLEROMETRIA (ver ANEXO N° 05), la resistencia alcanzada del concreto se utilizó para evaluar las vigas y columnas.

Concreto

Resistencia (f´c)	:210 kg/cm ²
Módulo de elasticidad (Ec)	: 2173706.51 Ton/m ²
Módulo de corte (Gc)	: 945089.79 Ton/m ²
Peso específico del concreto (y	y) :2.4 Ton/m ³
Coeficiente de Poisson	: 0.15

Acero

	Esfuerzo de fluencia del acero (fy)	: 4200 kg/cm ²
	Módulo de elasticidad del acero (Es)	: 2100000 kg/cm ²
Alba	añilería	
	Ladrillo tipo King Kong artesanal (f´b)	: 55 kg/cm ²
	Módulo de corte Gm = 0.4Em	: 70000 Ton/m ²
	Módulo de elasticidad Em = 500f'm	: 175000 Ton/m ²
	Peso específico de albañilería	: 1.8 Ton/m ³
	Coeficiente de Poisson	: 0.25
	Coeficiente de expansión térmica	: 9.900E-06
	Resistencia a la compresión (f´m)	: 350 Ton/m ²

De la Mecánica de suelos:

Según el estudio de mecánica de suelos (ver ANEXO N° 05), los parámetros más importantes son:

Clasificación SUCS	: GC – GM (grava arcillosa – limosa)
Capacidad portante	: 1.45 Kg/cm2
Desplante	: -1.50 m

3.8. Técnicas y análisis de datos

Las técnicas y análisis de datos para la presente investigación fueron de acuerdo a lo considerado al análisis cuantitativo, debido que usaremos datos netamente numéricos los cuales serán obtenidos, expresados y procesados mediante cuadros y gráficos con el apoyo de los instrumentos que son los softwares Robot Structural, Etabs y Excel.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis estático aplicando el software Robot Structural y Etabs

 Tabla 14. Comparación de la cortante estática en la base.

4.1.1. Cortante estática en la base





Figura 5. Comparación de la cortante estática en la base en dirección X & Y.

En la Figura 5 se muestra gráficamente que la cortante estática en Robot Structural es mayor en 7.337 Ton-f (2.45%) con respecto a Etabs.

4.1.1. Distribución de fuerzas en altura

Tabla 15. Comparación de la c	distribución de fuerza estática en altura.
-------------------------------	--

Piso	Robot (Ton-f)	Etabs(Ton-f)
P4	90.554	87.352
P3	105.426	104.082
P2	71.539	70.627
P1	38.391	36.512

La Tabla 15 muestra la comparación de la fuerza sísmica estática en altura en las direcciones X & Y entre el software Robot Structure y Etabs.



Figura 6. Comparación de la distribución de fuerzas estáticas en altura.

En la Figura 6 se observa que las fuerzas en el software Robot Structural son más conservadores en los pisos: P1 en 1.88 Ton-f (5.15%) y P4 en 3.20 ton-f (3.67%) respecto al software Etabs.

4.1.2. Desplazamiento lateral

N° Piso —	UX	UX (cm)		UY (cm)	
	Robot	Etabs	Robot	Etabs	
4	6.4444	7.4819	7.3144	7.1900	
3	5.6513	6.3643	6.8345	6.4718	
2	4.5043	4.7661	6.1493	5.4581	
1	3.0757	2.9221	5.1855	4.2541	

Tabla 16. Comparación de desplazamientos máximos por sismo estático.

La Tabla 16 muestra los resultados de los desplazamientos máximos obtenidos directamente del software Robot Structure y Etabs debido al sismo estático en dirección X & Y.



Figura 7. Comparación de desplazamientos máximos por sismo estático X.



Figura 8. Comparación de desplazamientos máximos por sismo estático Y.

N° Piso	Di (X)		Maximo
	Robot	Etabs	≤ 0.005
P4	0.003	0.004	OK
P3	0.005	0.006	FALLA
P2	0.006	0.006	FALLA
P1	0.006	0.009	FALLA

Tabla 17. Comparación del control de deriva por sismo estático X.

Tabla 18. Comparación del control de deriva por sismo estático Y.

N° Piso -	Di (Y)		Maximo
	Robot	Etabs	≤ 0.005
P4	0.001	0.002	OK
P3	0.002	0.003	OK
P2	0.002	0.004	OK
P1	0.008	0.013	FALLA

En la Tabla 17 y 18 se muestra la comparación de las derivas debido al sismo estático en ambas direcciones calculados de los software Robot Structural y Etabs.

Los resultados en ambos softwares no son satisfactorios ya que exceden al máximo 0.005 según la norma E.030 y no difieren los resultados significativamente.

4.2. Análisis dinámico aplicando el software Robot Structural y Etabs

4.2.1. Cortante dinámico en la base

 Tabla 19. Comparación de la cortante dinámica en la base.

Nombre	Dirección	Robot (Ton-f)	Etabs (Ton-f)
VX	Х	232.844	227.793
VY	Y	190.848	188.095

La Tabla 19 muestra la comparación de las cortantes dinámicas para los sismos en las direcciones X & Y entre el software Robot



Structure y Etabs.

Figura 9. Comparación de la cortante dinámica en la base en dirección X.

En la Figura 9 se muestra gráficamente que la cortante dinámica en la dirección X en Robot Structural es mayor en 5.05 Ton-f (2.20%) respecto a Etabs.


Figura 10. Comparación de la cortante dinámica en la base en dirección Y.

En la Figura 10 se muestra que la cortante dinámica en Robot Structural es mayor en 2.75 Ton-f (1.45%) respecto a Etabs.

La Norma E.030 señala que la fuerza cortante en la base de una edificación no podrá ser menor que el 90% para estructuras irregulares. De no cumplir con esta condición será necesario escalar todas fuerzas obtenidas para obtener las fuerzas de diseño.

Factor de escala Dirección X					
Nombre	Dirección	Robot	Etabs		
Vest	Х	305.91	298.57		
Vdin	Х	232.84	227.79		
	90%VEX	275.32	268.72		
	F.E. =	1.18	1.18		

 Tabla 20. Comparación de fuerza cortante mínima en la base en dirección X.

Tabla 21. Comparación de fuerza cortante mínima en la base en dirección Y.

Factor de escala Dirección Y					
Nombre	Dirección	Robot	Etabs		
Vest	Y	305.91	298.57		
Vdin	Y	190.85	188.10		
	90%VEX	275.32	268.72		
	F.E. =	1.44	1.43		

Como se muestra en la Tabla 20 y 21, en ambas direcciones no cumple con la condición de fuerzas cortantes mínimas en la base, por lo que para diseñar los elementos estructurales será necesario amplificar todas las fuerzas y momentos en cada dirección.

4.2.2. Periodo fundamental de vibración

Modo	Periodo (s)	Frecuencia (Hz)	UX (%)	UY (%)
1	<mark>0.464</mark>	2.155	11.266	47.205
2	0.398	2.515	82.738	53.305
3	0.238	4.198	82.784	90.664
4	0.143	7.014	84.317	90.951
5	0.132	7.556	94.209	91.396
6	0.122	8.204	96.659	92.353
7	0.079	12.601	96.727	97.291
8	0.074	13.461	98.138	97.581
9	0.072	13.851	98.547	97.649
10	0.062	16.031	98.721	97.649
11	0.060	16.656	98.779	97.649
12	0.059	17.030	98.780	97.651

Tabla 22. Periodo fundamental, frecuencia y masa participativa en Robot.

Tabla 23. Periodo fundamental, frecuencia y masa participativa en Etabs.

Modo	Periodo (s)	Frecuencia (Hz)	Sum UX (%)	Sum UY (%)
1	<mark>0.415</mark>	2.412	19.280	45.560
2	0.375	2.668	82.890	58.690
3	0.216	4.628	82.890	90.400
4	0.125	7.999	92.500	91.510
5	0.119	8.403	96.300	92.500
6	0.073	13.753	96.610	96.210
7	0.070	14.340	98.360	97.290
8	0.060	16.606	98.490	97.290
9	0.058	17.329	98.520	97.450
10	0.057	17.620	98.540	97.450
11	0.056	17.963	98.540	97.510
12	0.054	18.403	98.780	97.510

La Tabla 22 y 23 muestra los resultados comparativos de los periodos, frecuencias y masa participativa de los softwares Robot

Structural y Etabs; obteniéndose resultados que no difieren significativamente en ambos softwares.



Figura 11. Comparación de los periodos por cada modo de vibración.

Como se observa en la figura el periodo de vibración para el primer modo en Robot Structural es mayor en 0.049 segundos (11.80%) respecto al periodo del Etabs y ambos resultados no difieren significativamente.

La sumatoria de masas participativas tanto en Robot Structural y Etabs exceden el 90% de la masa total de la edificación por lo que no es necesario aumentar el número de modos según la norma E.030.

4.2.3. Desplazamiento lateral

 Tabla 24. Comparación de desplazamientos máximos por sismo dinámico.

	UX (cm)		UY	(cm)
IN FISU	Robot	Etabs	Robot	Etabs
4	6.6732	5.4456	7.0267	5.7500
3	5.3028	4.3986	6.5950	5.2832
2	3.5347	3.3427	5.9481	4.5880
1	2.4584	2.1636	5.0378	3.6837

La Tabla 24 muestra los resultados de los desplazamientos máximos obtenidos directamente del software Robot Structure y Etabs debido al sismo dinámico en dirección X & Y.



Figura 12. Comparación de desplazamiento máximo por sismo dinámico X.



Figura 13. Comparación de desplazamiento máximo por sismo dinámico Y.

	Di	(X)	Maximo
IN FISO	Robot	Etabs	≤ 0.005
P4	0.004	0.004	OK
P3	0.005	0.005	FALLA
P2	0.005	0.005	FALLA
P1	0.005	0.006	FALLA

 Tabla 25. Comparación del control de deriva por sismo dinámico X.

Tabla 26. Comparación del control de deriva por sismo dinámico Y.

	Di	(Y)	Maximo
IN FISU	Robot	Etabs	≤ 0.005
P4	0.001	0.002	OK
P3	0.002	0.002	OK
P2	0.002	0.003	OK
P1	0.008	0.011	FALLA

En la Tabla 25 y 26 se muestra los resultados de las derivas debido al sismo dinámico de ambos softwares, no cumpliendo las especificaciones de la norma E.030, ya que exceden al máximo 0.005 y los resultados no difieren significativamente.

4.2.4. Fuerzas internas por los estados de carga

Reacciones en los apoyos

Base	Robot	Etabs
Ejes	FZ (PP	+CM)
A1	14.139	13.880
A2	17.304	17.920
A3	13.861	13.810
A4	10.047	8.190
B1	24.663	23.910
B2	23.576	24.120
B3	26.498	25.460
B4	8.320	7.430
C1	19.089	18.290
C2	22.494	23.240
C3	15.847	14.730
D1	13.924	13.430
D2	20.510	20.690
	230.272 Ton-f	225.100 Ton-f

Tabla 27. Comparación de las reacciones debido a carga muerta total.

Base	Robot	Etabs
Ejes	FZ (1	CV)
A1	1.997	1.970
A2	2.479	2.740
A3	2.002	2.020
A4	2.684	2.060
B1	5.410	5.270
B2	4.275	4.470
B3	6.489	6.220
B4	1.959	1.670
C1	3.891	3.720
C2	4.315	4.630
C3	3.239	2.970
D1	1.736	1.670
D2	3.130	3.270
	43.606 Ton-f	42.680 Ton-f

Tabla 28. Comparación de las reacciones debido a carga viva.

Tabla 29. Comparación de las reacciones debido a Sismo en X & Y.

Base	Robot		Et	abs
Ejes	FZ (SXX)	FZ (SYY)	FZ (SXX)	FZ (SYY)
A1	49.086	108.911	54.200	92.110
A2	151.865	78.900	140.390	62.570
A3	43.531	108.143	36.580	89.490
A4	33.227	29.225	52.170	54.990
B1	2.998	5.697	4.540	7.330
B2	227.763	105.137	202.160	85.050
B3	17.996	16.229	31.210	28.190
B4	18.668	14.108	21.040	13.720
C1	132.898	121.127	115.570	116.300
C2	79.915	50.422	75.210	46.010
C3	12.544	3.631	13.130	8.710
D1	89.595	32.995	87.590	36.560
D2	160.092	74.531	138.050	84.680
	1020.18 Tn-f	749.06 Tn-f	971.84 Tn-f	725.71Tn-f

Se muestran la comparación de las reacciones calculadas en la base de la estructura teniendo una variación mínima en ambos softwares.

4.3. Diseño estructural aplicando el software Robot Structural y Etabs

Se verifico el diseño de la viga más crítica con ambos softwares, realizando el armado en Robot Structural, con aceros longitudinales de 4 barras de Ø 1/2" y estribos de confinamiento de Ø 3/8" a una separación 1@0.05, 7@0.10, Rto@0.20 m obteniendo resultados no satisfactorios, ya que la viga fallara, cabe mencionar que Robot arroja una ventana de advertencia con los errores de cálculo. Por otro lado, en Etabs nos muestra las cuantías de acero que son necesarios; arrojando el elemento en color rojo que indica que la viga fallara, en ambos softwares los aceros asignados no son suficientes.

Al verificar el diseño de la columna más crítica en ambos softwares; se obtuvo los siguientes resultados: Para Robot Structural los aceros asignado para dichas secciones no cumplen con los requisitos de las normativas, considerado para los aceros longitudinales 4 barras de Ø 1/2" y con estribos de Ø 3/8" a una separación 1@0.05, 6@0.10, Rto@20 cm. Para Etabs nos muestra las cuantías de acero en este caso nos indica que la columna fallara; en ambos softwares los aceros evaluados no son suficientes. El software Robot tienen mayores ventajas en cuanto al diseño de los elementos estructurales debido a que se puede realizar el armado de los aceros en el mismo software y permite al usuario conocer la cuantificación de materiales de acero y concreto que son necesarios para la construcción de los diferentes elementos estructurales.

4.4. Propuesta de Refuerzo Sísmico

4.4.1. Refuerzo incorporando muros de concreto armado

Con el fin de disminuir las derivas se incorpora muros de concreto armado en el primer nivel donde existe problema de piso blando y discontinuidad de muros portantes.







Figura 15. Detalle de acero de muro de concreto incorporada.

Tabla 30. Control de deriva debido al relorzamiento en dirección	Tabla 30	. Control of	de deriva	debido al	reforzamiento e	en dirección	Х
---	----------	--------------	-----------	-----------	-----------------	--------------	---

Bico	Corgo	Deriva	Di	Maximo
FISU	Carya	Δ	$R^*\Delta$	≤ 0.005
P4	SXX Max	0.0041	0.004	ОК
P3	SXX Max	0.0055	0.005	OK
P2	SXX Max	0.0056	0.005	OK
P1	SXX Max	0.0026	0.002	OK

Diag	Corre	Deriva	Di	Maximo
PISO	Carga	Δ	R*∆	≤ 0.005
P4	SYY Max	0.0020	0.002	ОК
P3	SYY Max	0.0030	0.003	OK
P2	SYY Max	0.0032	0.003	OK
P1	SYY Max	0.0017	0.002	OK

Tabla 31. Control de deriva debido al reforzamiento en dirección Y.

En la Tabla 30 y 31 se observa que cumple las especificaciones de la norma E.030, no superando el valor máximo permisible.

4.4.2. Muros reforzados con malla electrosoldada

Debido a que no existe una densidad mínima de muros en ambas direcciones, se propuso un reforzamiento con malla electrosoldada, logrando así obtener mayor resistencia de los muros no portantes y disminuir la falla frágil por corte.

Esta técnica consiste en encamisar ambos lados o una cara de la mampostería con malla electrosoldada (de 4.5mm de diámetro espaciadas a 15cm) y recubrirla con mortero en proporción cemento – arena fina 1:4.



Figura 16. Muros reforzados con malla electrosoldada.



Figura 17. Detalle de muros reforzados con malla electrosoldada.

De esta forma se logra un diseño conservador que disminuya los daños de las viviendas y evitar el colapso de las estructuras a causa de la falla de la mampostería durante los sismos.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Análisis estático aplicando el software Robot Structural y Etabs

El análisis estático inicia con la obtención de la cortante estática en la base (ver Tabla 14); se puede observar que los valores obtenidos en el software Robot Structural (305.91 Ton-f) son mayores con respecto a lo obtenidos con Etabs (298.573 Ton-f), con una variación de 7.34 Ton-f representado en porcentajes 2.45%; los cuales fueron calculados mediante los parámetros de la norma peruana E.030. Los resultados con referencia a la tesis (Carabela, 2013) muestran que la cortante estática en Robot Structural es mayor en 1.5% respecto a lo obtenido en Etabs, por lo que no existe mucha variación.

En la Tabla 15 se comparó la distribución de fuerzas en altura en las direcciones X & Y teniendo una variación mayor en el software Robot Structural con respecto a Etabs, siendo para el Piso 1 mayor en 1.879 Ton-f (5.15%), P2 mayor en 0.912 Ton-f (1.29%), P3 mayor en 1.344 Ton-f (1.29%) y el P4 mayor en 3.202 Ton-f (3.67).

Los desplazamientos laterales relativos, más conocidos como derivas, para sismo estática en dirección X son comparados en la Tabla 17, se muestra que los resultados no son satisfactorios en los 3 primeros niveles ya que exceden al máximo establecido de 0.005 según la Norma Peruana E.0.30; también cabe mencionar que las derivas obtenidas, tienen una mínima variación en ambos softwares. Para las derivas en dirección Y (ver Tabla 18), tampoco cumplen con las especificaciones de la norma en el primer nivel, y los resultados no difieren significativamente en ambos softwares.

5.2. Análisis dinámico aplicando el software Robot Structural y Etabs

En la Tabla 19 se puede observar la cortante dinámico en la base en la dirección X, donde los valores obtenidos en el software Robot Structural es mayor en una variación de 5.05 Ton-f (2.20%) con respecto a lo obtenido con Etabs; además en la dirección Y también la cortante dinámica en Robot Structural es mayor con una variación de 2.75 Ton-f (1.45%) respecto a Etabs. De acuerdo a la fuerza cortante mínima en la base en ambas direcciones no cumple con la condición de la norma, por lo que fue necesario escalar para realizar el diseño.

En la Tabla 22 y 23 se muestran los valores de los periodos de vibración obtenidas por ambos softwares, se observa que los valores obtenidos por Robot Structural para el primer modo de vibración (modo traslacional en dirección X) es mayor en 0.05 segundos (11.80%) respecto a Etabs, además que para los 12 modos los resultados no difieren significativamente en ambos softwares.

La sumatoria de masas participativas tanto en Robot Structural y Etabs exceden el 90% de la masa total de la edificación por lo que no es necesario aumentar el número de modos según la norma E.030. Analizando la masa participativa del modo 12 que son los máximos alcanzados, en la dirección X se tiene para ambos softwares una masa participativa de 98.78%. Para la dirección Y el software Robot Structural es más conservador con un 97.65% de masa participativa, en comparación a Etabs con un 97.51% de masa participativa, con una diferencia de 0.14%.

Las derivas para el sismo dinámico se muestran en la Tabla 25 y 26, cuyos resultados en ambos softwares no cumplen las especificaciones de la norma E.030, ya que exceden al máximo 0.005. Comparando en la dirección X en los 3 primeros niveles no cumple las especificaciones de la norma y los resultados obtenidos no difieren significativamente; también cabe mencionar que para la dirección Y las derivas en el primer nivel no cumple el límite máximo según la norma; y los resultados también no difieren significativamente.

Con respecto a la comparación de las reacciones debido a la carga muerta total (ver Tabla 27), el software Robot Structural es más conservador ya que se obtuvo (de la sumatoria de todas las fuerzas en los apoyos principales) un valor de 228.036 ton-f mientras que en el software Etabs se obtuvo un valor de 225.10 Ton-f, es decir, las reacciones obtenidas por el software Robot Structural son mayores, en 2.936 Ton-f (1.30%) respecto a las reacciones obtenidas con Etabs, esto concuerda porcentualmente con lo obtenido en la tesis (Quinchiguango y Taco 2016),

pues obtuvo que reacciones en Robot Structural es mayor en 2.80% respecto a lo obtenido en Etabs. Por otro lado, las reacciones debido a las cargas vivas calculadas con el software Robot Structural es mayor en 0.062 Ton-f (0.15%) respecto a lo calculado por el software Etabs.

Otro aspecto importante a analizar fue las reacciones por acción de la fuerza sísmica (Tabla 29); en la dirección X el software Robot Structural da valores más conservadores (1020.18 Ton-f) que el software Etabs (971.84 Ton-f), es decir, existe una variación de 48.34 Ton-f (4.97%) entre los resultados; comparando en la dirección Y también los valores obtenidos en Robot Structural son mayores en 23.35 Ton-f (3.20%) a los obtenidos con Etabs.

5.3. Diseño estructural aplicando el software Robot Structural y Etabs

Al verificar el diseño de las vigas, se obtuvieron resultados no satisfactorios en ambos softwares, ya que las secciones son deficientes para la vivienda de 4 niveles. En cuanto al diseño con el software Robot Structural los resultados es más detallado en cuanto a las armaduras de los aceros, pudiendo realizar el armado con las especificaciones de la norma, respecto al Etabs solo nos muestra las áreas de los aceros y se tiene que utilizar holas en Excel para el cálculo de las armaduras.

Los resultados del diseño de las columnas también no son satisfactorios en ambos softwares; en el software Robot Structural es de igual manera más detallado en cuanto al armado de los aceros respecto al software Etabs.

CONCLUSIONES

- La evaluación del comportamiento estructural de una vivienda autoconstruida aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs, no se comporta adecuadamente, no cumpliendo los requerimientos mínimos de las Normas Peruanas (E.030, E.060, E.070).
- 2. De acuerdo al análisis estático, los resultados obtenidos no cumplen los parámetros mínimos de la Norma E.030, y según el análisis comparativo se puede mencionar lo siguiente: la cortante estática del software Robot Structural es mayor en 2.45% respecto a Etabs y de la misma manera en la distribución de fuerzas en altura; las derivas exceden al máximo de 0.005 establecidos por la norma por lo que fallara la estructura, y los resultados de ambos softwares no difieren significativamente, concluyendo que ambos resultados son válidos.
- 3. Los resultados del análisis dinámico no cumplen las especificaciones de la Norma E.030, según la comparación se puede mencionar lo siguiente: la cortante dinámica en la base en el software Robot Structural es mayor en 2.20% (en dirección X) y 1.45% (en dirección Y) que los valores en Etabs, y la fuerza cortante mínima en la base no cumplen la condición de la norma en ambos softwares; asimismo los periodos de vibración y frecuencias no difieren significativamente en ambos softwares; la sumatoria de masas participativas en la dirección X en ambos softwares alcanzó 98.78%, y en la dirección Y en Robot Structural alcanzó una masa de 97.65% y en Etabs 97.51%; en cuanto a las derivas obtenidos en ambos softwares exceden al máximo de 0.005 por lo que la estructura fallara, y los resultados no difieren

significativamente. Con respecto a las fuerzas internas el software Robot Structural presento valores más conservadores que el software Etabs; sin embargo, estas diferencias no resultan ser significativas, validando los resultados para el análisis dinámico en ambos softwares.

4. Los resultados obtenidos del diseño de los elementos estructurales en ambos softwares son similares, no cumpliendo las exigencias de la Norma E.060, ya que los aceros existentes no son suficientes para soportar cargas. Y se demuestra la eficacia que posee el software Robot Structural que nos permite realizar el armado detallado de los aceros en el mismo software y pudiendo visualizar la armadura tridimensional de manera real; en cuanto a Etabs solo nos muestra las áreas de los aceros y se tiene que utilizar plantillas de cálculo en Excel. Debido al problema de piso blando y discontinuidad de elementos estructurales en el primer nivel, se propuso una alternativa de reforzamiento sísmico, que consiste en incorporar dos placas de concreto armado e = 0.15 m para disminuir las derivas; y reforzamiento de los muros de albañilería con malla electrosoldada para aumentar la resistencia de los muros.

RECOMENDACIONES

- Para el análisis comparativo mediante softwares, se recomienda seguir las etapas de pre procesamiento, procesamiento y pos procesamiento; para asegurar el correcto comportamiento de las estructuras en un contexto real.
- Se recomienda la aplicación del análisis estático aplicando el software Robot y Etabs, para edificaciones con alturas moderadas (no más de 15 m para albañilerías confinadas), considerando un solo modo de vibración, tal como lo estipulada la Norma E.030 del RNE.
- 3. Se recomienda la aplicación del análisis dinámico aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs, para edificaciones de albañilería confinada a fin de minimizar costos puesto que, presenta valores más realistas a comparación del análisis estático.
- 4. Se sugiere al momento de diseñar una estructura aplicando softwares asistido por computadoras, tener un buen criterio estructural y no confiar totalmente en los resultados que arroja el programa comprobando los cálculos de manera manual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blondet, M. (2012). Manual de autoconstruccion y mejoramiento de viviendas. Lima.
- Canchanya, S., & Vargas, R. (2017). Estudio comparativo entre el análisis sismico estático y el dinámico, del nuevo aulario de ingenieria civil de la Universidad Cientifica del Perú-UCP-Tarapoto-2017. Universidad Cientifica del Perú-UCP.
- Carabela, J. (2013). Comparación de la modelación, análisis y diseño de estructuras entre los programas: SAP2000, Etabs, STAAD PRO y Robot. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chevarria, D. (2014). Análisis y diseño estructural sismorresistente por el metodo de elementos finitos: Pabellon de aulas I.E.S. Charamaya - Mañazo. Universidadad Nacional del Antiplano.
- Choquehuanca, K. (2017). Análisis y diseño estructural de una edificación en concreto armado de 5 pisos y 1 semisótano. Universis Nacional de San Martín.
- Civilgeeks.com. (2014). Retrieved from https://civilgeeks.com/2014/02/24/6razones-por-las-que-autodesk-robot-es-uno-de-los-mejor-programa-decalculo-diseno-y-simulacion-de-estructuras/
- 7. CSI. (2017). IGENMAI. Retrieved from http://www.csiespana.com/about
- 8. E.020. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Lima Perú.
- E.030. (2016). "Diseño sismoresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Lima - Perú.
- 10. E.070. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Lima Perú.

- Fernandez, O. (2010). Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural en Edificaciones. Centro de Peritaje Consejo Departamental de Lima. Lima -Perú.
- Guevara, I., & Vera, E. (2013). Diseño de un edificio de concreto armado de 6 pisos con semisotano para un hotel-restaurant-ubicado en el distrito de Nuevo Chimbote, provincia Santa. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Nieto, M. (2016). Manejo del software Revit y su incidencia en el modelado de información para la construcción de edificaciones en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua". Universidad Técnica de Ambato.
- Ozgualdo, C. (2017). Riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas del distrito de Pueblo Nuevo – Lambayeque en el 2017. Universidad Cesar Vallejo.
- 15. Quinchiguango, M., & Taco, D. (2016). Análisis estructural de una edificación de hormigón armado a través del software Robot analysis structural. Universidad Central del Ecuador.
- 16 Ruiz, M., & Campos, E. (2009). Diseño de un edificio de concreto armado de 7 niveles. Pontificis Universidad Católica del Perú.
- Taboada, J., & De Izcue, A. (2009). Análisis y diseño de edificios asistido por computadoras. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Vera, R. Y. (2017). Evaluacíon del comportamiento estructural de una vivienda autoconstruida el año 2012, sector camino real II, calle tres maríasprovincia de Jaen. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Villarroel, C. (2016). Análisis y diseño de estructuras con Autodesk Robot Structural Analysis (Primera). Santa Cruz - Bolivia.

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: ANÁLISIS COMPARATIVO APLICANDO EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS Y ETABS PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS

Problema	Objetivos	Justificación	Marco teórico	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema general:	Objetivo general:	Práctica o social	Antecedentes nacionales	Hipótesis general:	Variable	Método: Método
¿Cuál es el resultado del	Realizar el análisis	La presente investigación se	Taboada y De Izcue (2009),	El resultado del análisis	independiente	científico.
análisis comparativo	comparativo aplicando el	realiza con el propósito de	en su tesis titulada "Análisis	comparativo aplicando el software	X:	
aplicando el software	software Robot Structural	evaluar el comportamiento	y Diseño de Edificios	Robot Structural Analysis y Etabs	Análisis	Tipo: Aplicada.
Robot Structural Analysis y	Analysis y Etabs para	de las viviendas	asistido por computadoras".	presenta deficiente	estructural	
Etabs para evaluar el	evaluar el comportamiento	autoconstruidas, así	Guevara y Vera (2013), en	comportamiento estructural de	Dimensiones:	Nivel:
comportamiento	estructural de viviendas	garantizar la seguridad de	su tesis titulada "Diseño de	viviendas autoconstruidas en el	X1: Análisis	Descriptivo -
estructural de viviendas	autoconstruidas en el	las personas ante la posible	un Edificio de Concreto	distrito de Pucará, Huancayo,	estático.	correlacional.
autoconstruidas en el	distrito de Pucará,	ocurrencia de un sismo de	Armado de 6 pisos con	2017, no cumpliendo los	X2: Análisis	
distrito de Pucará,	Huancayo, 2017.	considerables proporciones	semisotano para un Hotel-	requerimientos mínimos de la	dinámico.	Diseño: No
Huancayo, 2017?		y plantear soluciones de	Restaurant-Ubicado en el	norma peruana.	X3: diseño	experimental –
	Objetivos específicos:	reforzamiento de las	Distrito de Nuevo Chimbote,		estructural.	transeccional.
Problemas especificos:	a) Determinar el análisis	estructuras.	Provincia Santa".	Hipótesis especificas:		
a) ¿Cual es el analisis	estático aplicando el	•• • • • • •	• · • ·	a) El análisis estático aplicando el	Variable	Población:
estático aplicando el	software Robot Structural	Metodologico	Antecedentes	software Robot Structural	dependiente Y:	lodas las
software Robot Structural	Analysis y Etabs para	Esta investigación propone	Internacionales	Analysis y Etabs poseen un mal	Comportamient	viviendas
Analysis y Etabs para	evaluar el comportamiento	desarrollar un metodo para	Quinchiguango y laco	comportamiento estructural de	o estructural.	autoconstruidas
evaluar el comportamiento	estructural de viviendas	evaluar el comportamiento	(2016), en su investigación	viviendas autoconstruidas, no	Dimensiones:	en el distrito de
estructural de viviendas	autoconstruidas.	estructural de viviendas	titulada "Analisis Estructural	cumpliendo los parametros	Y1:	Pucara, provincia
autoconstruidas?	b) Establecer el analisis	autoconstruidas, siguiendo	de una edificación de	minimos de la norma E.030.	Comportamient	de Huancayo y
b) ¿Cual es el analisis	dinamico aplicando el	las etapas, de pre	normigon armado a traves	b) El analisis dinamico aplicando	o estructural.	region Junin.
dinamico aplicando el	Software Robot Structural	procesamiento,	del Software Robot Analysis	el soltware Robot Structural		Musstra
Applyois y Etobs	Analysis y Elabs para	procesamiento y pos	Nieto (2016) on au	Analysis y Elabs presenta		Garraganda a
Allalysis y Elabs pala	evaluar el comportamiento	procesamiento, mediante	investigación titulado	denciente comportamiento		
			"Manaja dal softwara Pavit y	estructural de viviendas		
autoconstruidas?	c) Verificar el diseño	denominado Pohot	incidencia en el	las especificaciones de la norma		autoconstruida en el distrito de
	estructural aplicando el	Structural Analysis: la	modelado de información			Pucará
estructural aplicando el	software Robot Structural	metodología utilizada servirá	nara la construcción de	c) El diseño estructural anlicando		rucara
software Robot Structural	Analysis v Etabs nara	nara investigaciones	edificaciones en la ciudad de	el software Robot Structural		
Analysis v Etabs nara	evaluar el comportamiento	análogas v con anlicación a	Ambato provincia de	Analysis v Etabs presenta		
evaluar el comportamiento	estructural de viviendas	otros temas	Tungurahua"	deficiente comportamiento		
estructural de viviendas	autoconstruidas			estructural de las viviendas		
autoconstruidas?			-	autoconstruidas, no cumpliendo		
				las exigencias de la norma E060.		

ANEXO N° 02: INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Los instrumentos de investigación que se utilizaron fueron:

- Software Robot Structural Analysis.
- Software Etabs V16.2.0.
- Hojas de cálculos.
- RNE (E.030 2016, E.070, E.060)

ANEXO N° 03: DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

A. Guía del software Robot Structural Analysis

Pre Procesamiento

Paso 1: Generalidades del software

Una vez que inicia el programa, elegir el tipo de estructura que será proyectada y despliega la interfaz de trabajo de Robot.



Figura 18. Elección del tipo de estructura en Robot.

Para este caso la opción 1, los parámetros de Robot son ajustados a

las funciones del tipo de estructura seleccionado.

Configuración de idioma

Dirigirse a la barra de menú "herramientas >> Preferencias". Para el

presente trabajaremos en el idioma español.

Boos Preferencias			?	×
🛎 🖩 🗙 🔆 🛛 STANDAR	D			~
Idiomas General Parámetros de la vista Visualización Herramientas y menú ⊕ Impresión	Parámetros regionales:	España (Spain)	- D	
····· Avanzados	Idioma de trabajo:	Español (Spanish)	~	
	Idioma de impresión:	Brasileiro (Brazilian Portuguese) Deutsch (German) English Español (Spanish) Français (French) Italiano (Italian)	þ	►
Actualizar preferencias al cerra	ar el cuadro de diálogo	Polski (Polish) Română (Romanian) Русский (Russian) 日本語 (Japanese)		Ayuda

Figura 19. Configuración de idiomas en Robot.

Paso 2: Definición de unidades, materiales y normas

Accedemos al menú "Herramientas>>Preferencias para el proyecto". Unidades y formatos: Configurar las unidades tanto para dimensiones como para esfuerzos. Aparecerá un cuadro de diálogo:

	15			· ^
Unidades y formatos <u>Dimensiones</u> Esfuerzos Edición de unidades Materiales Catálogos Análisis de la estructura Parámetros de trabajo Mallado	Dimensiones de la estructura: Dimensiones de la sección: Características de la sección: Uniones de acero (dimensiones): Diámetros de armaduras: Área de sección del armado:	m cm cm mm mm cm2	 > 0.321 > 0.321 > 0.321 > 0.321 > 0. > 0.1 > 0.21 > 0.1 	 4 × E
Cargar los parámetro	Anchura de Insuras:			

Figura 20. Configuración de unidades en Robot.

Materiales: Permite definir las características de los materiales que

se utilizaran como el acero, concreto, albañilería.

🔜 Preferencias para el proyecto		×
Image: Second	> > >	~
Cargar los parámetros predeterminados		
Reguardar los parámetros actuales como predeterminados OK Cancelar	Ayuda	

Figura 21. Modificar lista de materiales en Robot.

Con el botón Modificar, se crea materiales de trabajo.

R Definición del material	? ×
Acero Hormigón Aluminio Madera Otros Nombre: ROGRADO 60 V Desc	ripción: ACERO Fy=4200kg/cm2
Elasticidad módulo de Young, E: 21000000. (T/m2) coeficiente de Poisson, v: 0.3	Resistencia 42000.00 (T/m2) reducción para el cortante: 1.54 límite de tracción: 63000.00 (T/m2)
Peso específico (densidad): 7.853 (T/m2 Dilatación térmica: 0.000012 (1/°C Coeficiente de 0.04	3) Tratamiento térmico
Agregar Eliminar	OK Cancelar Ayuda

Figura 22. Definición del material de acero en Robot.

Definición del material					?	>
Acero Hormigón Aluminio Mader	ra Otros					
Nombre: Concreto fc=2 >	/	Descrip	ción: Concreto fo	=210 kg/cm2		
Elasticidad			Resistencia			
módulo de Young, E:	2173706.5	(T/m2)	Característico	~ 2100.00	0 (T/m2)	
coeficiente de Poisson, v:	0.15					J
coeficiente de Kirchoff, G:	945089.79	(T/m2)	Muestra:	Cilíndrico	• · ·	
Peso específico (densidad):	2.400	(T/m3)				
Dilatación térmica:	0.000010	(1/°C)				
Coeficiente de amortiguamiento:	0.04					
Agregar	E	liminar	ОК	Cancelar	Ayuda	

Figura 23. Definición del material de concreto en Robot.

Acero Hormigón Aluminio Ma	dera Otros				
Nombre: Albañileria	~	Descrip	ción: Albañileria		
Elasticidad			Resistencia		
módulo de Young, E:	175000.00	(T/m2)	resistencia de cálculo: 350.000) (T/m2)	
coeficiente de Poisson, v:	0.25		reducción para el cortante: 1.73		
coeficiente de Kirchhoff, G:	70000.000	(T/m2)			
Peso específico (densidad):	1.800	(T/m3)			
Dilatación térmica:	0.000010	(1/°C)			
Coeficiente de	0.04				

Figura 24. Definición del material de albañilería en Robot.

Normas de diseño: permite la selección de Normas a ser usadas para dimensionar la estructura. Para nuestro caso trabajaremos con la norma ACI 318-11 para hormigón armado y cargas.

🔜 Preferencias para el proye	cto		? ×
 Initiades y formatos Materiales Catálogos Normas de diseño Cargas Análisis de la estructura Parámetros de trabajo Mallado 	ESIS Estructuras de acero/aluminio: Uniones de acero: Estructuras de madera: Hormigón armado: Geotécnica:	ANSI/AISC 360-10 EN 1993-1-8:2005/AC:2009 ANSI/AWC NDS-2012 LRFD ACI 318-11 ACI	
<u>C</u> argar los paráme	tros predeterminados		
KGuardar los parámetros ac	tuales como predeterminados	OK Cancelar	Ayuda

Figura 25. Definición de normas de diseño en Robot.

🔜 Preferencias para el proyecto		? ×
Image: Second system Image: Second system Image: Secon	Combinaciones según norma: Sobrecargas climáticas: Sobrecargas sísmicas:	✓ ACI318_2011 ✓ … ASCE 7-05 ✓ IBC 2012 ✓
Cargar los parámetros Image: Cargar los parámetros actuales	predeterminados es como predeterminados	OK Cancelar Ayuda

Figura 26. Definición de norma de cargas en Robot.

Paso 3: Líneas de construcción

En el menú "Estructura>>Líneas de construcción", Aparecerá un cuadro de diálogo que deberá configurarse. Para definir las alturas de entrepiso dar clic al icono "Plantas de la estructura"



	Nombre: Líneas de construcción	Definición del nivel de la base del edificio
lindre. Lineas de consudicción V	Cartagiagae Clindrigae Arbitrariae	Nivel de la base del edificio: 0.000 (m) Defin
Cartesianas Cil índricas Arbitrarias	Cartesianas Cilinoricas Arbitrarias	Plantas definidas
Parámetros avanzados	Parámetros avanzados	Definición gráfica
	V V z	Nivel de la planta: 11.100 (m)
Y Z	X · 2	O Definición manual
sición: Repetir: Distancia:	Posición: Repetir: Distancia: 9.95 (m) 0 🗘 1 (m)	Cota de nivel: Repetir: Altura:
	Nombre Posición	P 4 1 2.700 (m)
ombre Posicion	1 0.00	Agregar
4 as Agregar	2 4.25 Agregar	
4.23	3 7.00	Nombre Nivel de la Altura C
7.00 Eliminar	4 9.95	P 4 11.100 2.700
9.90	Eliminar todo	P 3 8.400 2.700
		P 2 5.700 2.700
Acentuar	Acentuar	P 1 3.000 3.000
>	< >	
meración: 122	Numeración: 123 V	Elminar Elminar todo
123 V		Numeración: Planta 1,2, V Nivel %+v
Nueva Administrador de líneas	Nueva Administrador de líneas	Opciones avanzada
Anlicar Cerrar Avuda	Aplicar Cerrar Ayuda	Andreas Courses Avended

Figura 27. Definición de las grillas y las alturas de los pisos en Robot.

Paso 4: Creación de secciones

Viga y columna: activar el menú "Estructura >> propiedades >> sección". Elegir la opción Nuevo. Y completar: "tipo de perfil" elegir la opción Viga (h. arm), elegir el material creado, luego introducir las dimensiones. Colocar un nombre, finalmente pulsar el botón Agregar.

I Nueva sección — 🗆 🗙	I Sección	-	□ ×
Tipo de perfil: Viga (h. arm.) 💛 Ángulo gama: 0 🗸 (Deg)		X	
Material: Concreto fc=210 General Nombre: VP 25 X 30 Color		→ □ VP 25 X 30 □ VS1 20 X 2 □ VS 25 X 20	
Image: Section de mom. de inercia b 25.000 Beducción de mom. de inercia b 25.000 Beducción variable h 30.000	Aplicar	Cerrar	Ayuda



I Nueva sección — 🗆 🗙	🔳 Sección — 🗆 🗙
Tipo de perfil: Columna (h. arm.' V Ángulo gama: 0 V (Deg)	
Material: Concreto fc=210 V	X ELIMINAR VP 25 X 30 C 20 X 20 VS1 20 X 20
General	→ C 25 X 25 VS 25 X 20 C 45x45
- 16300DD	VB 15 X 20
Nombre: C 25 X 25 Dimensiones (cm) Color: Auto b 25.000	Líneas/barras
h 25.000	
h Reducción de momentos de inerc	Aplicar Cerrar Ayuda
Agregar Cerrar Ayuda	

Figura 29. Creación de secciones para columna en Robot.

Tipo de losa: ir al menú "estructura >> propiedades >> espesor", elegir en la opción "ortótropo" y de igual manera seguir los pasos anteriores para crear la losa aligerada.

🛃 Nuevo espesor 🛛 🚽 🗙	Espesor EF — 🗆 🗙
Uniforme Ortótropo	- <u>(D) × 🖬 🖬 📰 🔤 🐇 🖻 </u>
	 ★ ELIMINAR → Ø ALIGERADO YY
Nombre: ALIGERADO Color: Auto 🗸	Paneles
Dirección Y	× •
nervios de un lado en una dirección $$	Aplicar Cerrar Ayuda
Parámetros geométricos (cm)	
Matrices de rigidez ortótropas Mostrar	
Espesor Esp 8.750 (cm)	
Esp 1 20.000 (cm) Esp 2 5.000 (cm)	
Parámetros de la elasticidad del suelo	
Material: Concreto fc=210 ~	
Agregar Cerrar Ayuda	

Figura 30. Creación de sección para losa en Robot.

Paso 5: Dibujo del modelo

Dibujo de elementos columna: con el icono directo de elementos columna "Tipo de Perfil" elegir Pilar de Hormigón Armado. Elegir la "Sección". Proceder dibujar las columnas haciendo clic en las intersecciones de las líneas de construcción.



Figura 31. Dibujo de elementos columnas en Robot.

Dibujo de elementos viga: Con el icono directo para la asignación de elementos vigas. Siguiendo el mismo procedimiento dibuje las vigas configurando de antemano la sección a utilizar.



Figura 32. Dibujo de elementos vigas en Robot.

Dibujo de elementos losas: Con el icono directo "Losa de planta" elegir el espesor Losa Aligerada YY, en el "Modelo" elegir "Losa diafragma rígida". De la misma manera se dibujar la escalera.



Figura 33. Dibujo de losas como diafragma rígido en Robot.

Dibujo de elementos muro: Seleccionar el icono directo "Muro" elegir el espesor anteriormente creados.



Figura 34. Dibujo de muro en Robot.

Multiniveles: Consiste en copiar los elementos para los pisos típicos, dirigirse al inspector de objetos "seleccionar P1" y anti click dirigirse a "Plantas >> copiar el contenido de la planta" nos aparece la siguiente pantalla donde colocamos número de repeticiones 3 y se copiara los pisos típicos.



Figura 35. Multiniveles de pisos en Robot.



Figura 36. Visualización tridimensional en Robot.

Paso 6: Asignación de restricciones

Seleccionar los apoyos en la base, a través del icono de la barra de herramientas "Apoyos" aplicar empotrado en la base.



Figura 37. Restricciones asignadas en la base en Robot.

Paso 7: Definición de Casos de carga (estático)

En el icono "Casos de carga", agregar el estado PP (Peso propio), colocar la etiqueta y el nombre de la carga: PP, el tipo de carga que puede ser: Permanente (carga muerta), explotación (carga viva), y sísmica para este caso permanente, y pulse el botón agregar.

III Casos de	carga		>	<	I
Descripción Número:	del caso	Etiqueta:	• PP		÷
Tipo:	permanente \sim				
Nombre:	PP				- 🌦
		Agregar	Modificar		i
Lista de cas	os definidos:				<u>III</u>
Número	Nombre del caso		Naturaleza ^		<u>11</u>
->1	PP		permanente		P
					F

Figura 38. Definición del tipo de carga permanente en Robot.

Efectuar el mismo procedimiento para los diferentes casos de carga.

Casos de	carga	- 🗆	× .	III Casos de	carga	- 🗆	×
Descripción Número: Tipo: Nombre:	del caso 2 Etiqueta: permanente V CM	CM		Descripción (Número: Tipo: Nombre:	del caso 7 Etiquet sismica SIS3	a: SIS3	
	Agregar	Mounica	f.		Agre	riounica	
ista de cas	agregar	Mounica		Lista de caso	os definidos:	indunica	
ista de cas Número	Agregar os definidos: Nombre del caso	Naturaleza	т	Lista de caso	os definidos: Nombre del caso	Naturaleza	π
ista de casi Número 1	Agregar os definidos: Nombre del caso PP	Naturaleza	Π	Lista de caso Número 1	Agreen Ag	Naturaleza permanente	TI
ista de case Número 1 2	Agregar os definidos: Nombre del caso PP CM	Naturaleza permanente permanente	TI Er Er	Lista de caso Número 1 2	Agree os definidos: Nombre del caso PP CM	Naturaleza permanente permanente	т Б Б
ista de case Número 1 2	Agregar os definidos: Nombre del caso PP CM	Naturaleza permanente permanente	TI Es	Lista de caso Número 1 2 3	Agr as definidos: Nombre del caso PP CM CV	Naturaleza permanente permanente explotación	TI E
ista de casi Número 1 2	Agregat os definidos: Nombre del caso PP CM	Naturaleza permanente permanente	Ti Es Es	Lista de caso Número 1 2 3 4	Agr os definidos: Nombre del caso PP CM CV CV CVT	Naturaleza permanente permanente explotación explotación	т В В
ista de case Número 1 2	Agregat os definidos: Nombre del caso PP CM	Naturaleza permanente permanente	Ti Es Es	Lista de caso Número 1 2 3 4 5	Agen as definidos: Nombre del caso PP CM CV CVT SEX	Naturaleza permanente permanente explotación sísmica	T E E E

Figura 39. Resumen de la definición de tipos de carga en Robot.

Paso 8: Ingresar casos de cargas de sismo estático

Ingresar al menú "Cargas >> Cargas especiales >> cargas ficticias". Para la dirección X, "Cargas convertidas en X+", seleccionar los casos con el botón a (PP y CM), luego pulse el botón a. Se cargará dicho caso a la lista superior. En la opción "Coeficiente para conversión" colocar 1.118 (factor de la cortante basal), en la "dirección de cargas ficticias" seleccionar positivo en X+, agregar y generar cargas.

Cargas fictias			- 0	×	
Nombre de caso de carga: Cargas Parámetros de la conversión Convertir cargas (-Z) desde los casos Coeficiente para la conversión Dirección de las cargas fictias	convertidas X-	+ 1 2 .745 : + Agregar	Modificar		Selección – X Todo Nada Invertir Caso 12 Precedente (1), 1 12
N.° Nombre → 7 Cargas convertidas X+	Coefici (0.7450	Dirección X +	Casos convertidos 1 2		Simple Combinación Grupo Atributos: Todo SiseX 5:SEX 6:SEX 7: Cargas convertidas
< Eliminar Generar carga	s	Cerra	ar Ayuda	>	Cerrar Ayuda

Figura 40. Carga lateral convertidas (PP+CM) en dirección X en Robot.

La fuerza sísmica vertical se considera el 25% de la carga viva. Por esta razón el coeficiente a ingresarse será de 0.25 * (1.118) = 0.2795. Para ingresar dicho valor de igual manera seleccionar las cargas (CV y CVT), y generar cargas.

🛄 Carg	as fictias			-		×	
Nombre	e de caso de carga: Cargas	convertidas :	X+				👰 Selección — 🗆 🗙
Parame	tros de la conversion						Todo Nada Invertir
Conver	tir cargas (-Z) desde los casos	L	12			\mathbf{N}	Hodo Hodo Hodo
Coeficie	ente para la conversión	[1.118				Caso 🗸
Direcció	ón de las cargas fictias	ī	X +		~		
		[Agregar		Modificar		Precedente
N.º	Nombre	Coefici	Dirección	Casos	convertidos		Atributos: 1:PP
+ 7	Cargas convertidas X+	1.1180	X +	12			2 : CM
8	Cargas convertidas X+	0.2795	X +	34			1000 V 3:CV 4:CVT
							5 : SEX
							7 : Cargas convertion
							8 : Cargas convertic 🗡
							< >
							Cerrar Ayuda
<						>	
Elimin	Generar carga	IS	Cerr	rar	Ayuda		

Figura 41. Carga lateral convertidas (CV y CVT) en dirección X en Robot.

Se efectuar el mismo procedimiento para designar las cargas convertidas en dirección "Y" con coeficiente de conversión de 0.118.

Nombr	e de caso de carga: Carg	as convertidas	Y+			
Parame	tros de la conversion	[1.2			
Conver	ur cargas (-2) desde los casos	l	12			
Coefici	ente para la conversión		1.118			
Direccio	ón de las cargas fictias	[Y +			\sim
			Agregar		Modifica	ar
N.°	Nombre	Coefici	Dirección	Caso	s convert	idos
7	Cargas convertidas X+	1.1180	X +	12		
8	Cargas convertidas X+	0.2795	X +	34		
→ 9	Cargas convertidas Y+	1.1180	Y +	12		
10	Cargas convertidas Y+	0.2795	Y +	34		

Figura 42. Carga lateral convertidas en dirección Y en Robot.

Paso 9: Asignación de carga a la estructura

Cargas unitarias

Peso de los ladrillos del aligerado	: 90 kg/m²
Tabiquería repartida (h=2.50m)	: 210 kg/m²
Acabados	: 100 kg/m ²
Sobrecarga (Uso vivienda)	: 200 kg/m ²
Sobrecarga (Azotea)	: 100 kg/m²
Sobrecarga (Escalera)	: 200 kg/m²

Tabla 32. Valores de carga muerta a asignar

PISO	СМ	CV	СУТ
PISO 1	400 kg/m ²	200 kg/m²	-
PISO 2	400 kg/m ²	200 kg/m ²	-
PISO 3	400 kg/m ²	200 kg/m ²	-
PISO 4	90 kg/m²	-	100 kg/m²
ESCALERA	100 kg/m ²	200 kg/m²	-

Seleccionar las losas de los entrepisos y el caso de carga "CM", luego ir al icono "Definir cargas >> Superficie >> Carga superficial uniforme" y colocar la carga con signo negativo y aplicar.


Figura 43. Asignar cargas muertas distribuida en losas en Robot.

De la misma manera asignar la carga viva y cargas en el último nivel.



Figura 44. Asignar cargas vivas en losas en Robot.

Paso 10: Calculo del peso sísmico efectivo

El peso sísmico de acuerdo a nuestra norma E.030 para edificaciones de la categoría C, se tomará el 100% de la carga muerta, más 25% de la carga viva. Para lo cual dirigirse al menú "Análisis>>Tipo de análisis>>Cargas conversión".

ipos de análisis	Estructura	- modelo	Cargas -	conver	sión Eombina	ación -	signo F	lesi 1
Parámetros de la	a conversió	n						
Convertir casos		1		Dir. de	la masa	x 🗆	Y 🗌	z 🗹
Dirección de la c	onversión	Z -	~	Adjunt	ar la masa a:	Masa	global	~
Coeficiente		1						
					Agregar		Modifi	car
						_		
Casos conver	Dir. de la	a con	Coeficient	e	Dirección		Caso n.º	

Figura 45. Menú de conversión de cargas a masas en Robot.

Seleccionar los casos con el botón 🔤 (PP y CM), luego pulsar el botón 🗓. Se cargará dicho caso a la lista superior. En el cuadro de coeficiente asignar 1 (es decir 100%), active las direcciones de la masa X, Y, Z y defina la dirección de la conversión en Z negativo. Pulse agregar.



Figura 46. Conversión de cargas muertas y vivas a masas en Robot.

Repita el procedimiento para los casos (CV y CVT) con un coeficiente de 0.25 (25%).

Procesamiento numérico

Paso 11: Tipo de análisis Modal

Ir al menú "Análisis>>Tipo de análisis", pulsar el botón nuevo aparecerá un cuadro de dialogo, seleccionar el tipo de análisis "modal",

colocar un nombre y pulsar ok.

Análisis Resultados Dimensionamiento Herramientas	Tipo de anális	is	– 🗆 🗙	R Definición de	un nuevo caso X
Tipo de análisis	Tipos de análisis	Estructura - modelo Cargas - conversión	Combinación - signo Rest. 4		THE
Ealcular	10	*** ****	andhra A	Nombre:	Modar
Preparar resultados	N.º Nom	bre lipo di	e analisis		
Guardar los resultados de combinaciones sísmicas	2 CM	Estato	o ineal	lipo de analisis	
Reiniciar cálculos	3 CV	Estátic	o lineal	Modal	
	4 CVT	Estátic	o lineal	O Modal con defin	nición automática de casos sísmicos
Mensajes de cálculo	5 SEX	Estátic	o lineal	 Sísmica (Métoda 	o del esfuerzo lateral equivalente)
Notas de cálculo	7 Car	gas convertidas X+ Estátic	o lineal	Síemico	
Verificación	<		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	O Blanco	IBC 2012 V
Mallado				Espectral	
Manado .	Nuevo	Parametros Cambiar el tipo	de análisis Elminar	 Armónico 	
21 Generación del modelo de calculo	Operaciones en la	selección de casos		 Temporal 	
Analisis DAM	Lista de casos			Push over	
	Definir param	cambiar tipo de analisis	Elmnar	0.000	
	Método de an	álisis directo (DAM)		Analisis armonis	co en el dominio de frecuencia (FRF)
	Definir parám	etros Ejecutar DAM	Eliminar modelo de DAM	O Excitación dinár	mica por pasantes (Footfall)
	Congrat of model	Calcular	Cerrar Avuda		OK Cancelar Ayuda

Figura 47. Creación de caso modal en Robot.

Aparecerá un nuevo cuadro de dialogo "Parámetros del análisis modal", donde el número de modos de vibración colocar 12.

Pulsar en el botón "Parámetros simplificados" aquí especificar el amortiguamiento de 0.05 y generar el caso modal del análisis.

R Parámetros del	análisis mod	al		×
Caso: Moda Parámetros	al		Modo de análisis Modal	
Número de modos:	12		◯ Sísmico	Tolerancia:
Tolerancia:	0.0001		🔿 Sísmico (pseudomodal)	0.01
Número de iteraciones	: 40		Método	
Aceleración;	9.80665		O Iter. en el subespacio por bloques	Definir parámetros
Matriz de masas Coherentes Concentradas con rotaciones Concentradas sin rotaciones		Iteración en el subespacio Bloquear algoritmo de Lanczos Lanczos Reducción de la base	Definición de la base	
Direcciones activas d	e la masa V Y	□z	Límites Inactivo Periodo, frecuencia, pulsación Porciento de masas participantes	Definir límites
☐ Ignorar densidad ☐ Verificación de Stu Parámetro:	rm s simplificados	<<	Parámetros para el análisis sísmico Amortiguamiento: 0.05 Tener en cuenta el amortiguamiento	o (según PS92)
OK (Cancelar	Ayuda	Definición de ex	centricidades

Figura 48. Parámetros de análisis modal en Robot.

Paso 12: Tipo de análisis Espectral

La incorporación del espectro de diseño obedece estrictamente al RNE E.030, que permite graficar valores de pseudo - aceleración para un determinado periodo de vibración.

EACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z						
FACTOR DE ZONA Z	ZONA 3 💌	0.35						
EACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION			S	Тр	Τι	
FACTOR DE SOELO S	S2 🔻	Suelos Intermedios			1.15	0.60	2.00	
	CATEGORIA			U	OBSERVACIONES			
FACTOR DE USU U	"C" Edificaciones Comunes		•	1.00	Revisar tabla N°6 E030-2016			
EACTOR DE SISTEMA	DIRECCION						Ro	
FACTOR DE SISTEINA	DIR X-X	Albañilería Armada o Confi	nada			-	3	
ESTRUCTURAL R	DIR Y-Y	Albañilería Armada o Confinada				-	3	



Figura 49. Calculo manual del espectro de respuesta.

En el mismo cuadro de análisis "Tipo de análisis", pulsar el botón "Nuevo", aparecerá una ventana. Activar la opción "Espectral", colocar un nombre "SXX", pulsar ok.

R Definición de un nuevo caso	<
Nombre: SXX	
Tipo de analisis	
Modal	
O Modal con definición automática de casos sísmicos	
🔾 Sísmica (Método del esfuerzo lateral equivalente)	
O Sísmico IBC 2012	H
Espectral	
O Armónico	
○ Temporal	
○ Push over	
O Análisis armónico en el dominio de frecuencia (FRF)	
O Excitación dinámica por pasantes (Footfall)	
OK Cancelar Ayuda	

Figura 50. Definición del espectro en dirección X en Robot.

Se despliega otra ventana "Parámetros de análisis espectral", pulsar el botón "Definición del espectro", colocar un nombre del espectro, amortiguamiento de 0.05, seleccionar periodo y aceleración, pulsar en agregar y la ventana cambiará agregándose la pestaña de "Puntos" en donde se ingresa el espectro correspondiente y en el icono "Abrir" buscar nuestro archivo guardado y lo cargarlo.

R Definición del espectro X	R Definición del espectro X
Aceleración(m/s*2) 5.0x00 1.0x11 6.0x00 1.0x11 7.0x00 1.0x11 6.0x00 1.0x11 7.0x00 1.0x11 6.0x00 1.0x11 7.0x00 1.0x11 7.0x00 1.0x11 7.0x00 1.0x11 7.0x00 1.0x11	20.0 Aceteración(m/s*2) 10.0 10.0 Período (s) 0.0 10.0 20.0
Espectro Puntos Interpolación de espectros	Espectral Puntos Interpolación de espectros
Nombre del espectro: E030 2016 (X) Abscisa (eje X) Amortiguamiento: 0.05 Escala logaritmica Agregar Elminar Modificar N.º Nombre O'recuenda	Espectro: E030 2016 (X) X = 0 Y = 10.968 N. ◦ X Y Agregar → 1 0.00000 10.96800 Eliminar
1 E030 2016 (X) Ordenada (eje Y) Escala logaritmica Velocidad @ Aceleración Oesplazamiento Guardar Abrir	2 0.04000 10.96800 4 0.06000 10.96800 5 0.08000 10.96800 ∨ < → → → → → → → → → → → → → → → → → → →
Cerrar Ayuda	Cerrar Ayuda

Figura 51. Espectro de diseño importado en la dirección X en Robot.

Pulsa el botón "Cerrar", el espectro ya sido definido. Pulsar el botón "Definición de la dirección", la norma indica que el análisis sísmico se hará al 100% en la dirección X y Y, establecer ese valor en la dirección X y pulsar ok.



Figura 52. Definición de la dirección del espectro en Robot.

Realizar lo mismo para el sismo en la dirección Y, dándole la dirección correspondiente, de esta manera quedan definidos los sismos SXX y SYY.



Figura 53. Definición del espectro en la dirección Y en Robot.

Paso 13: Combinaciones de carga

En el menú "Cargas>Combinaciones manuales", despliega una ventana donde se selecciona tipo de combinación, asignar un nombre, y pulsar OK para crear la combinación.

Cargas Análisis Resultados Dimensio	namiento Herramientas Complementos Ventana ? Comunidad
∰ <u>C</u> asos de carga ∰ C <u>a</u> rgas	
Lombinaciones <u>m</u> anuales	
<u>T</u> abla - cargas Ta <u>b</u> la - combinaciones Tabla - <u>m</u> asas	R Definir / modificar combinación × Combinación n.º: 16
La2 Seleccionar casos de carga Seleccionar componente del caso Seleccionar modos propios Seleccionar tipo de resultados ►	Image: Constraint of the combination in the com
Nieve <u>v</u> viento Simulación de cargas de viento	Parámetros OK Cerrar Ayuda

Figura 54. Creación de combinaciones manuales en Robot.

Despliega otra ventana seleccionar "definir coeficientes" ahí modificar los coeficientes, luego seleccionar todos los casos de carga necesarios en la combinación y lo pasamos con la flecha hacia la derecha y aplicar. De igual manera se ara para todas las combinaciones creadas.



Figura 55. Combinaciones de cargas ingresadas en Robot.

Paso 14: Creación de mallado

Ir a menú "Malla EF" y se despliega otra ventana donde se selecciona la barra "Opciones de la malla".



Figura 56. Icono de opciones de mallado en Robot.

Donde saldrá una advertencia, se acepta y se despliega una pantalla de "Opciones de mallado"

R Opciones de mallado ? ×	R Opciones avanzadas del mallado	? ×
Métodos de mallado Métodos de mallado admisibles O Mallado simple (Coons)	Métodos admisibles de generación de la malla O Coons Frecuente Delaunay Frecuente Frecuente 	Elementos finitos Tipo (superficiales): Cuadrangular (4 nudos) ~ Tipo (volumétricos):
 Mallado compuesto (Delaunay) Selección automática del método de mallado 	Uso: Recomendado ~	Tetraedro 4-nudos V Uso: Recomendado V
Generación del mallado Automática Usuario Tamnaño del elemento	Automática Definida por el usuar Tamaño del elemento D 50 (m)	Parámetros para el método de Delaunay Mallado regular O Delaunay Kang
0.50 (m)	Mallado - elementos volumétricos	$H_0 = \begin{bmatrix} 0.30 \\ H max = \end{bmatrix} (000.00 \\ Q = \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1.2 \\ Q = \end{bmatrix}$
Mallado de elementos volumétricos	Fino Grueso Grueso Mallado suplementario del superficie del sólido Parámetros para el método de Coons Tipo de división:	Emisores automáticos: En los puntos característicos de los paneles En los nudos de apoyo
Mallado adicional de la superfície del sólido	 Triángulos - espacio triangular Triángulos y cuadrados - espacio triangular Triángulos y trapezoides - espacio triangular 	Emisores del usuario Alisar Triangulación en los bordes
Opciones avanzadas OK Cancelar Ayuda	 ○ Cuadrados - espacio rectangular ○ Triángulos - espacio rectangular Uso: Cualquiera 	Fina Gruesa OK Cancelar Ayuda

Figura 57. Mallado automático de la estructura en Robot.

Generar el modelo de calculo



Figura 58. Generación del mallado en Robot.

Paso 15: Verificación de errores del modelo

Se procede buscar posibles errores, ir al menú siguiente.

2017 - Proyecto: MODELO TESIS ROBOT 2017 - Resultados MEF: actu	ales 🕨 Escriba palabra clave o frase 🛛 👫 🖄 📩 🔔 Iniciar sesión 🔹 🕐 🔹
Análisis Resultados Dimensionamiento Herramientas	Complementos Ventana ? Comunidad
聽 Tipo de análisis	🛊 🌽 🛐 🚒 Geometría 🗸 🗸
∰ <u>C</u> alcular	
Preparar resultados	
Guardar los resultados de combinaciones sísmicas	🥂 Verificación de la estructura — 🗌 🗙
Reiniciar cálculos	Mostrar
Mensaies de cálculo	Número de errores:0
Notas de cálculo	Número de advertencias:0
	C Notes
Verificación	(v) Notas
Mallado	
✓ Generación del modelo de cálculo	
Análisis DAM	
	Verificar Cerrar
	Seleccione una línea para resaltar objetos asociados en el modelo de estructura.

Figura 59. Verificación de la estructura en Robot.

Se procede a realizar el análisis estructural presionando el botón "calcular" a que se encuentra en la barra de herramientas. Se verifica con la barra de estado con esta simbología Resultados MEF: actuales, el punto verde representa que los cálculos por el método de elementos finitos (MEF) está actualizada.

Post Procesamiento

Paso 16: Análisis sísmico estático

Periodo fundamental T

$$T = \frac{hn}{CT} = \frac{11.10}{60} = 0.185 \,s$$

Donde:

hn: Altura total del edificio

CT = 60 (Edificios de albañilería)

Factor de amplificación sísmica C

Los valores para el perfil del suelo S2 son:

TP= 0.60 y TL = 2.00

Entonces:

$$T(x) = T(y) = 0.185 s < TP = 0.6$$

 $Cx = Cy = 2.5$

Evaluando el valor de C/R ≥ 0.125

$$\frac{C}{R} = \frac{2.5}{3} = 0.833 \ OK$$

Factor exponencial de distribución k

Dependiendo del periodo fundamental T de la estructura el factor k

es igual a: $k = 1; T \le 0.5 s$

Para ambas direcciones de análisis, el periodo fundamental T es igual menor que 0.5 s por lo tanto:

$$kx = ky = 1.0$$

Peso sísmico de la edificación

Los valores del peso sísmico de la estructura se calcularon por el

programa Robot Structural, donde se obtuvo:

Tabla 33. Peso sísmico total de la edificación.

PISO	P (Ton)
P4	48.467
P3	74.564
P2	74.564
P1	76.028
	273.623

Calculo del cortante estático en la base

DIRECCION X DIRECCION Y Ζ 0.35 Ζ 0.35 U 1 U 1 S S 1.15 1.15 С 2.50 С 2.50 Rx 0.9 Ry 0.9 C/R≥0.125 2.7778 C/R≥0.125 2.7778 ZUCS/R ZUCS/R 1.118 1.118 VX= 305.911 VY= 305.911

Tabla 34. Verificación de la Cortante estático en la base en Robot.

Para visualizar ir a menú "Resultados>>Diagrama para edificios", seleccionar las combinaciones "14: COMB2X" y "15: XOMB2Y", en la ventana "Esfuerzos" elegir la dirección FX y FY, pulsar aplicar.



Figura 60. Cortante estático en la base en la dirección X en Robot.

🗋 🚅 🔚 🊔 🧤 🗟 📦	🗙 🐚 🏟 🌈 🖎 📰 🚟 🔒 🔍 🍭 🦏 🌳 🚵 🏄 🅸 🌽 📰 🛲 Geometria 💦 🗸	
1A106 114A117 12: 🗸 🔔 2A14 1	16A18 21A33 🗸 🎻? 📰 🔚 🔛 15 : COM2Y = 1.25(CM + CV) + 1.0 SEY 🗸 🛃 📲 1: COC 🗸 🖷	
Inspector de objetos 🛛	R Vista - casos: 15 (COM2Y = 1.25(CM + CV) +1.0 SEY)	🗧 🔀 Diagramas para — 🗆 🗙 👩
f 🚏 🛣 🔍 🔞	Vista Proyección	Generation Calcet Esfuerzos Deformaciones Pará • •
Objetos Número d ^		1
⊞P4 ⊞P3	(P 4) FY=54.186	Plantas:
⊞ P 2		🗌 F - centro de gravedad la losa de planta 🛛 📗
B P 1	(P3) FY=137.549	G - centro de gravedad de la planta
🛱, Objetos del modelo		R - centro de rigidez
B	(P2) FY=220,912	Descripción de coordenadas
B-		Esfuerzos reducidos en G
B- Muros 0/19		
Em A Nuldos 0/300 V	FY=305,910 P 1	FY MY
(Geometria) Grapos)	Rock	FZ MZ
Nombre Valor Onida	Base	T Ametaciana
		(C) Altotacories
	Casos: 15 (CO	M2 Todo Nada Normalizar
	30 Z = 0.000 m - Base A V	Tamaño de los diagramas: - + ITTI
		misma escala
	🖬 Plantas	Aplicar Cerrar Ayuda
	CasolPlanta G (x,y,z) (m) FX (T) FY (T) MZ (Tm) FX para los FY par	^ P
	15 /CV 1 3.494 3.913 2.6 -0.000 305.910 36.342 -15.844 15.844 131.802 174.108	ffa
	15 (C)/ 2 3.687 3.923 5.3 -0.000 220.912 -6.661 8.752 -8.752 -18.886 239.798	1444
~	15 (C)/ 3 3.687 3.923 8.0 -0.000 137.549 -6.524 1.778 -1.778 15.129 122.419	
M	15 (C)/ 4 3.578 4.087 10. 0.000 54.188 -0.501 1.968 -1.968 5.644 48.542	× _
16 🚩 🐨 🟉	\Plantas & Valores & Desplazamientos & Esfuerzos reducidos > Juntos / <	> f

Figura 61. Cortante estático en la base en la dirección Y en Robot.

Distribución de Fuerza sísmica en altura

Diag	Pi	h	hi	hi^k	Pj*hj^k	αί	Fi
PISO	ton	m	m				Ton-f
P4	48.467	2.7	11.1	11.1	537.984	0.2960	90.554
P3	74.564	2.7	8.4	8.4	626.338	0.3446	105.426
P2	74.564	2.7	5.7	5.7	425.015	0.2339	71.539
P1	76.028	3	3	3	228.084	0.1255	38.391
					1817.420		305.910

Tabla 35. Distribución de fuerzas sísmicas estática en altura en Robot.

Desplazamiento laterales

Para visualizar los desplazamientos máximos ir a la ventana "Diagramas para edificios>>Deformaciones" elegir Max UX para el caso de sismo en X (COMB2X) y Max UY para el sismo en Y (COMB2Y).



Figura 62. Desplazamiento máximo por sismo estático X en Robot.

	X 🗟 🛍 🖉		i 🔒 🔍) 🔍 🛟	Y² 🕍 🎽	🅸 🌽 🖪	🗧 🥏 Geometri		~		a (
× ×	~ %?		15 : COM2Y	- 1.25(CM + CV)	+1.0 SEY	× 🛀 🛁	1; CQC				17 (B) (B)		
Inspector de objetos	R Vista - casos: 15	(COM2Y = 1.25)	(CM + CV) +1.0 :							🔶 🖂	Diagramas para	—	x 🧾
Image: Processing of the second se	Vista Proyección		(A) (P4)- (P3)-		Max UY=6	8345	Max UY=7			iticiae Iticiae Iticiae	ices Esfuerzo Deformaci esplazamientos m UX esplazamiento rel	Deformaciones Pará ión necios de plantas: UY lativo de las plantas: UY	
⊕ - Voss 0/105 ⊕ I Planes 0/52 ⊕ Plantas 0/53 ⊕ Maxes 0/19 ⊕ A Nudos 0/383 \Geometria ∫ Grupos / \Grupos / Nombre Valor Unida	x ⁷ x		P2-			Max	P 2) JY=5.1855 P 1 BaseD		15 //		eficiente de des fr/h): d UX esplazamiento de Max UX Min UX	a di o'i splazamiento relativo di UY tas plantas: Max UY Min UY	
				30	Z = 0.000 m	- Base		A 7	casos. 15 (c		Tamaño de	los diagramas: - +	- Б + П
												misma escala	
	Plantas										Aplicar	Cerrar Ayuda	- à
	Caso/Planta	UX (cm)	UY (cm)	dr UX (cm)	dr UY (cm)	d UX	d UY	Max UX (cm)	Max UY (cm)	Min UX (cm)	Min UY (cm)	` `
	15 (C)/ 1	-0.4980	2.9857	-0.4980	2.9857	-0.00166	0.00995	1.8558	5.1855	-3.582	2 0.00	00	6
	15 (C)/ 2	-0.5554	3.6810	-0.0575	0.6953	-0.00021	0.00258	2.0905	6.1493	-3.682	9 1.04	44	
v	15 (C)/ 3	-0.4622	4.2708	0.0933	0.5898	0.00035	0.00218	2.2861	6.8345	-3.749	6 1.71	24	
	Plantas (Valores	Desplazami	entos Esfuer.	zos reducidos	(Juntos /	0.00045	c 0.00152	2.4534	7.5144	-3.752	2.23	······································	1

Figura 63. Desplazamiento máximo por sismo estático Y en Robot.

Para visualizar los desplazamientos laterales o derivas en la misma ventana elegir "d UX" para el caso de sismo en X (COMB2X) y "d UY" para el sismo en Y (COMB2Y).



Figura 64. Desplazamiento lateral por sismo estático X en Robot.

Según la norma para cada dirección de análisis, los desplazamientos calculados deben ser multiplicados por R para estructuras irregulares.

Tabla 36. Control de deriva por sismo estático X en Robot.

Die e	Carro	Deriva	Di	Maximo
PISO	Carga	d UX (∆)	R*∆	≤ 0.005
P4	SEX	0.0037	0.003	ОК
P3	SEX	0.0052	0.005	OK
P2	SEX	0.0063	0.006	FALLA
P1	SEX	0.0067	0.006	FALLA

Autodesk Robot Structural Analy	sis Professional 2017	- Proyecto: MODELO ALI	IAÑILERIA CONFINADA	- Resultados Mi	EF: actuales	Escriba palabra	clave o frase	部長会	Q Iniciar sesión		ø ×
PRO Archivo Edición Ver Est	ructura Cargas	Análisis Resultado	Dimensionamiento	Formato	Herramientas	Complemente	os Ventana	Ayuda Con	nunidad		
🗋 🚔 🔚 🎘 🌆 🕽	X 🖻 🛍 💋		a 🖸 🏨 📖 1	🖓 🔊 🏹	🎎 🔌 📴	Geometría	,	~			
人 TA106 114A117 12: - 2 2A14 1	6A18 21A33 🗸 🎻?	15	COM2Y = 1.25(CM + CV)	+1.0 SEY	- L	1; CQC			- A B		
Inspector de objetos 🛛	R Vista - casos: 15								_		
A 🛠 🕱 🖉 🕢	Vista Proyección	1						•	📑 🔀 Diagramas (para — 🗆	×
Objetos Número d ^				×		1		i della	Calices Esfuer	zos Deformaciones ara	
B P 3		(P			1=0.00152				Defon	mación	
B P 2 B P 1				dU	Y=0.00218	(P4)			Desplazamient	os medios de plantas:	
No definido					XJ				UX	□uv	9
l⊟Objetos del modelo ⊞				dU	Y=0.00258	P3			Desplazamient	o relativo de las plantas:	155
B- Pilares 0/52					XJ				∐ dr UX	dr UY	
B- Muros 0/19				dl	JY=0.00995	(P2)			Coeficiente de (dr/h):	desplazamiento relativo	
E - X Nudos 0/988 ✓					\sim				□dux	⊠duy	
Nombre Valor Unida e				_ _					Desplazamient	o de las plantas:	
Nonitie Valor Onita			d'in l			10			Max UX	Max UY	
	x Z x		3			Base			Min UX	Min UY	
			(2)	lan.				casos: 15 (Co	ON Toda	Nada Norma	
			30	Z = 0.000 m	1 - Base		A 7		1000	Note	<u> </u>
					_			_	Tamaño	de los diagramas: -	+
	Plantas									misma esca	la
	Caso/Planta	UX (cm) UY (cm) dr UX (cm)	dr UY (cm)	d UX	d UY	Max UX (cm)	Max UY (cm)	Mir Aplicar	Cerrar Ayu	da 🔐 🖗
	15 (C)/ 1	-0.4980	2.9857 -0.4980	2.9857	-0.00166	0.00995	1.8558	5.1855	-3.5822	0.0000	龠
	15 (C)/ 2	-0.5554	3.6810 -0.0575 4.2708 0.0933	0.6953	-0.00021	0.00258	2.0905	6.1493	-3.6829	1.0444	
×	15 (C)/ 4	-0.3401	4.6808 0.1221	0.4100	0.00045	0.00152	2.4534	7.3144	-3.7529	2.2324	~
	Plantas / Valore	s) Desplazamientos /	Esfuerzos reducidos	(Juntos /		c					> 📑

Figura 65. Desplazamiento lateral por sismo estático Y en Robot.

Piso	Carga	Deriva d UY (∆)	Di R*∆	Maximo ≤ 0.005
P4	SEY	0.0013	0.001	OK
P3	SEY	0.0018	0.002	OK
P2	SEY	0.0020	0.002	OK
P1	SEY	0.0088	0.008	FALLA

 Tabla 37. Control de deriva por sismo estático Y en Robot.

Paso 17: Análisis sísmico dinámico

Calculo del cortante dinámico en la base

Para visualizar la cortante dinámica en la base los pasos son similares que, para la cortante estática, seleccionar el caso SXX (para la cortante en X), el caso SYY (Para la cortante en Y).



Figura 66. Cortante dinámico en la base en dirección X en Robot.

🗋 🚅 🔚 🏯 🧤 🗟 🚳 🗙	🕻 🐚 🏟 🌈 🔍 📰 🚟 🔒 🔍 🍭 🖏 🌳 🚵 🏄 🅸 🌽 📻 🛲 Geometria 💦 🗸	
1A106 114A117 12: V 🔔 2A14 164	118 21A33 🗸 🔗? 📰 🏬 🔛 🔛 13 : SYY 💎 💕 🛃 1.12; CQC 🗸 👖	
Inspector de objetos	R Vista - casos: 13 (SYY) Modos: 1; CQC	🕈 🔰 Diagramas para — 🗆 🗙 👦
A 🗞 🖉 🕘	Vista Proyección	Generationes Pará
Objetos Número d ^		0
⊞P4 ⊞P3	(P4) FY=47.931	Plantas:
₿ P 2		F - centro de gravedad la losa de planta
No definido	(P3) FY=109.374	G - centro de gravedad de la planta
D Objetos del modelo		R - centro de rigidez
B	(P2) FY=157 622	Descripción de coordenadas
🖶 🟉 Plantas 0/68		Esfuerzos reducidos en G
B- Muros 0/19		
Geometría (Gunos /	FY=190.848 P 1	FY MY
Nombre Valor Linida o		FZ MZ
	3 3 Base	Anotaciones
		Todo Nada Normalizar
	30 Z = 0.000 m - Base A V	Tamaño de los diagramas: - +
		misma escala
	🙀 Plantas	Aplicar Cerrar Ayuda
	Caso/Planta G (x,y,z) (m) FX (T) FY (T) MZ (Tm) FX para los FX para los FY para los FY para los regiona (T) muno (T) muno (T) muno (T)	^ P
	13/ 1 3.494 3.913 2.6 79.824 190.848 741.326 45.095 34.729 96.134 94.715	
	13/ 2 3.687 3.923 5.3 67.985 157.622 608.955 17.449 50.536 28.155 129.467	
×	13/ 3 3.687 3.923 8.0 48.467 109.374 424.528 14.492 33.975 12.683 96.691 13/ 4 3.578 4.087 10 21.821 47.931 187.894 8.636 13.186 4.953 42.978	
	Plantas (Valores (Desplazamientos) Esfuerzos reducidos (Juntos /) Š

Figura 67. Cortante dinámico en la base en dirección Y en Robot.

Periodo fundamental de vibración y masa participativa

Seguir la secuencia: click derecho y elegir "Tablas >>Modos propios"; desplegándose el siguiente menú. En el caso de carga a analizar debe estar en modal.

sis Prof	essional 201	7 - Proyecto: M	ODELO ALBAÑIL	ERIA CONFINAE	DA - Resultados	MEF: actuales	 Escriba palab 	ra clave o frase	A & .	🛠 🔔 Iniciar s	esión 🔹 🤶)• –
ructura	Cargas	Análisis	Resultados D	imensionamien	to Formato	Herramientas	s Compleme	ntos Ventan	a Ayuda	Comunidad		
K 🕼 🏠 🌈 🖓 🖼 🚟 🔒 🔍 🍭 🖏 🌳 🚵 🏄 🅸 🌽 🌆 🖛 Geometria 🗸 🗸												
SA18 21	A33 ~ 🧖		11 : Moda	al		_ <mark>⊾</mark> 4	112; CQC	~			7 團 國	
Cas	o/Modo	Frecuencia (Hz)	Período (sec)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)	Total masas UX (kg)	Total masas UY (kg)	Total masas UZ (kg)
1	1/ 1	2.15535	0.46396	11.26628	47.20499	0.0000	11.26628	47.20499	0.0000	271354.79	271354.79	0.0000
1	1/2	2.51504	0.39761	82.73836	53.30530	0.0000	71.47208	6.10031	0.0000	271354.79	271354.79	0.0000
1	1/ 3	4.19840	0.23819	82.78350	90.66376	0.0000	0.04514	37.35846	0.0000	271354.79	271354.79	0.0000
1	1/4	7.01397	0.14257	84.31715	90.95050	0.0000	1.53365	0.28675	0.0000	271354.79	271354.79	0.0000
1	1/5	7.55647	0.13234	94.20905	91.39624	0.0000	9.89189	0.44573	0.0000	271354.79	271354.79	0.0000
1	1/6	8.20416	0.12189	96.65939	92.35264	0.0000	2.45034	0.95641	0.0000	271354.79	271354.79	0.0000
1	1/7	12.60051	0.07936	96.72681	97.29099	0.0000	0.06742	4.93835	0.0000	271354.79	271354.79	0.0000
1	1/ 8	13.46125	0.07429	98.13798	97.58062	0.0000	1.41117	0.28963	0.0000	271354.79	271354.79	0.0000
1	1/ 9	13.85138	0.07219	98.54721	97.64878	0.0000	0.40923	0.06816	0.0000	271354.79	271354.79	0.0000
1	1/ 10	16.03141	0.06238	98.72143	97.64884	0.0000	0.17423	0.00006	0.0000	271354.79	271354.79	0.0000
1	1/ 11	16.65566	0.06004	98.77889	97.64923	0.0000	0.05746	0.00039	0.0000	271354.79	271354.79	0.0000
1	1/ 12	17.02990	0.05872	98.78023	97.65066	0.0000	0.00134	0.00143	0.0000	271354.79	271354.79	0.0000

Figura 68. Periodos, frecuencias y masas participativas en Robot.

Centros de masas y Rigidez

Dar click derecho sobre la pantalla y elegir "Tablas>Plantas", y se despliega la siguiente tabla y seleccionar el caso de carga modal.

is Professi	ional 2017	7 - Proyecto: M	IODELO ALBAÑ	ILERIA CONFINA	ADA - Resultados	MEF: actuales	 Escriba pala 	bra clave o frase	# \$	$\cancel{2}$ $\underline{0}$ Iniciar	sesión 🔹 🤇)
uctura	Cargas	Análisis	Resultados	Dimensionamie	nto Formato	Herramienta	s Complem	entos Ventar	na Ayuda	Comunidad		
< D	🖻 🎸) 🐧 🛅		Q 🍭 🍵) 🖓 📩 🦉	🎽 🤹 🌽	🔄 🚚 Geom	etría	~			
A18 21A33	~ Ø?		🔝 11 : Mo	dal		🛁 🚽	112; CQC	~		× 4	1 7 🖻 関	
A Plantas												
											l	
Caso/F	Planta	Nombre	Masa (kg)	G (x,y,z) (m)	R (x,y,z) (m)	lx (kgm2)	ly (kgm2)	lz (kgm2)	ex0 (m)	ey0 (m)	ex2 (m)	ey2 (m)
Caso/F	Planta 1	Nombre P 1	Masa (kg) 73374.69	G (x,y,z) (m)	R (x,y,z) (m)	lx (kgm2) 674155.71	ly (kgm2) 569631.65	lz (kgm2) 1157612.68	ex0 (m) 3.457	ey0 (m) 0.721	ex2 (m) 0.0000	ey2 (m)
Caso/F 11/ 11/	Planta 1 2	Nombre P 1 P 2	Masa (kg) 73374.69 74564.36	G (x,y,z) (m) 3.494 3.913 2.6 3.687 3.923 5.3	R (x,y,z) (m) 0.037 3.192 2.0 3.618 4.245 4.7	lx (kgm2) 674155.71 647866.76	ly (kgm2) 569631.65 608362.22	Iz (kgm2) 1157612.68 1181298.31	ex0 (m) 3.457 0.069	ey0 (m) 0.721 0.322	ex2 (m) 0.0000 0.0000	ey2 (m)
Caso/F	Planta 1 2 3	Nombre P1 P2 P3	Masa (kg) 73374.69 74564.36 74564.36	G (x,y,z) (m) 3.494 3.913 2.6 3.687 3.923 5.3 3.687 3.923 8.0	R (x,y,z) (m) 0.037 3.192 2.0 3.618 4.245 4.7 3.618 4.245 7.4	Ix (kgm2) 674155.71 647866.76 647822.19	ly (kgm2) 569631.65 608362.22 608317.58	Iz (kgm2) 1157612.68 1181298.31 1181298.38	ex0 (m) 3.457 0.069 0.069	ey0 (m) 0.721 0.322 0.322	ex2 (m) 0.0000 0.0000 0.0000	ey2 (m) 0.0000 0.0000 0.0000
Caso/F 11/ 11/ 11/ 11/	Planta 1 2 3 4	Nombre P1 P2 P3 P4	Masa (kg) 73374.69 74564.36 74564.36 51119.38	G (x,y,z) (m) 3.494 3.913 2.6 3.687 3.923 5.3 3.687 3.923 8.0 3.578 4.087 10.	R (x,y,z) (m) 0.037 3.192 2.0 3.618 4.245 4.7 3.618 4.245 7.4 3.618 4.245 10.	Ix (kgm2) 674155.71 647866.76 647822.19 475639.16	ly (kgm2) 569631.65 608362.22 608317.58 431618.14	Iz (kgm2) 1157612.68 1181298.31 1181298.38 840915.28	ex0 (m) 3.457 0.069 0.069 0.039	ey0 (m) 0.721 0.322 0.322 0.158	ex2 (m) 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000	ey2 (m) 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

Figura 69. Centros de masas y rigideces en Robot.

Desplazamientos laterales

De la misma manera que el análisis estático para el caso de sismo en X (SXX) y el sismo en Y (SYY).



Figura 70. Desplazamiento máximo por sismo dinámico X en Robot.



Figura 71. Desplazamiento máximo por sismo dinámico Y en Robot.

Los desplazamientos laterales para el caso de sismo en X (SXX) y sismo en Y (SYY).



Figura 72. Desplazamiento lateral por sismo dinámico X en Robot.

Tabla 38. Control de deriva por sismo dinámico X en Robot.

Diee	Caraa	Deriva	Di	Maximo
PISO	Carga	d UX (∆)	$R^*\Delta$	≤ 0.005
P4	SXX	0.0041	0.004	OK
P3	SXX	0.0054	0.005	FALLA
P2	SXX	0.0057	0.005	FALLA
P1	SXX	0.0056	0.005	FALLA



Figura 73. Desplazamiento lateral por sismo dinámico Y en Robot.

Dico	Corgo	Deriva	Di	Maximo
FISU	Carya	d UY (∆)	$R^*\Delta$	≤ 0.005
P4	SYY	0.0013	0.001	OK
P3	SYY	0.0018	0.002	OK
P2	SYY	0.0020	0.002	OK
P1	SYY	0.0088	0.008	FALLA

Tabla 39. Control de deriva por sismo dinámico Y en Robot.

Paso 18: Fuerzas internas por los estados de cargas

Para ver los resultados ir a menú "Resultados > Diagramas-barras"

y nos despliega opciones que nos presenta la ventana "Diagramas"



Figura 74. Ventana principal para visualizar diagramas en Robot.

Reacciones en los apoyos:

En la ventana "Diagramas" seleccione la ficha "Reacciones", configurar la visualización de las reacciones en "Z", también activando las anotaciones. Finalmente presionar "Aplicar".

🔰 Diagrama	IS	-		×
Deformación	Tensiones	Reaco	tiones	n I F
Reaccio	ones			
OResidua	0			
() Fuerza:	s pseudoest	áticas		
Re	acciones en	el siste	ma local	
	FX		MX	
	FY		MY	
	FZ		MZ	
Diagra	mas para an	ovos lin	eales	
Anotac	lones			
	medio			
U Valor	de la integr	al		
Todo	Nac	da	Norma	alizar
abrir atra	ventana	□.	niema ecc	ala
abriroua	ventaria		nisma esc	
Aplicar	Cer	rar	Ауι	uda

Figura 75. Menú Reacciones en los apoyos en Robot.



Figura 76. Reacciones debido a carga muerta total en Robot.



Figura 77. Reacciones debido a carga viva en Robot.



Figura 78. Reacciones debido a sismo en X en Robot.



Figura 79. Reacciones debido a sismo en Y en Robot.

Paso 19: Diseño de elementos estructurales

Diseño de viga

Seleccionar la viga del pórtico 2-2(VP 25 x 30), del Piso 1 que es el más crítico e ir al menú "Refuerzo proporcionado de elementos RC"



Figura 80. Selección de la viga a diseñar en Robot.

Seleccionar la combinación de carga que se utilizara para el diseño en nuestro caso seleccionar combinaciones manuales y escoger las combinaciones creadas y le dar OK.

	N.®	Тіро	Nombre
	16	ELU	COMB1 = 1.4CM + 1.7 CV
\checkmark	17	ELU	COMB2 = 1.25(CM + CV) +1.0 SXX
\checkmark	18	ELU	COMB3 = 1.25(CM + CV) +1.0 SYY
\checkmark	19	ELU	COMB4 = 0.9CM + 1.0 SXX
\checkmark	20	ELU	COMB5 = 0.9CM + 1.0 SYY
	21	ELS	PESO S= 100 %(PP + CM) + 25 %(CV+C)

Figura 81. Selección de las combinaciones manuales en Robot.

Presionar ok y despliega la siguiente pantalla.

Autodesk Robot Structural Anal	lysis Professional 2013	- Proyecto: MODE	LO ALBAÑILERIA C	ONFINADA - Resulta	dos: ausentes	 Escriba palabra cla 	ve o frase	品を会え	Iniciar sesión 🔹	? -	- 0	×
PRO Archivo Ver Elemento HA	Análisis Resulta	dos Armaduras	Herramientas	Complementos	Ventana	Comunidad						- 🗗 X
💽 🗋 🔚 🇁 🥪 🗟 🚳 🕷		i 🔤 🖬 🔍	l 🖲 🎲 🍾	만 🚽 🕸	🔑 🕜 🗌		~					
Inspector de componentes de hormigón ar	a Estructura Viga - 1	rista Viga - diagram	as Viga - armaduras	Viga - nota de cálcul	0							^
🖨 🐔 🌾 🛣 🔞	-2.0	-1.0	0.0 1.0	2.0	3.0	1.0 5.0	6.0	7.0 8.0	9.0	10.0	11.0	4
Tipo E Nombre	- C		1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1. S. 1. S. 1. S. 1.				1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1			- 1
E⊢ ∰ Plantas Internet Nivel estándar EP 1	-8 '' '		25.000	30.000	25,0004		25.000	30.000			· · · g	- 7
B P 2	- · · · ·		N 1									1
		1 ₁ 0	0. <u>250.m 1.80</u> 0. <u>250.m 1.80</u> 0.0 1.0	00 m 0.250 m	3.00) 3p	να)m 0,250, ι _μ ο 5ρ ,	m 2.70 ερ	от оз от оз 7р вр	να <u>ε50</u> .m	 19.0	11,0	
	× 1000 Trees	Commenter			× Paráme	ros globales						12,3
< >		Segmentos			D Nom	VP 75 X 30		b .				×-
Elementos estructurales (Dibujos /	Longitud de la v	liga: E	.500 (m) Mens	ua guierda	Telela	0.000	5 E					×-
Nombre Valor Unida ^	Número de trar	105:	3	aradaa	1100	0.000		h				Ē2
General	Número de viga	s idénticas:	1	ereuna	HIN:	3.000	¥ -					7
Nombre P1	Nombres s	mplificados itomática	Agregar t	ramo 1		위 핥 수 🗖	Dimensione	s básicas (cm)				
Nivel de la L +3.000 (m)	Tramos	Apoyos	Our just in				b 25.00	D				-
E Número de			Copiar tr	amo 1 👻		Avanzado	b 30.00	n				
Vigas 2			Eliminar tr	amo 1 🗘	Sec	ión variable		-				
			Modifica	ir orientación								
	Aplica	r <<	>>	Cerrar Ayud	a Aplica	r <<	>> (Cerrar Ayu	ida			

Figura 82. Sub menú de la vista tridimensional viga a diseñar en Robot.

Ir al menú de manejo de aceros que se encuentra en la parte

ØØ.

<u> Armadura de la viga</u>		×
Archivo Ayuda		
Geometría1	Tramos Número del tramo: 1 🜩 L	.ongitud del tramo: I _s = 1.800 m
Estribos 2	Distribución de estribos principales	Distribución de estribos encima de apoyos extremos
Distribución de estribos	dura and strip:	SL_++ ++SR
Barras - principales		
Barras - adicionales superiores	s ₁ = 10,000 cm I ₁ = 0,450 m	Apoyo izquierdo Apoyo derecho
Barras - adicionales interiores	$s_2 = 20,000 \text{ cm}$ $I_2 = 0,900 \text{ m}$	
División de barras	$s_3 = 10,000 \text{ cm}$ $1_3 = 0.450 \text{ m}$ $6_s = 10000 \text{ cm}$	a L = a R = s L = s R =
	d L = 5,000 cm d R = 5,000 cm	
	0,750 m 1,500 m 0,750 m 1 1,500 m 1,500 m	*
0/250 m 1.800 m	0 250 m 3.000 m (0/250 m 0/250 m
2,050 m	3,250 m	2,950 m
		Aceptar Cancelar

Figura 83. Menú de armado de aceros para vigas en Robot.

1: Geometría de las vigas, donde indica la sección que están siendo calculadas.

2: Aquí se selecciona el tipo de estribo, el diámetro, recubrimiento y material de los estribos.

3: Se modifica la distribución de los estribos, es decir espaciamiento

en cada uno de los tramos.

4: En este icono se modifica la distribución de los aceros longitudinales.

5: Si es necesario se agrega los aceros adicionales superiores.

6: Si es necesario se agrega los aceros adicionales inferiores.

7: Se controla la división de barras y traslapes.

Después de darle las características de los armados damos "Aceptar" donde automáticamente calculara los aceros. Y se puede visualizar los resultados en diagrama y memoria de cálculo que se puede guardar o imprimir.



Figura 84. Diagrama de momento flector de la viga en Robot.



Figura 85. Diagrama de esfuerzo cortante de la viga en Robot.

Cabe mencionar que el check verde quiere decir que el diseño es correcto y el check amarillo falla la viga, que nuestro caso no cumple la viga. Y sale la ventana de llamado con los errores de cálculo.



Figura 86. Ventana de errores de cálculo de la viga en Robot.



Figura 87. Vista tridimensional del armado de viga en Robot.



Figura 88. Memoria de cálculo de la viga diseñada en Robot.

Y finalmente la producción del plano detallado de la viga presionando el menú "Resultados>>Plano de ejecución".

2017 - Proyecto	: MODELO ALE	BAÑILER
Resultados	Armaduras	Herra
<mark>∰ N</mark> ota de cá	lculo	
<u>D</u> iagramas		
🙀 <u>P</u> lano de ej	ecución	

Y se despliega el plano de ejecución por defecto:



Figura 89. Plano de ejecución por defecto de la viga en Robot.

Diseño de columna

Seleccionar la columna del pórtico 2-2, del Piso 2 e ir de la misma manera al menú "Refuerzo proporcionado de elementos RC"



Figura 90. Selección de la columna a diseñar en Robot.



Seleccionar las combinaciones manuales con las que se diseñara.

Figura 91. Vista tridimensional de columna a diseñar en Robot.

Ir al menú de "Armaduras típicas" que se encuentra en la parte derecha para definir los parámetros de los aceros.

Archivo Avuda	
	- It
Armado del usuano Distribución de estribos $I_n = 20,000 \text{ cm}$ $I_n = 1,300 \text{ m}$ $s_t = 10,000 \text{ cm}$ $I_t = 0,500 \text{ m}$ O Marcos hacia la losa (e) Marcos hacia la viga	In - It -

Figura 92. Menú de armado de acero para columna en Robot.

"Aceptar" donde calculara los aceros. Y visualizar los resultados en diagrama y memoria de cálculo de la misma manera que la viga.



Figura 93. Diagrama de interacción y coeficiente de seguridad de columna en Robot.



Figura 94. Vista tridimensional del armado de la columna en Robot.

Autodesk Robot Structural Analysis F	Professional 2017 - Proyecto: MODELO ALBAÑILERIA CONFINADA - Nivel: P 2 - Resultados MEF: 🕨 Escriba palabra clave o frase 🛛 🛱 🗴 🕁 🔍 Iniciar sesión 🔹 💿 -	- 0 ×
PRO Archivo Ver Elemento HA	Analisis Resultados Armaduras Herramientas Complementos Ventana ? Comunidad	- @ ×
- 🔄 📄 🔚 🖄 🧤 🔌 💷 🗡	〈 X 🖻 🗗 ひ び 📓 📓 🔊 🖌 🖬 🐴 🏇 🚱 👘 🔹 🔶 🕐	
Inspector de componentes de hormigón⊠n	Estructura Columna - visita Columna - nesultados Columna - amadurar Columna - nota de cálculo	
	1 Nivel:	^ P
Tipo E Nombre	• Nombre : P 2	A 10
E- printas	Cota de nivel Subol (m) Subol (m)	
BP 1	Residencial needs . 0 (n) Tino de ambiente . 0 ancesivo	
🕮 🛹 Viga31621	- no anticine . no aground	
BP2	2 Columna: Columna53 Número: 1	
P 3		48
	2.1 Característica de los materiales:	- 🐣
	Horminón: Concreto fc=210 fc = 2100 615 (T/m2)	stat
	Densidad (2400.00 (KG/m3)	#
	Armaduras longitudinales : Grade 60 fy = 42184.175 (T/m2)	123
< >	Armaduras transversales : Grade 60 fy = 42184.175 (T/m2)	-
Elementos estructurales / Dibujos /	2.2 Comparing	×-
Nombre Valor Unida 🔨	2.2 Geometria.	É3
🖃 General	2.2.1 Rectángulo 25.000 x 25.000 (cm)	III
Estado de actuales	2.2.2 Altura: L = 2.700 (m)	195
Disposicio	2.2.3 Espesor de la losa = 0.130 (m)	I
Modelo de	2.2.4 Altura de la viga = 0.300 (m) 2.2.5 Benuhimiento de la armadura = 4.000 (m)	•
Plantilla de		<u> </u>
El Características de material	2.3 Opciones de cálculo:	8
Clase Concreto fc		27
Resiste 2100.615 (T/m2)	Cálculos según la norma : ACI 318-11	
E Armadura	Columna prefabricada : no	
Resiste 42184 175 (T/m2)	Predimensionamiento : no	
E Armadura	Iomar en cuenta la esbeltez Si	
Clase Grade 60 (Ner	Estructure introducional	
Pilar / 42184.1751(T/m2)		
	2.4 Cargas:	~

Figura 95. Memoria de cálculo de la columna diseñada en Robot.



Figura 96. Plano de ejecución por defecto de la columna en Robot.

B. Guía del software Etabs V16.2.0

Pre Procesamiento

Paso 1: Generalidades del software

Al abrir el software e iniciar el proyecto y se presenta la siguiente ventana:

nitialization Options		
O Use Saved User Default Settings		0
O Use Settings from a Model File		0
Use Built-in Settings With:		
Display Units	Metric SI	~ ()
Steel Section Database	AISC14	\sim
Steel Design Code	AISC 360-10	~ ()
Concrete Design Code	ACI 318-11	~ ()



En dicha ventana escoger los códigos con los que se va a trabajar para este caso ACI-318-11 y las unidades "Métric SI", y despliega la ventana "New Model Quick Templates".

Paso 2: Creación de grillas

Grid Dimensions (Plan)			Story Dimer	nsions		
Uniform Grid S	pacing			Simple	ole Story Data		
Number of Grid	Lines in X Direction		4	Nun	nber of Stories	3	
Number of Grid	Lines in Y Direction		4	Турі	ical Story Height	3	
Spacing of Gri	ds in X Direction		6 m	Bott	om Story Height	2.3	70
Spacing of Gri	ds in Y Direction		6 m				
Specify Grid Li	abeling Options		Grid Labels				
O Custom Grid S	pacing			O Cust	tom Story Data		
Specify Data f	or Grid Lines		Edit Grid Data	Spe	cify Custom Story Data	E	Edit Story Data
Add Structural Object	5						
			H H H				
		I—H—I	й—н—й				
Blank	Grid Only	Steel Deck	Staggered Truss	Flat Slab	Flat Slab with Perimeter Beams	Waffle Slab	Two Way or Ribbed Slab

Figura 98. Definición de las grillas y las alturas de los pisos en Etabs.

Paso 2: Definición de materiales

ir al menú "Define>Material Properties>Add New Material" se observa la ventana donde puede definirse primero el tipo de material (concreto, acero, etc.).

General Data	
Material Name	Acero Grado 60
Material Type	Rebar ~
Directional Symmetry Type	Uniaxial
Material Display Color	Change
Material Notes	Modify/Show Notes
Material Weight and Mass	
Specify Weight Density	O Specify Mass Density
Weight per Unit Volume	7.85 tonf/m ³
Mass per Unit Volume	0.800477 tonf-s²/m4
Mechanical Property Data	
Modulus of Elasticity, E	21000000 tonf/m ²
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000117 1/C
Design Property Data	
Modify/Show M	laterial Property Design Data
Advanced Material Property Data	
Nonlinear Material Data	Material Damping Properties
Time D	ependent Properties

Figura 99. Definición de propiedades del acero en Etabs.

ieneral Data			Material Name and Type		
Material Name	Concreto fo=210		Material Name	Conc	reto f'c=210
Material Type	Concrete	~	Material Type	Conc	rete, Isotropic
Directional Symmetry Type	Isotropic	~	Design Properties for Concrete M	latariale	
Material Display Color	Chan	ge	Specified Concrete Compress	ive Strength f'c	2100 tonf/n
Material Notes	Modify/Show Not	es	Lichtweicht Concrete		
Antonial Walable and Massa			Shear Strength Reduction	n Factor	
Specify Weight Density	Specify Mass De	ensity	Λ		
 Specify Weight Density Weight per Unit Volume 	Specify Mass De 2.4	ensity tonf/m ³	Λ		
 Specify Weight Density Weight per Unit Volume Mass per Unit Volume 	Specify Mass De 2.4 0.2447;	ensity tonf/m³ 32 tonf-s²/m4			
Specify Weight Density Weight per Unit Volume Mass per Unit Volume Mechanical Property Data	 Specify Mass De 2.4 0.24473 	ensity tonf/m³ 32 tonf-s²/m4	/		
Speafy Weight Density Weight per Unit Volume Mass per Unit Volume Mechanical Property Data Modulus of Elasticity, E	Specify Mass De 2.4 0.2447; 217370	ensity tonf/m ³ 32 tonf-s ² /m ⁴ 6.51 tonf/m ²		ОК	Cancel
Speafy Weight Density Weight per Unit Volume Mass per Unit Volume Mechanical Property Data Modulus of Elasticity, E Poisson's Ratio, U	O Specify Mass De 2.4 0.24473 217370 0.15	ensity tonf/m ³ 32 tonf-e ² /m ⁴ 6.51 tonf/m ²		ОК	Cancel
Specify Weight Density Weight per Unit Volume Mass per Unit Volume Mechanical Property Data Modulus of Elesticity, E Poisson's Ratio, U Coefficient of Thermal Expansion,	O Specify Mass De 2.4 0.24473 2.17370 0.15 A 0.00001	ensity tonf/m ² 32 tonf-s ² /m ⁴ 6.51 tonf/m ² 1.1/C		ОК	Cancel

Figura 100. Definición de propiedades del concreto en Etabs.

and Date			
ieneral Data			_
Matenal Name	Albañilena		
Material Type	Other		\sim
Directional Symmetry Type	Isotropic		\sim
Material Display Color		Change	
Material Notes	Mo	dify/Show Notes	
Material Weight and Mass	-		
 Specify Weight Density 	() s	pecify Mass Density	
Weight per Unit Volume		1.8	tonf/m ³
Mass per Unit Volume		0.183549	tonf-s²/m4
Mechanical Property Data			
Modulus of Elasticity, E		175000	tonf/m ²
Poisson's Ratio, U		0.25	
Coefficient of Thermal Expansion	. A	0.0000099	1/C
Shear Modulus, G		70000	tonf/m ²
Design Property Data			
Modify/Sho	w Material Prope	rty Design Data	
Wanced Material Property Data			
Nonlinear Material Data		Material Damping P	operies
Noninical Matchai Data		material bamping fr	openea
	ie Dependent Pr	operties	

Figura 101. Definición de propiedades de la albañilería en Etabs.

Paso 3: Creación de secciones

Ir a "Define>>Section Properties>>Frame Sección", se pueden

generar nuevas secciones, con la opción "Add New Property"

Frame Section Property Data			Frame Section Property Reinforcement Data	
General Data Properly Name Marcel Histornal Size Data Display Color Notes State Section Shape Section Properly Source Source: User Defined Section Dimensions Depth Width	VP 25x40 VP 25x40 Modty/Show Notes Modty/Show Notes Concrete Rectangular 0.25 m	Propery Modilers Modely/Show Modilers Currently User Specified Refracement Modely/Show Rebar	Design Type PA2X43 Design (Column) @ M31 Design (Auron) @ M31 Design (Auron) @ Correct Longulariant Refairs Group Centred Top Bars 0.04 m Bottom Bars 0.04 M	and dra Ban Meen Grado 60 v v ve Restriction of the Country Star (Unite Beans Top Ban at JEnd 0 m ² Bottom Ban at JEnd 0 m ² Bottom Ban at JEnd 0 m ² Bottom Ban at JEnd 0 m ² Cancel
	Show Section Properties	OK		

Figura 102. Creación de sección para vigas en Etabs.

General Data			Design Type	Rebar Material	
Property Name	C 25×25		P-M2-M3 Design (Column)	Longitudinal Bara	Acero Grado 60 🗸 🗸
Material	Concreto fo=210 V	• 2 • •	O M3 Design Only (Beam)	Confinement Bars (Ties)	Acero Grado 60 🗸 🗸
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size	3	Reinforcement Configuration	Confinement Bara	Check/Design
Display Color	Change	• •	Rectangular	Ties	O Reinforcement to be Checked
Notes	Modify/Show Notes		O Circular	 Spirala 	Reinforcement to be Designed
Shape			Longitudinal Bars		
Section Shape	Concrete Rectangular 🗸 🗸		Clear Cover for Confinement Bars		0.04 m
Instian Departu Source			Number of Longitudinal Bare Along 3	Idir Face	3
Source: User Defined		Property Modifiers	Number of Longitudinal Bars Along 2	dir Face	3
		Multiv/Show Multives	Longitudinal Bar Size and Area	#4	√ 0.000129 m²
Section Dimensions		Currently Default	Comer Bar Size and Area	#4	~ 0.000129 m²
Depth	0.25 m	Reinforcement			
Width	0.25 m	Modify/Show Rebar	Confinement Bare		
			Confinement Bar Size and Area	#3	√ 0.000071 m²
			Longitudinal Spacing of Confinement	Bars (Along 1-Axis)	0.15 m
			Number of Confinement Bars in 3-dir		3
		OK	Number of Confinement Bars in 2-dir		3
		OK			

Figura 103. Creación de sección para columnas en Etabs.

Para elemento losa "Define>>Section Properties>>Slab Sections", con la opción "Add New Property".

Size Property Adversaria Preside Sizeb1	Cick to: Add New Property Add Copy of Property Modify/Show Property Dieles Property OK Cancel		General Data Property Name Sab Material Notional Size Data Modeling Type Modeling Cuently Default) Deplay Color Property Notes	Aligerado h=2 Concreto fc=2 Modify/Sh Shell-Thin Mo	0 210 vow Notional Size vodfy/Show dify/Show dify/Show	
		_	Property Data			
			Property Data Type	Ribbed		-
			Property Data Type Overall Depth	Ribbed	0.2	r m
			Property Data Type Overall Depth Slab Thickness	Ribbed	0.2	m
			Property Data Type Overall Depth Stab Thickness Stem Width at Top	Ribbed	0.2	m m m
			Property Data Type Overall Depth Slab Thickness Stem Width at Top Stem Width at Bottom	Ribbed	0.2 0.05 0.1 0.1	m m m m

Figura 104. Creación de sección para losa en Etabs.

Para elemento muro "Define>Section Properties>Wall Sections", con

la opción "Add New Property"

Property Name	Muro e=13		
Property Type	Specified	\sim	
Wall Material	Albañileria	\sim	
Notional Size Data	Modify/Show Notional Size		
Modeling Type	Shell-Thick	\sim	
Modifiers (Currently Default)	Modify/Show		
Display Color	Change		
Property Notes	Modify/Show		
roperty Data			

Figura 105. Creación de sección de muro en Etabs.

Paso 4: Dibujo del modelo



Seleccionar el icono directo de elementos columna "Draw Columns".





Figura 107. Dibujo de elementos vigas en Etabs.

Dibujo elementos losa con el icono directo "Draw Floor".



Figura 108. Dibujo de elementos losa en Etabs.



Dibujo elementos muro con el icono directo "Walls".

Figura 109. Dibujo de elementos muro en Etabs.

Multiniveles: Seleccionar todos los elementos del P1 desde el menú "Edit> Replicate" y seleccionar los pisos que se va replicar y dar ok y serán replicados los pisos superiores.



Figura 110. Multiniveles de pisos en Etabs.

Modelado final de la estructura:



Figura 111. Visualización tridimensional realista en Etabs.

Paso 5: Asignación de restricciones

Seleccionar los apoyos en la base e ir al menú "Assign>Joint >Restraints".



Figura 112. Restricciones asignadas en la base en Etabs.

Paso 6: Definición de Casos de carga (estático)

En el menú "Define > Load Ptterns".



Figura 113. Definición casos de carga permanente en Etabs.

Para casos de sismo estático en la dirección "X" y "Y" asignar los coeficientes de la cortante C y K calculados inicialmente para el otro software.

Loads Loads SEcorep	Type Seismic	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load	Cick To: Add New Load
PP CM CV CVT SExep SExen SEyep SEyep SEyyen	Dead Super Dead Reducible Live Roof Live Seismic Seismic Seismic Seismic		User Coefficient User Coefficient User Coefficient User Coefficient	Notary Load Notary Load Sciencic Load Pattern - User Defined Pactors Direction and Eccentricity Y Dir D XDr Y Dir Direction and Eccentricity Y Dir + Eccentricity
				Image: Story Range Ecc. Ratio (Al Daph.) 0.05 Overwrite Eccentricities Overwrite OK Cancel

Figura 114. Definir casos de carga sísmico estático en Etabs.

Paso 7: Asignación de carga a la estructura

Asignar las cargas seleccionando las losas y aplicamos las cargas.



Figura 115. Asignar cargas muertas en las losas en Etabs.

135 ◓៲ਫ਼ਫ਼ਫ਼੶<u>ਸ਼੶ਸ਼੶ਸ਼੶</u> ■ ♥ ■ Ø ♥ ■ ▶ Q (*) Joint Plan View - P1 - Z = 3 (m) Uniform Lo Frame ▼ X 3-D View Uniform Loads Gravity (CM) k 1 Shell ŝ в × * Link Tendor ٠. Joint Loads Frame Loads ш́ Ш Shell Loads ► 🕬 Uniform Load Sets Uniform... Tendon Lo 3 Non-uniforn 2 Assign Objects to Gr Temperature.. Clear Display of Assign Load Pattern Name CV Wind Pres 1 Copy Assign 2 Paste Assig Add to Existing Loads 0.2 Load Replace Existing Loads V\$ 25X20 Gravity O Delete Existing Loads Dir × 田 OK Close Apply 4

Luego preseleccionar las losas y asignar carga viva

Figura 116. Asignar cargas vivas en las losas en Etabs.

Paso 8: Calculo del peso sísmico efectivo

Ir al menú "Define>Mass Source", considerar una excentricidad accidental del 0.05.

		Mass Multipliers for	Load Patterns	
Mass Source Name CATEGORIA C		Load Pat	tern Multiplier	
1 C		СМ	v <u>1</u>	Add
Element Self Mass		CM CV CVT	0.25	Modify
Additional Mass			0.20	Delete
Specified Load Patterns				
Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centro	id by:	Mass Options		
This Ratio of Diaphragm Width in X Direction	0.05	Include Latera	al Mass	
This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction	0.05	Include Vertic	al Mass	
		Lump Lateral	Mass at Story Levels	

Figura 117. Entrada de datos para el cálculo del peso en Etabs.

Paso 9: Combinaciones de carga

Ingresar al menú "Define>Load Combination>add New Comb"

General Data		
Load Combination Name	ENVOLVENTE	
Combination Type	Envelope	
Notes	Modify/Show No	tes
Auto Combination	No	
Define Combination of Load Case/Combo	o Results	
Define Combination of Load Case/Combo	Results Scale Factor	1
Define Combination of Load Case/Combo Load Name Comb1 = 1.4CM + 1.7 CV	o Results Scale Factor 1	Add
Define Combination of Load Case/Combo Load Name Comb1 = 1.4CM + 1.7 CV Comb2 = 1.25(CM + CV) 1.0 SXX	D Results Scale Factor 1 1	Add
Load Name Comb1 = 1.4CM + 1.7 CV Comb1 = 1.4S(M + 1.7 CV Comb2 = 1.2S(CM + CV) 1.0 SXX Comb3 = 1.2S(CM + CV) 1.0 SYY	p Results Scale Factor 1 1 1	Add Delete
Load Name Load Name Comb1 = 1.4CM + 1.7 CV Comb2 = 1.25(CM + CV) 1.0 SXX Comb3 = 1.25(CM + CV) 1.0 SYY Comb4 = 0.9CM + 1.0 SXX	D Results Scale Factor 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	Add Delete

Figura 118. Combinaciones de carga generadas en Etabs.

Procesamiento numérico

Paso 10: Tipo de análisis Modal

Ir al menú "Define>Modal Cases" y añadir nuevo caso modal con la pestaña "Add New Case".

Modal Case Name		Grados de liberd	lad	Design
Modal Case Sub Type		Eigen		V Notes
Exclude Objects in this Group		Not Applicable		
Mass Source		CARGA DE SISI	мо	
P-Deta/Nonlinear Stiffness				
Use Preset P-Delta Settings	None		Modify/Show	
 Use Nonlinear Case (Loads at i Nonlinear Case 	End of Case N	IOT Included)		
Loads Applied				
Advanced Load Data Does NOT E	kist			Advance
Other Parameters				
Maximum Number of Modes			12	
Minimum Number of Modes			3	
Frequency Shift (Center)			0	cyc/sec
Cutoff Frequency (Radius)			0	cyc/sec
Convergence Tolerance			1E-09	
Allow Auto Francesco Soltion				

Figura 119. Ingreso de modos de vibración en Etabs.

Ir al menú "Define>>Functions", luego seleccionar "From File" añadir con el boton "Add New Function", y en la ventana del espectro buscar el archivo y lo cargarlo.



Figura 120. Visualización del espectro de diseño importado en Etabs.

Definir casos de carga dinámico "SXX" y "SYY" en el menú "Define>Load Cases" y click en "Add New Case". En "Scale Factor" colocar 1 por que en el espectro el valor de la gravedad está multiplicando. Y en la excentricidad dejarlo en cero porque en la Fuente de masa ya se colocó.

				General				
Load Case Name	822		Design	Load Case Name		SYY		Design
Load Case Type	Response Spectrum	~	Notes	Load Case Type		Response Spectrum	~	Notes
Exclude Objects in this Group	Not Applicable			Exclude Objects in this	Group	Not Applicable		
Mass Source	Previous (CARGA DE	SISMO)		Mass Source		Previous (CARGA D	E SISMO)	
Loads Applied				Loads Applied				
Load Type Lo	d Name Function	Scale Factor	0	Load Type	Load Name	Function	Scale Factor	0
Acceleration U1	E030 2016		Add	Acceleration	U2	E030 2016	1	Add
			Delete					Delete
			C Advanced					
			Advanced					Advanc
Other Parameters			Advanced	Other Parameters	_	_		Advanc
Other Parameters Modal Load Case	Grados de liberdad	×	Advanced	Other Parameters Modal Load Case	_	Grados de Iberdad	~	Advanc
Other Parameters Modal Load Case Modal Combination Method	Grados de Roerdad CQC	9 9 9	Advanced	Other Parameters Modal Load Case Modal Combination Me	thod	Grados de Iberdad	~	Advanc
Other Parameters Modal Load Case Modal Combination Method Include Rigid Response	Grados de liberdad CQC Pigel Frequency, f1	9 9	Advanced	Other Parameters Modal Load Case Modal Contribution Me	thod Response	Grados de Iberdad CQC Rigid Frequency, f1	~ ~	Advanc
Other Parameters Modal Load Case Modal Combination Method Include Rigid Response	Grados de liberdad CGC Pigd Frequency, f1 Pigd Frequency, f2	x	Alvanced	Cther Parameters Model Load Case Model Combination Me	thod	Grados de Iberdad COC Rigid Frequency, f1 Rigid Frequency, f2	~ ~	Advanc
Other Parameters Modal Load Case Modal Combination Method Include Rigid Response	Grados de Rientad COC Pigal Frequency, f1 Rigal Frequency, f2 Preside - Rigal Type	> >	Atvanced	Other Parameters Model Load Case Model Combination M include Rigd	thod Response	Grados de Ilberdad CQC Rigid Frequency, f1 Rigid Frequency, f2 Petiodic + Rigid Type		Advanc
Other Parameters Model Load Case Model Combination Method Include Rigid Response Earthquake Duration, Id	Gradow de liberdad OCC Rigid Freedamoy, 13 Rigid Freedamoy, 12 Pennolic + Rigid Type	> >	Advanced	Cither Parameters Model Lova Care Model Combination Me Include Right	thod Response	Grados de Iberdad COC Rigid Frequency, f1 Rigid Frequency, f2 Periodic + Rigid Type		Advanc
Other Parameters Model Load Case Model Coetianation Method Include Rigid Response Eactinguales Duration, td Directional Combination Type	Grados de libertad COC Papid Frequency, 11 Papid Frequency, 12 Penside - Papid Type SRSS	> >	Advanced	Other Parameters Model Load Care Model Combination Me Include Right Earth quarke Dan Directional Combination	thod Response ation, td	Grados de Iberdad COC Rigid Frequency, f.1 Rigid Frequency, f.2 Periodic + Rigid Type SRSS		Advanc
Cher Parameters Hodal Card Care Modal Candicination Method Include Rigid Response Earthquelle Duration, til Desctorual Contentiation, Type Alexière Duration Contentiation	Grados de libertad COC Papel Frequency, 11 Rigid Frequency, 12 Penodo: + Rigid Type SRSS atom Scale Factor	• • •	Advanced	Other Parameters Modal Load Case Modal Contentanton Me Induct Rigid Estimonatile Dure Directorial Combination Restuted Directs	thod Response ation, td 1 Type anal Combination Scal	Grados de Iberdad COC Rigid Frequency, f1 Rigid Frequency, f2 Periodic + Rigid Type SRSS e Factor	V V	Advanc
Oter Parameters Modal Load Case Modal Contribution Method Include Rigid Response Earthquarke Duration, M Desctored Contribution Contribution Modal Dametry Conta	Gastus de literatad Occ Rijst Fresensor, fl Rijst Fresensor, fl Rijst Fresensor, fl Rists SRSS atom Scale Factor rt at 005	v v Hodfy/Show	Advanced	Other Parameters Modal Laad Case Moda Combandion M Include Rigid Easthquarke Dun Directional Combandation Alexandro Direct Alexandro Direct Modal Diarpong	thod Response ation, td 1 Type mail Combination Scal Constant at 0.05	Grados de Iberdad COC Rigd Frequency, f1 Rigd Frequency, f2 Periodic + Rigd Type SRSS e Factor	✓ ✓	Advanc

Figura 121. Definición de caso de carga dinámica en Etabs.

Paso 12: Asignar diafragma rígido

Ir al menú "Define>Diaphragm" para crear los diafragmas. Y posterior asignar los diafragmas por pisos.



Figura 122. Asignar diafragmas rígidos por pisos en Etabs.

Paso 13: Asignar brazos rígidos

Seleccionar toda la estructura e ir al menú "Assing>Frame>End

Length Offsets".

Frame Assignment - End Length Offsets	×
End Offset Along Length	
 Automatic from Connectivity 	
O Define Lengths	
End-I m	
End-J m	
Rigid-zone factor	
Frame Self Weight Option	
Auto	
Weight Based on Full Length	
 Weight Based on Clear Length 	
OK Close Apply	

Figura 123. Asignar brazos rígidos a la estructura en Etabs.

Paso 14: Creación de mallado

Seleccionar las losas aligeradas, nos vamos al menú "Assign>Shell>Floor Auto Mesh Options".

loar Meshing Options	
🔿 Default 🛛 🕕	
O For Defining Rigid Di	aphragm and Mass Only. (No Stiffness - No Vertical Load Transfer - Applies to Horizontal Floors Only)
O No Auto Meshing (U	Ise Object as Structural Bement)
O Mesh Object Into	by Bements (Applies for 3 or 4 noded objects only with no curved edges)
Auto Cookie Cut Obj	ect into Structural Bements
Mean et vencen	Incined was coges (Applies to nonzorius noors Unity)
I Mesh at Vable G	inte //pples to Horsontal Ross Only) new Needed to Maximum Benent: Size of 0.5 m
Mesh at Vable G Futher Mesh Wh Add Restaints on Ed	local (Applets to Josophia Ross Doly) we Needed to Resimum Berent See of 09 n Jay & Comen have Restarts
Mesh at Vable G Futher Mesh Wh Add Restraints on Ed	dei Veglets is lionatar Bon Oly) wer Hendel is Manun Boner Sor of 0.9 n ge f Careen have Retaints Advancei - Nady Son Ado Mels Satrya

Figura 124. Crear mallado en losas en Etabs.
De igual manera seleccionar los muros, e ir al menú "Assign>Shell>Wall Auto Mesh Options".

Shell Assignment - Wall Auto Mesh Options	Automatic Rectangular Mesh Options (for Walls)
Wall Mething Options O Default: No Meshing for Straight Walls and Auto Rectangular Meshing for Curved Walls Mesh Object into Vetical and Host Rectangular Mesh Add Restraints on Edge f Corners have Restraints	Mesh Size Approximate Maximum Mesh Size Important Note This setting applies to all wall-type shell objects in the model that use auto rectangular meshing.
Advanced - Modify/Show Auto Rectangular Mesh Settings OK Close Apply	Reset Defaults OK Cancel

Figura 125. Crear mallado en muros en Etabs.

Paso 15: Verificación de errores del modelo

Ir al menú "Analyze>Check Model", y marcamos todos los chek. Y si

no sale errores ya se puede realizar el análisis.

		The Check Model X		\times
Ana	lyze Display Design Detailing Options Tools	Length Tolerance for Checks	Model has been checked. No warning messages were generated.	
~	Check Model			
×	Set Active Degrees of Freedom	Joint Checks		
		Joints/Joints within Tolerance		
	Set Load Cases To Run	Jointe/Frames within Tolerance		
1	Advanced SAPFire Options	Joints/Sneils Within Folerance		
		Frame Checks		
	Automatic Mesh Settings for Floors	Frame Overlaps		
1000	Automatia Pastan sular Mash Sattings for Wells	Frame Intersections within Tolerance		
<u></u>	Automatic Rectangular Wesh Settings for Walls	Frame Intersections with Area Edges		
× ^A	Analysis Model for Nonlinear Hinges	Shell Checks		
	Rup Apalyziz	Shell Overlaps		
	Null Analysis	Other Checks		
(<u>)</u>)	Model Alive	Check Meshing for All Stories		
[D.]	Market Hadeformed Community	Check Loading for All Stories		
TE-T	Modify Undeformed Geometry	Check for Duplicate Self Mass		
	Last Analysis Run Log	Fix		
C	Look Model	. I'm or Extend Frames and Move Joints to Fix Problems		
	EOCK MODEL	Joint Story Assignment		
		Check Selected Objects Only		

Figura 126. Revisión de errores de la estructura en Etabs.

Paso 16: Verificación de la Regularidad estructural

De acuerdo con esto se verificará la regularidad de la estructura, esto

se hará con los criterios de irregularidad en altura y planta.

a) Irregularidades en altura

Irregularidad de rigidez (Piso blando)

$$\begin{array}{l} \Delta_{e(i)} = \text{Distorsión de entrepiso i} \\ \Delta_{inf.} = \text{Deriva de piso inferior} \\ \Delta_{sup.} = \text{Deriva de piso superior} \\ \Delta_{e(i)} = \frac{\Delta_{inf.} + \Delta_{sup.}}{2} \end{array}$$

Existirá piso blando cuando para algún entrepiso i se cumpla por lo menos unas de las siguientes condiciones:

$$\begin{split} & \Delta_{e(i)} > 1.4 \Delta_{e(i+1)} \\ & o \\ \Delta_{e(i)} > 1.25 \frac{(\Delta_{e(i+1)} + \Delta_{e(i+2)} + \Delta_{e(i+3)})}{3} \end{split}$$

 Tabla 40. Irregularidad de rigidez en dirección X.

Dirección X-X							
Piso	Deriva	max=1.4	max=1.25	Irregularidad			
P4	0.0049						
P3	0.0065	1.321		NO			
P2	0.0069	1.058		NO			
P1	0.0097	1.410	1.590	SI			
	0.50						

Presenta irregularidad de rigidez extrema en la dirección X.

	Dirección Y-Y								
Piso	Deriva	max=1.25	Irregularidad						
P4	0.0027								
P3	0.0038	1.411		NO					
P2	0.0045	1.188		NO					
P1	0.0142	3.180	3.912	SI					
			la =	0.50					

Tabla 41. Irregularidad de rigidez en dirección Y.

Presenta irregularidad extrema de rigidez en la dirección Y.

Irregularidad de resistencia (Piso débil)

$$\left(\frac{A_d}{A_{d+1}}\right) \left(\frac{h_{d+1}}{h_d}\right) < 0.80$$

 A_d = Suma de áreas resistentes a corte del entrepiso d. A_{d+1} = Suma de áreas resistentes a corte del entrepiso d+1. h_d = Altura del entrepiso d.

 h_d = Altura del entrepiso d+1.

Tabla 42. Irregularidad de resistencia en la dirección X.

 Dirección X-X						
Piso	Area Corte (m2)	h (m)	min=0.80	Irregularidad		
 P4	13.51	2.7				
P3	13.51	2.7	1.00	NO		
P2	13.51	2.7	1.00	NO		
P1	15	3	1.00	NO		
			la=	1		

No existe irregularidad de resistencia en la dirección X.

Dirección Y-Y					
Piso	Area Corte (m2)	min=0.80	Irregularidad		
P4	30.39	2.7			
P3	30.39	2.7	1.00	NO	
P2	30.39	2.7	1.00	NO	
P1	21	3	0.62	SI	
			la=	0.5	

Tabla 43. Irregularidad de resistencia en la dirección Y.

Existe Irregularidad de resistencia extrema en la dirección Y.

Irregularidad de masa o peso

Peso sísmico = 100% Dead + 25 % Live $P_i > 1.50P_{i+1} \lor P_i > 1.50P_{i-1}$

 P_i = Peso sísmico de piso i.

Tabla 44. Irregularidad de masa en dirección X & Y.

Dirección X-X & Y-Y						
Piso	Peso (Ton)	max=1.50	Irregularidad			
P4	46.889		0.64	NO		
P3	73.827	1.57	1.00	SI		
P2	73.827	1.00	1.02	NO		
P1	72.517	0.98		NO		
		la=	0.90			

0.90

Existe irregularidad de masa en ambas direcciones.

Irregularidad geometría vertical

No existe irregularidad ya que las dimensiones en planta son iguales en todos los niveles, Ia = 1.

Discontinuidad en los sistemas resistentes

Existe irregularidad por lo que presenta discontinuidad de los elementos verticales resistentes como es el caso de los muros portantes, Ia = 0.80.

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES	la Dir X-X	la Dir Y-Y		
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	DIR X-X	DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	DIR X-X	DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	DIR X-X	DIR Y-Y	0.50	0.50
Irregularidad Extrema de Resistencia	DIR X-X	DIR Y-Y	1.00	0.50
Irregularidad de Masa o Peso	AMBAS DIRECCIONES		0.90	0.90
Irregularidad Geométrica Vertical	DIR X-X	DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	AMBAS DIRECCIONES		0.80	0.80
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	Se toma el va	lor mas critico	0.50	0.50

b) Verificación de Irregularidades en planta

Irregularidad torsional

$\Delta_{max} > 1.2 \Delta_{C.M.}$	у	$\Delta_{max} > 0.5 \Delta_{Permisible}$
$\Delta_{max} > 1.5 \Delta_{C.M.}$	у	$\Delta_{max} > 0.5 \Delta_{Permisible}$

 Tabla 46. Irregularidad de torsional en dirección X.

	Dirección X-X								
Piso Carga Deriva Deriva (Δmax) (Δс.м.)					max=1.2	Irregularidad			
	P4	SXX Max	0.0049	0.0035	1.42	SI			
	P3	SXX Max	0.0065	0.0048	1.37	SI			
	P2	SXX Max	0.0069	0.0052	1.33	SI			
	P1	SXX Max	0.0097	0.0045	2.15	SI			
				ln=	0.6				

Presenta irregularidad torsional extrema en la dirección X.

 Tabla 47. Irregularidad de torsional en dirección Y.

Dirección Y-Y							
Piso	Carga	max=1.2	Irregularidad				
P4	SYY Max	0.0027	0.0011	2.32	SI		
P3	SYY Max	0.0038	0.0016	2.29	SI		
P2	SYY Max	0.0045	0.0022	2.00	SI		
P1	SYY Max	0.0142	0.0059	2.40	SI		
			ln=	0.6			

Existe irregularidad torsional extrema en la dirección Y.

Irregularidad de esquinas entrantes

Debido a la planta de la edificación se puede apreciar que no

presenta esquinas entrantes.

Irregularidad de discontinuidad de diafragma

No presenta discontinuidad ya que la única abertura que presenta la edificación es del ducto de ascensores y escaleras el cual no excede el 50% del área bruta del diafragma.

Sistemas no paralelos

La edificación es totalmente vertical y horizontal, por ende, sus elementos estructurales se encuentran en sistemas paralelos.

 Tabla 48. Resumen de irregularidades en planta.

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES	lp Dir X-X	lp Dir Y-Y		
Irregularidad Torsional	DIR X-X	DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	🗹 DIR X-X	DIR Y-Y	0.60	0.60
Esquinas Entrantes	DIR X-X	DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad del Diafragma	AMBAS DIR	ECCIONES	1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	DIR X-X	DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	Se toma el va	alor mas critico	0.60	0.60

Post Procesamiento

Paso 17: Análisis sísmico estático

Peso sísmico de la edificación

Los valores del peso sísmico de la estructura calculado por el programa Etabs, de acuerdo con lo indicado en la norma E.030, se

obtuvo:

Mass Summary by Story										
🕼 🖣 1 de 5 🕨 🔰 Reload Apply										
	Story	UX ton	UY ton	UZ ton						
•	P4	46.88907	46.88907	0						
	P3	73.82696	73.82696	0						
	P2	73.82696	73.82696	0						
	P1	72.51708	72.51708	0						
	Base	3.61312	3.61312	0						

Figura 127. Pesos sísmicos por pisos en Etabs.

Tabla 49. Peso sísmico total de la edificación.

PISO	P (Ton)
P4	46.889
P2	73.827
P2	73.827
P1	72.517
	267.060

Calculo del cortante estático en la base

Para visualizar ir a "Display>>Show Tables>>Story Forces" seleccionar los casos de carga SExxep (para cortante en X) y SEyyep (Para cortante en Y).

Story	Story Forces x									
14 4	4 4 1 de 4 ▶ ▶] Reload Apply									
	Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m	
•	P4	SExxep	Bottom	0	-87.3523	0	425.1011	0	-204.7174	
	P3	SExxep	Bottom	0	-191.4339	0	925.027	0	-698.0281	
	P2	SExxep	Bottom	0	-262.0607	0	1264.2624	0	-1389.6043	
	P1	SExxep	Bottom	0	-298.5732	0	1439.952	0	-2277.247	

Figura 128. Cortante estático en la base en la dirección X en Etabs.

Story F	tory Forces X									
14 4	4									
	Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m	
•	P4	SEyyep	Bottom	0	0	-87.3523	-364.3439	204.7174	0	
	P3	SEyyep	Bottom	0	0	-191.4339	-818.9444	698.0281	0	
	P2	SEyyep	Bottom	0	0	-262.0607	-1127.4233	1389.6043	0	
	P1	SEyyep	Bottom	0	0	-298.5731	-1280.8415	2277.2469	0	

Figura 129. Cortante estático en la base en la dirección Y en Etabs.

Distribución de Fuerza sísmica en altura

Dico	Pi	h	hi	hi^k	Pjhj^k	αί	Fi
F150	ton	m	m				Ton-f
P4	46.889	2.7	11.1	11.1	520.469	0.2926	87.352
P3	73.827	2.7	8.4	8.4	620.146	0.3486	104.082
P2	73.827	2.7	5.7	5.7	420.814	0.2365	70.627
P1	72.517	3	3	3	217.551	0.1223	36.512
					1778.980	_	298.573

 Tabla 50. Distribución de fuerza sísmica estática en altura en Etabs.

Desplazamiento lateral

Los desplazamientos máximos, ir "Display>>Show Tables>>Story

Max/Displacements" para el caso de sismo en X (SExx) & Y (SEyy).

Story I	Story Max/Avg Displacements x									
14 4	I de 4 Fill Reload Apply									
	Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum cm	Average cm	Ratio				
•	P4	SExxep	x	7.4819	6.7513	1.108				
	P3	SExxep	x	6.3643	5.5335	1.15				
	P2	SExxep	x	4.7661	3.8592	1.235				
	P1	SExxep	x	2.9221	2.0074	1.456				

Figura 130. Desplazamiento máximo por sismo estático X en Etabs.

Story N	Story Max/Avg Displacements									
I de 4 P PI Reload Apply										
	Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum cm	Average cm	Ratio				
•	P4	SEyyep	Y	7.19	4.8328	1.488				
	P3	SEyyep	Y	6.4718	4.2757	1.514				
	P2	SEyyep	Y	5.4581	3.4843	1.566				
	P1	SEyyep	Y	4.2541	2.553	1.666				

Figura 131. Desplazamiento máximo por sismo estático Y en Etabs.

Para visualizar los desplazamientos laterales ir "Display>>Show

Tables>>Story Drifts" para el caso de sismo en X (SExx) & Y (SEyy).

Story I	Drifts								×	
M 4	I de 4 D Reload Apply									
	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm		
•	P4	SExxep	x	0.004941	24	825	-80	1110		
	P3	SExxep	x	0.006528	24	825	-80	840		
	P2	SExxep	x	0.006907	12	0	995	570		
	P1	SExxep	x	0.00974	29	295	995	300		

Figura 132. Desplazamiento lateral por sismo estático Y en Etabs.

Piso	Carga	Deriva	Di	Maximo
	Ourgu	Δ	R* ∆	≤ 0.005
P4	SEX	0.0049	0.004	OK
P3	SEX	0.0065	0.006	FALLA
P2	SEX	0.0069	0.006	FALLA
P1	SEX	0.0097	0.009	FALLA

Tabla 51. Control de deriva por sismo estático X en Etabs.

Story	tory Drifts									
4 1 de 4 ▶ ▶ Reload Apply										
	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm		
•	P4	SEyyep	Y	0.00266	25	825	505	1110		
	P3	SEyyep	Y	0.003754	24	825	-80	840		
	P2	SEyyep	Y	0.004459	24	825	-80	570		
	P1	SEyyep	Y	0.01418	8	825	425	300		

Figura 133. Desplazamiento lateral por sismo estático Y en Etabs.

Tabla 52. Control de deriva por sismo estático Y en Etabs.

Piso	Corre	Deriva	Di	Maximo
	Carga	Δ	$R^*\Delta$	≤ 0.005
P4	SEY	0.0027	0.002	OK
P3	SEY	0.0038	0.003	OK
P2	SEY	0.0045	0.004	OK
P1	SEY	0.0142	0.013	FALLA

Paso 18: Análisis sísmico dinámico

Calculo del cortante dinámico en la base

Para casos de carga SXX (Cortante en X) y SYY (Cortante en Y).

	, onces								
4 4	(1 de 4	Reload	Apply						
	Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-cm	MX tonf-cm	MY tonf-cm
,	P4	SXX Max	Bottom	0	68.2929	21.1905	28367.674	5185.601	16356.649
	P3	SXX Max	Bottom	0	147.7227	49.4566	62810.611	18070.34	54551.229
	P2	SXX Max	Bottom	0	200.2863	71.911	88352.58	36946.281	106802.799
	P1	SXX Max	Bottom	0	227.7926	88.182	104608.72	62917.504	173316.13

Figura 134. Cortante dinámico en la base en dirección X en Etabs.

Story F	orces								×		
M 4	a de 4 🕨 🕅 Reload Apply										
	Story	Load Case/Combo	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-cm	MX tonf-cm	MY tonf-cm		
•	P4	SYY Max	Bottom	0	24.6281	46.1735	29015.123	10944.901	5856.45		
	P3	SYY Max	Bottom	0	55.4466	107.3193	69956.71	38698.817	20153.725		
	P2	SYY Max	Bottom	0	76.989	155.4262	105243.494	79519.431	40414.16		
	P1	SYY Max	Bottom	0	88.182	188.095	131135.206	135164.198	66539.933		

Figura 135. Cortante dinámico en la base en dirección Y en Etabs.

Periodo fundamental de vibración y masa participativa

Para visualizar los periodos ir "Display>>Show Tables>>Modal Results>>Modal Periods and Frequencies".

Mod	al Periods and Freque	encies				
14	∢ 1 de 12	🕨 🕨 Reload	Apply	Modal Per	iods and Frequencies	×
	Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	Circular Frequency	Eigenvalue rad²/sec²
•	Grados de liberdad	1	0.415	2.412	15.1532	229.6199
	Grados de liberdad	2	0.375	2.668	16.7634	281.0107
	Grados de liberdad	3	0.216	4.628	29.0802	845.6567
	Grados de liberdad	4	0.125	7.999	50.2574	2525.8097
	Grados de liberdad	5	0.119	8.403	52.7982	2787.6512
	Grados de liberdad	6	0.073	13.753	86.4134	7467.2772
	Grados de liberdad	7	0.07	14.34	90.0988	8117.7949
	Grados de liberdad	8	0.06	16.606	104.3388	10886.5806
	Grados de liberdad	9	0.058	17.329	108.8818	11855.2457
	Grados de liberdad	10	0.057	17.62	110.7068	12255.9865
	Grados de liberdad	11	0.056	17.963	112.8678	12739.1327
	Grados de liberdad	12	0.054	18.403	115.6325	13370.8835

Figura 136. Periodos, frecuencias en Etabs.

Moda	Participating Mass	Ratios							×
14 4	1 de 12	🕨 🔰 Reload	Apply				Modal Participa	ting Mass Ratios	~
	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
•	Grados de liberdad	1	0.415	0.1928	0.4556	0	0.1928	0.4556	0
	Grados de liberdad	2	0.375	0.6361	0.1313	0	0.8289	0.5869	0
	Grados de liberdad	3	0.216	2.081E-05	0.3171	0	0.8289	0.904	0
	Grados de liberdad	4	0.125	0.0961	0.0111	0	0.925	0.9151	0
	Grados de liberdad	5	0.119	0.038	0.0099	0	0.963	0.925	0
	Grados de liberdad	6	0.073	0.003	0.0371	0	0.9661	0.9621	0
	Grados de liberdad	7	0.07	0.0176	0.0108	0	0.9836	0.9729	0
	Grados de liberdad	8	0.06	0.0013	5.225E-06	0	0.9849	0.9729	0
	Grados de liberdad	9	0.058	0.0002	0.0016	0	0.9852	0.9745	0
	Grados de liberdad	10	0.057	0.0002	1.058E-05	0	0.9854	0.9745	0
	Grados de liberdad	11	0.056	4.993E-06	0.0006	0	0.9854	0.9751	0
	Grados de liberdad	12	0.054	0.0023	2.281E-05	0	0.9878	0.9751	0

Figura 137. Masa participativa en Etabs.

Centros de masas y Rigidez

Cente	ers of Mass and Rigidity									
14 4	d d 1 de 4 b 1 Reload Apply									
	Story	Diaphragm	Mass X tonf-s²/m	Mass Y tonf-s ² /m	XCM m	YCM m	Cumulative X tonf-s²/m	Cumulative Y tonf-s²/m	XCCM m	YCCM m
•	P1	DIAFR 01	6.22358	6.22358	4.2993	4.1647	6.22358	6.22358	4.2993	4.1647
	P2	DIAFR 02	6.21137	6.21137	4.3182	4.1658	6.21137	6.21137	4.3182	4.1658
	P3	DIAFR 03	6.21137	6.21137	4.3182	4.1658	6.21137	6.21137	4.3182	4.1658
	P4	DIAFR 04	3.48754	3.48754	4.3104	4.2073	3.48754	3.48754	4.3104	4.2073

Figura 138. Centros de masas y rigideces en Etabs.

Desplazamientos laterales

Los desplazamientos máximos para el caso de sismo dinámico,

elegimos caso de sismo en X (SXX) y sismo en Y (SYY).

Story N	Story Max/Avg Displacements										
14 4	I4 4 1 de 4 ▶ ▶] Reload Apply										
	Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum cm	Average cm	Ratio					
•	P4	SXX Max	x	5.4456	5.2328	1.041					
	P3	SXX Max	x	4.3986	4.2498	1.035					
	P2	SXX Max	x	3.3427	3.0656	1.09					
	P1	SXX Max	x	2.1636	1.742	1.242					

Figura 139. Desplazamiento máximo por sismo dinámico X en Etabs.

Story N	Story Max/Avg Displacements									
14 4	de 4 1 de 4 🕨 🔰 Reload Apply									
	Story	Load Case/Combo	Direction	Maximum cm	Average cm	Ratio				
•	P4	SYY Max	Y	5.75	3.7127	1.549				
	P3	SYY Max	Y	5.2832	3.3438	1.58				
	P2	SYY Max	Y	4.588	2.7957	1.641				
	P1	SYY Max	Y	3.6837	2.1115	1.745				

Figura 140. Desplazamiento máximo por sismo dinámico Y en Etabs.

Los desplazamientos laterales para el caso de sismo en X (SXX) &

Y (SYY).

Story	ny Drifts X										
M	d de 4 D Reload Apply										
	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm			
•	P4	SXX Max	x	0.00432	24	825	-80	1110			
	P3	SXX Max	x	0.005727	24	825	-80	840			
	P2	SXX Max	X	0.006028	24	825	-80	570			
	P1	SXX Max	X	0.007212	29	295	995	300			

Figura 141. Desplazamiento lateral por sismo dinámico X en Etabs.

 Tabla 53. Control de deriva por sismo dinámico X en Etabs.

Dico	Corgo	Deriva	Di	Maximo
FISO	Carya	Δ	$R^*\Delta$	≤ 0.005
P4	SXX Max	0.0043	0.004	OK
P3	SXX Max	0.0057	0.005	FALLA
P2	SXX Max	0.0060	0.005	FALLA
P1	SXX Max	0.0072	0.006	FALLA

Story	Drifts								X	
14	4 4 1 de 4 🕨 🕅 Reload Apply									
		Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X cm	Y cm	Z cm	
•	P4		SYY Max	Y	0.001779	25	825	505	1110	
	P3		SYY Max	Y	0.002632	8	825	425	840	
	P2		SYY Max	Y	0.003388	24	825	-80	570	
	P1		SYY Max	Y	0.012279	8	825	425	300	

Figura 142. Desplazamiento lateral por sismo dinámico Y en Etabs.

Diag	Cargo	Deriva	Di	Maximo
PISO	Carga	Δ	$R^*\Delta$	≤ 0.005
P4	SYY Max	0.0018	0.002	OK
P3	SYY Max	0.0026	0.002	OK
P2	SYY Max	0.0034	0.003	OK
P1	SYY Max	0.0123	0.011	FALLA

Tabla 54. Control de deriva por sismo dinámico Y en Etabs.

Paso 19: Fuerzas internas por los estados de cargas

Reacciones: Para visualizar las reacciones ir al menú "Display>Force/Stress>Support/Spring Reactions".



Figura 143. Reacciones debido a carga muerta total en Etabs.











Figura 146. Reacciones debido a sismo dinámico en Y en Etabs.

Paso 20: Diseño de elementos estructurales

Diseño de viga

Seleccionar la misma viga del pórtico 2-2, del Piso 1.



Figura 147. Área de acero y momento actuante de viga en Etabs.



M_{actuante} (Mact.)



Figura 148. Verificación del diseño de viga en Etabs.

Diseño de columna

Se diseña la misma columna del pórtico 2-2, del Piso 2.



Figura 149. Área de acero de columna en Etabs.



Figura 150. Diagrama de interacción de la columna en Etabs.

INGRESO DE DATOS:



Figura 151. Chequeo del área de refuerzo de la columna en Etabs.



Figura 152. Puntos del diagrama de interacción de la columna en Etabs.

Densidad de muros



Figura 153. Distribución de muros típico.

La densidad mínima de muros reforzados en cada dirección está dada por:

$$\frac{\text{Area de muros}}{\text{Area de planta típica}} = \frac{\text{Am}}{\text{Ap}} = \frac{\sum \text{ L * t}}{\text{Ap}} \ge \frac{Z * U * S * N}{56}$$
$$\frac{\sum \text{ L * t}}{\text{Ap}} \ge \frac{Z * U * S * N}{56} = \frac{0.35 * 1 * 1.15 * 4}{56} = 0.0288$$

os

	Direccion X-2	X			Direccion Y-	Y	
Muro	L (m)	t (m)	Am (m2)	Muro	L (m)	t (m)	Am (m2)
X-1	3.20	0.13	0.416	Y-1	4.50	0.13	0.585
X-2	2.30	0.13	0.299	Y-2	3.00	0.13	0.390
		$\sum L * t =$	0.715		$\sum L$	* t =	0.975

Ap = 55.98 m2

Según el eje X-X:	Según el eje Y-Y:
$\frac{\mathrm{Am}}{\mathrm{Ap}} = \frac{0.715}{55.98} = 0.0127$	$\frac{\mathrm{Am}}{\mathrm{Ap}} = \frac{0.975}{55.98} = 0.0174$
0.0127 < 0.0288 NO CUMPLE	0.0174 < 0.0288 NO CUMPLE

No cumple con lo establecido por la Norma Peruana E-070, con lo cual podemos concluir que la estructura es inestable en cuanto a el análisis de estabilidad de muros. ANEXO N° 04: VALIDACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE VALIDACIÓN

Informe de opinión del juicio de experto

Datos generales

1.1. Título de la Investigación: ANÁLISIS COMPARATIVO APLICANDO EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS Y ETABS PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS.

		M	uy de	eficie	nte		Defic	ient	Ð		Reg	ular			Bu	ena		Mu	y bu	ena	
Indicadores	Criterios	0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado															;				X	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables																				\times
3. Actualidad	Adecuado a los nuevos conceptos de estructuras y construcción																				X
4. Organización	Existe una organización lógica.																			X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en estructuras y construcción																				X
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																				X
7. Consistencia	Expresa resultados de forma resumida y de fácil comprensión																				X
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores																-			X	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación		~																		X
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación																				X
					Prom	edio	de va	alora	ción:		98	.5									

Aspectos de validación

 Nombres y apellidos:
 Marlan Anthony Chilano Yachi
 DNI N°
 47084545

 Dirección domiciliaria:
 Au Huancavalica N°743
 Teléfono/Celular:
 968540984

 Grado académico:
 Ingeniæro
 1
 1
 1

 Mención:
 1
 1
 1
 1
 1

Firma y f

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Civil

FICHA DE VALIDACIÓN

Informe de opinión del juicio de experto

Datos generales

1.1. Título de la Investigación: ANÁLISIS COMPARATIVO APLICANDO EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS Y ETABS PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS.

		Muy deficiente				Deficiente			Regular			Buena				Muy buena					
Indicadores	Criterios	0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado																		X		
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables																			X	
3. Actualidad	Adecuado a los nuevos conceptos de estructuras y construcción		ę																		Х
4. Organización	Existe una organización lógica.																			Х	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en estructuras y construcción																			Х	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																			Х	
7. Consistencia	Expresa resultados de forma resumida y de fácil comprensión												~								X
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores																			X	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación																			X	
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación															1				X	

Aspectos de validación

Promedio de valoración: 95.5



Nombres y apellidos:	Gerardo Máximo CANTO ARIAS	DNI N°	20882956
Dirección domiciliaria:	Jr. Uruquay Nº 135 - Junin	Teléfono/Celular:	954656566
Grado académico:	Ingeniero	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Mención:	Civil		

GERARDO M. CANTO ÁRIAS INGENIERO CIVIL Firma y techa: CIP. 78821

ANEXO N° 05: CERTIFICADOS DE ENSAYOS



ABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1192/16

FECHA DE EMISIÓN: 2016-02-03 PÁGINA: 1 de 3

1. SOLICITANTE INGENIEROS CONSULTEC H.R SAC DIRECCIÓN PSJ. LAS NUBES 125 - EL TAMBO - HUANCAYO

2. EQUIPO	:	HORNO ELECTRICO	
MARCA	. :	YF	
MODELO	:	STHX-1A	
N° SERIE		11028	
PROCEDENCIA	:	CHINA	
IDENTIFICACIÓN	:	NO INDICA	
UBICACIÓN		LABORATORIO PYS EQUIPOS	
TEMPERATURA DE	TRABAJO :	120 °C	

DESCRIPCIÓN	CONTROL	INSTRUMENTO DEL EQUIPO
ALCANCE DE INDICACIÓN	225 °C	(*)
DIV. ESCALA / RESOLUCION	25 °C	(*)
TIPO	DIGITAL	(*)

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

La calibración se efectuó el 03 de Febrero del 2016, en las instalaciones del laboratorio de PYS EQUIPOS

4. MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN :

La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Incubadoras y Estufas PC-007 del SNM/INDECOPI.

Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración Nº LT-587-2015 trazable a INACAL

5. RESULTADOS :

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiental :23.5 °CHumedad Relativa :50 %Presión Ambiental :1 barLos resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición se ha determinado con un factor de cobertura k = 2, para un nivel de confianza de 95% aproximadamente.

6. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". (*) El equipo solo cuenta con un control analogico de temperatura.

La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.

Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento. No se realizó ningun tipo de ajuste al equipo antes de la calibracion.



Calibrado por:

Amed Castillo Espinoza

Calle 4, NY H LL 85 (17b. Appen del Rosarto Ellina Metrologia Tell.: 522 0723 / 485 3873 Rpm #945 153 055 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 E-mail: voltas@pus.pe / metrologia@pys.pe Web Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1192/16

PÁGINA: 2 de 3

				TE	MPER	ATURA	DE TR	ABAJO): 120	°C		and a second second second second	
Тіетро	Termómetro del equipo		, 4. 3.84 5. 1 - 5.	In	dicació	n de ter	mómetr	os patr	ones			Temperatura promedio	Tmax - Tmin
(min)	(°C)	1	2	3	4	5	6	7.	8	9.	10	[(°C)	
00	120	122.3	122.3	3 126.2	121.2	119.7	122.9	119.5	129.5	120.7	118.7	122.3	10.8
02	120	124.7	125.4	129.4	123.2	122.6	121.9	133.5	128.4	123.5	121.0	125.4	12.5
04	120	123.6	123.6	128.6	122.1	120.7	122.2	119.3	128.5	120.7	118.2	122.8	10.4
06	120	125.2	125.3	130.2	122.5	121.5	124.7	120.4	130.9	121.5	118.5	124.1	12.4
80	120	125.3	125.1	129.6	122.9	122.0	124.4	120.6	132.5	122.4	120.5	124.5	12.0
10	120	122.8	122.8	126.3	121.1	119.3	121.6	118.4	127.1	120.4	118.3	121.8	8.8
12	120	124.5	124.5	129.5	122.3	121.5	124.5	120.6	130.7	121.9	119.6	124.0	11.1
14	120	122.1	122.0	126.5	120,9	119.5	121.4	118.2	128.2	120.5	118.3	121.8	10.0
16	120	125.4	125.4	130.5	123.0	122.8	126.4	121.5	135.0	123.5	121.1	125.5	13.9
18	120	122.6	123.4	127.4	121.9	120.7	123.2	120.0	130.5	122.4	120.1	123.2	10.5
20	120	122.6	122.9	127.3	121.6	120.7	123.7	120.7	132,9	122.8	120.5	123.6	12.4
22	120	125.1	125.3	130.3	123.1	122.5	125.3	121.6	133.1	123.7	121.0	125.1	12.1
24	120	123.3	123.3	127.1	121.4	119.5	121.5	118.5	128.6	120.7	118.5	122.2	10.1
26	120	124.4	124.4	128.8	122.7	121.4	124.7	121.0	133.0	122,9	121.0	124.4	12.0
28	120	124.8	123.8	128.1	122.1	121.2	123.2	119.7	130,0	121.0	119.2	123.3	10.8
30	120	123,5	123.5	127.5	121.4	120.5	122.5	119.0	128.9	120.4	118.1	122.5	10.8
32	120	123.7	124.1	128.0	121.9	120.9	123.0	119.2	128.7	120.5	119.3	122.9	9.5
34	120	124.7	124.6	129.2	122.4	121.9	124.6	121.0	132.1	122.2	120.0	124.3	12.1
36	120	124.2	124.2	128.7	122.2	121.5	124.3	120.3	131.2	121.6	119.6	123.8	11.6
38	120	122.2	122.3	126.6	120,9	119,3	121.8	118.5	127.3	119.9	118.1	121.7	9.2
40	120	125.2	125.2	130.2	123.0	122.9	125.6	121.6	133.2	123.2	120.8	125.1	12.4
PROM.	120	123.9	124.0	128.4	122.1	121.1	123.5	120.6	130.5	121.7	119.5	123.5	and the second second
F. MAX.	120	125.4	125.4	130.5	123.2	122.9	126.4	133.5	135.0	123.7	121.1	Contraction of the Party of the	
T. MIN.	120	122.1	122.0	126.2	120.9	119.3	121.4	118.2	127.1	119.9	118.1		
DTT	0.0	3.3	3.4	4.3	2.3	3.6	5.0	15.3	7.9	2.2	201		

DTT: Diferencia de temperatura (T. Max - T. Min.)

Temperatura Ambiental Promedio : Tiempo de calibración del equipo : Tiempo de estabilización del equipo : 23.5 °C 40 minutos 1 h 20 min

15.3	10.9	2.0
EN EL TIEMPO (°C)	EN EL ESPACIO (°C)	(±°C)
DESVIACIÓN MÁXIMA DE TI	EMPERATURA EN EL EQUIPO	INCERTIDUMBRE



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb Virgen del Sosario - Lima 31 Tell.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe Weh Page: www.pys.pe

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.L.R.L.



€

LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1192/16

PÁGINA: 3 de 3





UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los termopares 5 y 10 están ubicados sobre el centro de sus respectivos niveles a 1,5 cm por encima de ellos Los demás termopares están ubicados a un cuarto de la longitud de los lados del equipo (en el centro de sus niveles 1 Cuadrante) y a 1,5 cm por encima de sus niveles 1 Telí.: 522 0723 / 485 3873 Rpm: #945 183 033 / #945 181 317 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 E-mail: ventas@pys.pe / metrología@pys.pe

Web Page: www.pys.pe "PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.L.R.L.



:

.

GEORAM INGENIERIA S.A.C RUC 20566075874 www.riceliequipos.com

Página

Fecha

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

SM-653-2016

 CLIENTE Dirección

2.	EQUIPO	:	BALANZA
	Marca	:	OHAUS
	Modelo		R31P30
	Serie	:	8337140029
	Alcance	-	30000 a
	División mínima (d)	÷	1 α
	Valor de verificación (e)		1 a
	Capacidad mínima	÷	50
	Clase de Exactitud		1
	∆T local	÷	17.0°C hasta 30.0 °C
	Coeficiente Deriva Temperatura	÷	0.00001 °C'
	Identificación	÷	NO INDICA
	Servicio efectuado en	÷	en las instalaciones de CONSULTEC S.A.C

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

 CALIBRACION EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibracion de Balanzas de Funcionamiento No Automatico Clase I y Clase II PC-011 4ta Edicion: 2010 SNM/INDECOPI.

PATRÓN DE CALIBRACIÓN

Se utilizo Pesas Patrones con Certificado: LM-533-2016, LM-C-058-2016, LM-C-059-2016, LM-C-172-2016, LM-C-173-2016, LM-002-2016 trazable a patrones nacionales del SNM/INDECOPI.

5. RESULTADOS

5.1.	Inspección visua	-	Marcas descriptivas		No tiene
		-	Ajuste de cero		Tiene
		-	Oscilación libre	:	Tiene
		_	Sistema de traba	:	No Tiene
		-	Plataforma	:	Tiene
		-	Escala	:	No tiene
			Cursor	:	No tiene
		<u>.</u>	Nivelación	:	Tiene

5.2. Los ensayos ejecutados se describen en las páginas siguientes.

6. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN:

- Lectura corregida en uso: (valor de lectura) + 3.34E-05 x (valor de lectura)
- Para cualquier valor de lectura UR = 2xraiz[4.08E-01 + 3.7E-10 x (valor de lectura)^2] g
- La Incertidumbre asociada a las mediciones ejecutadas se ha calculado con un factor de cobertura K= 2 para un nivel de confianza de 95%.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- Los tres ensayos se encuentran dentro de los límites permitidos.
- La peridiocidad de las calibraciones está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.



1 de 3

19-08-16



5.2.1

GEORAM INGENIERIA S.A.C RUC 20566075874 www.riceliequipos.com

SM-653-2016

Página ; 2 de 3

		Condiciones	Temp	eratura °C	H. Re	ativa %	7
		ambientales	Inicial	Final	Inicial	Final	1
	L		21,4	21,4	60	60	1
	Medición	Carga L1 =	= 15000	g	Carga L2 =	30000	a
	Nº	1(0)	AL a.)	E(_q_)	1 (a)	AL(a)	E(a)
	1	15 000	0,8	-0,3	30 000	0.8	-0.3
	2	15.000	0,8	-0,3	30 000	0.8	-0.3
	33	15 000	0,8	-0,3	30 000	0.8	-0.3
	4	15 000	0,8	-0,3	30 000	0.8	-0.3
	5	15 000	0.8	-0,3	30 000	0.8	-0.3
	6	15 000	0,8	-0,3	30 000	0.8	-0.3
	7	15 000	0,8	-0,3	30 000	0.8	-0.3
1	8	15 000	0,8	-0,3	30 000	0.8	-0.3
	9	15 000	0,8	-0,3	30 000	0.8	-0.3
<u>i</u>	10	15 000	0.8	-0.3	30 000	0.8	-0.3

2 5	Condiciones ambientales	Temper	atura °C	H.Relativa %		
13	mbientales	Inicial	Final	Inicial	Final	
3 4	indientales	21,4	21,4	60	60	

Posic. de	Determinación de Eo Carga Mínima* = 5,0 g			Determinación de Eo Determinación del error corregido Ec Carga Mínima* = 5,0 g Carga L = 5000,0 g					
id ourge	l(g)	$\Delta L(q)$	Eo(q)	l(g)	$\Delta L(q)$	I.E(g.)	Ec(a)		
1	10	0,30	0,7	10 000	0.70	0.2	1 00		
2	10	0,30	0,7	10 000	0,70	0.2	0.0		
3	10	0,30	0,7	10 000	0.70	0.2	0.0		
4	10	0,30	0,7	10 000	0,70	0.2	0.0		
5	10	0,30	0,7	10 000	0,70	0,2	0.0		

* Valor entre 0 y 10d

5.2.3 Ensayo de pesaje:

remper	atura "C	H.Relativa %		
Inicial	Final	Inicial	Final	
21,4	21,4	60	60	
	Inicial 21,4	Inicial Final	Inicial Final Inicial	

Carga L		Crecie	entes	And a read the second	1	Decreci	ente	Cartho restantion to the D	Historesis	EMD
<u> </u>	lg	ΔL g	Eg	Fclg	g	ALG	I E a	I Ela	0	- 190
10	10	1 0.7	-0.2	1	1		1			3
50	50	0.7	-0.2	0.0	50	0.7	-0.2	0.0	0.0	10
500	500	0.7	-0.2	0.0	500	0.7	-0.2	0.0	0.0	10
1000	1000	0.7	-0.2	0.0	1000	0.7	-0.2	0.0	0.0	1,0
2000	2000	0.7	-0.2	0.0	2000	0.7	-0.2	0.0	0.0	1,0
5000	5000	0.7	-0.2	0.0	5000	0.7	-0.2	0.0	0.0	10
10000	10000	0.7	-0.2	0.0	10000	07	-0.2	0.0	0.0	
15000	15000	0.8	-0.3	-0.1	15000	0.8	-0.3	0.0	0.0	2,0
20000	20000	0.8	-0.3	-0.1	20000	0.8	-0.3	-0.1	0.0	- 2,0
25000	25000	0.8	-0.3	-0.1	25000	0.0	-0.5	-0.1	0.0	2,0
30000	30000	0.8	-0.3	-0.1	30000	0.0	-0.3	-0.1	0.0	3,0
00000	30000	0.0	-0.3	-0.1	30000	0.8	-0.3	-0.1	0.0	30



é

É ŧ

ŝ

Ę.

€

ť

Consecutivo: CFM-002-2016

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

10 de metrología

Solicitante

Dirección

Objeto de prueba Rangos Máximo. Dirección de carga Fabricante Modelo / Serie Anillo De Carga Reloj Comparador Código Identificación Método de calibración Inspección general

INGENIEROS CONSULTEC H.R S.A.C.

JR. LOS ROSALES Nº 225 EL TAMBO - HUANCAYO

CORTE DIRECTO - CAMARA HUMEDA

Ascendente
PINZUAR LTDA.
PS - 28 / 165
PINZUAR LTDA. (10077)
Análogo "BAKER" (THE621)
NOINDICA
ASTM E 4
La máquina se encuentra en buen estado de Funcionamiento.

Fecha de calibración

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

2016/09/27

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

Este Certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los Extractos o modificaciones reguleren la autorización de METROTEST EIRL.



Jimmy Montano R.

Jefe de Metrologia

www.metrotesteirl.com / metrotestlog/stica@hotmail.com / ventas@metrotesteirl.com calaristices Sologured 454 Data, 102 Urb. Pergues De VPia Sol - Los Olivos Tel.: 528-7598 Telstar: 528-3324 Cels.: 022889991 / 957045343 N. 127*8069 RPM: #068091 PROSIRIDA I A REPROBUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROVEST EIRI.

171

Ci-Mi TRAST O DE METROLOGÍA

Consecutivo: CFM-002-2016 Pág. 2 de 6 2016/09/27

172

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ASTM E4 "Practices for Force Verification of Testing Machines"

Lugar de Calibración

Lab Fuerza De Metrotest E.I.R.L.

> Condiciones Ambientales

	inicial Final
Temperatura	22,0 °C 21,7 °C
14 1	

> Patrones de referencia

TRAZABILIDAD	PATRON UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACION
METROTEST	CELDA DE CARGA Incertidumbre ±0.061 %	CFM-020-2013
SNM / INDECOPI	CRONOMETRO	LTF-083-2013
SNM / INDECOPI	RELOJ COMPARADOR	LLA-C-049-2013

> Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color amarillo METROTEST EIRL



Jiminy Montano R. Jefe de Metrología

er Arist 229 Soldgillish 484 Optol 102 Urb. Pergues De Ville Sol- Los Odivos Wilvelmetrolesleiri.com / metrolesdogistics@hotmail.com / ventas@metrolesteiri.com Tell. 228-7988 Telefer 525-3324 "Cels.: 982989991 / 287045349 N. 127×8089 RPMI #068091 PROHIBIÓA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUYORIZACIÓN DE METROTEST EIRL

DEMERSONDER ି

ホオロぶれ

Consecutivo: CFM-002-2016

Pág. 3 de 6 2016/09/27

Resultados de Calibración:

0

() 6

E

Lectura	an a	Lecturas (kgf	Bromodio	Danatibilidad	
Unidades.		L_2		Fromedio	Repetiondad
0	0	0	0	0	0
100	35.86	36.00	35.89	35.9	0.39
200	71.72	71.69	71.89	71,8	0.28
310	107.48	106.56	106.87	107.0	0.86
400	142.25	141.64	141.64	141.8	0.43
500	176.72	175.11	176.11	176.3	0.35
590	211.08	210.78	210,98	210.9	0.14
680	245.04	244.63	244.83	244.8	0.17
770	278.69	278.38	278.59	278.6	0.11

- Se Calibro hasta Aproximadamente el 100% de su capacidad nominal
- Ecuación de ajuste:

• Carga (kgf) = A0 + A1 * X + A 2*X² + A3 *X³

Donde:

0	A0	-	0.0327		·,
0	AI		0.33742	2	•. *
¢	A2	=	0.00002254	7	- 14 - 14
e	A3	=	0.00000001201		A
6	Х	-	Lectura del Dial, como	numero de	divisiones



Jimmy Montano R.

Jefe de Metrología

21 Adstors Scioguret 484 Optil 100 Urb, Parques De 19tiz, Sar - Log Olives unweimetrotesteld.com/ metrotesteld.com/ metrotesteld.com/ metrotesteld.com / ventas@metrotesteld.com Tetti 528-7996 Telefax: 522-3324 Optil: 952889691 / 997045948 N, 12778069 RPMI #088091 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL

173

Consecutivo: CFM-002-2016 Pág. 4 de 6

									20	10/09/27
	ne se no				ta de la companya de		رو در در در میشور بیده بید	نى ، بىلىغانچونىيىي دۇم تارىخى		
Lectura		1123	2	3	13424	5	5			B
100	34.01	3/ 35	34 70	35.04	25 28	35 72	36.07	36.41	36 7	5 37.00
110	37.44	37.79	38.10	38.47	38.81	30.12	39.50	30.94	40.19	A0.53
120	40.87	41 21	41.56	41.90	42.24	42.59	42.93	43.27	43.62	43.96
130	44 30	44 65	44 99	45.34	45.68	46.02	46.37	46.71	47.06	47.40
140	47.75	48.09	48 44	48.78	49.12	49.47	49.81	50.16	50.50	50.85
150	51 19	51 54	51.88	52.23	52 57	52.92	53.26	53.61	53,96	54 30
160	54.65	54.99	55.34	55.68	56.03	56.37	56.72	57.07	57.41	57.76
170	58 10	58.45	58.80	59.14	59.49	59.84	60.18	60.53	60.88	61.22
180	61.57	61.92	62.26	62.61	62.96	63,30	63.65	64.00	64.34	64.69
190	65.04	65.39	65.73	66.08	66.43	66.78	67.12	67.47	67.82	68.17
			in the second	00.00	-					
- 200	68.51	68.86	69.21	69.56	69.91	70.25	70,60	70.95	71.30	71.65
210	72.00	72.34	72.69	73.04	73.39	73.74	74.09	74.44	74.79	75.13
220	75.48	75.83	76.18	76.53	76.88	77.23	77.58	77.93	78.28	78.63
230	78,98	79.33	79,68	80.03	80,38	80.73	81.D8	81.43	81.78	82.13
240	82.48	82.83	83,18	83.53	83.88	84,23	84.58	84.93	85.28	85.63
250	85.98	86.34	86.69	87.04	87.39	87.74	88.09	88.44	88.79	89.15
260	89.50	89.85	90.20	90,55	90.90	91.26	91.61	91.96	92.31	92.66
270	93.02	93.37	93.72	94.07	94.43	94.78	95.13	95.48	95.84	96.19
280	96.54	96.89	97.25	97.60	97,95	98.31	98.66	99.01	99.37	99.72
290	100.07,	100,43	100.78	101.13	101.49	101.84	102.20	102.55	102.90	103.26
	103.61	103.97	104.32	104.67	105.03	105.38	105.74	106.09	106.45	105.80
310.	107.15	107.51	107.87	108.22	108,58	108.93	109.29	109.64	110.00	110.35
320	110.71	111.06	111.42	111.78 .	112.13	112.49	112.84	113.20	113.56	113.91
330	114.27	114.62	114.98	115.34	115.69	116.05	116.41	116.76	117.12	117.48
340	117.83	118.19	118.55	118.90	119.26	119.62	119.98	120.33	120.69	121.05
350	121.41	121.76	122.12	122.48	122.84	123,19	123.55	123.91	124.27	124.63
360	124.99	125.34	125.70	126.06	126.42	126.78	127,14	127.50	127.85	128.21
370	128.57	128.93	129.29	129.65	130.01	130.37	130.73	131.09	131.45	131.81
380	132.17	132.53	132.89	133.25	133.61	133.97	134.33	134.69	135.05	135.41
390	135.77	136.13	136.49	136.85	137.21	137.57	137.93	138.29	138.65	139.01
								- 	1.0.07	40.00
400	139.38	139.74	140.10	140.46	140.82	141.18	141.54	141.91	142.27	142.63
410	142.99	143.35	143.72	144.08	144.44	144.80	145.16	145.53	145.89	146.25
420	145.61	146.98	147.34	147.70	148.07	148,43	148.79	149.16	149.52	149.88
430	150.25	150.61	150.97	151.34	151.70	152.06	152.43	152.79	153,16	153.52
440	153.88	154.25	154.61	154.98	155.34	155.71	156.07	156.44	156.80	157.17
450	157.53	157.90	158.26	158.63	158.99	159.36	159.72	160.09	160.45	160.82
460	161.18	161.55	151.92	162.28	162.65	163.01	163.38	163.75	164.11	164,48
470	164.85	165.21	165.58	165.95	166.31	166.68	167.05	157.41	167.78	108.15
480	168.52	168.88	169.25	169.62	169.99	170.35	170.72	171.09	1/1.46	171.83
490	172.19	172.56	172.93	173.30	1/3.6/	1/4.04	1/4,40	1/4.//	175.14	1/5.51



E

Ę

ţ

ť

ſ

Jimmy Montano R. Jefe de Metrología

.: Arstias Scieptran 484 Driz, 132 Lib. Parques Da VI a Boll-Los D'Ucas (NV.M. metrolesialicom / metrolesialica@holmali.com / ventas@matrolestail.com Fyr.: 626-1593 Tercan 629-3624 Cers.: 952366801 (1967046345 N. 127*8088 RPh/::#069091 PROFILIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST ÉIRL

174

Consecutivo: CFM-002-2016 Pág. 5 de 6 2016/09/27

Medición en mm / minuto Rango: Alto

Posición del dial	Lectura 1 mm / min	Lectura 2 mm / min	Lecture 3 mm / min	Promedio mm / min
0	0,000	0.000	0.000	0.000
2	0.155	0.154	0.155	0.1547
4	0.459	0.460	0.459	0.4593
6	0.784	0.783	0.784	0.7837
8	1.149	1.150	1.149	1.1493
10	1.490	1.489	1.490	1,4897
		the test of the second of		

Medición en Pulgadas / minuto Alto Rango:

	and the second			
Posición del dial	Lectura 1 pulg/min	Lectura 2 pulg / min	Lectura 3 pulg/min	Promedio pulg / min
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0061	0.0061	0.0062	0.0061
4	0.0181	0.0181	0.0182	0.0181
6	0.0309	0.0309	0.3080	0.1233
8	0.0452	0.0452	0.0451	0.0452
10	0.0587	0.0587	0.0586	0.0587



Jimmy Montano R.

Jefe de Metrología

, d. - *

Jr. Aristidae Sologoran 484 Doto. 102 Um. Parques De Villa Sol - Los Olivos w/ww.metrotesteirl.com / metrotesteirl.com / metrotesteirl.com / ventas@metrotesteirl.com Tell: 528-7898 Telefax: 528-3324 Cels.: 662889991 / 997045345 N. 127*8069 RPM: #068091 PROMIBIÓA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIAL



Consecutivo: CFM-002-2016 Pág. 6 de 6 2016/09/27

TRAZABILIDAD

La empresa METROTEST EIRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de los patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido ajustados y contrastado con un marco de carga calibrado por PINZUAR LTDA. La cual cuenta con una trazabilidad de la Sociedad De Industria y Comercio en Colombia.

OBSERVACIONES.

1. Los informes de calibración sin las firmas no tienen validez.

2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses," (ISO 7500-1)

3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1)

4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.

5. Los resultados contenidos parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.

FIRMAS AUTORIZADAS

Jimmy Montano R.

Jimmy Montano R. Jefe de Metrología



Jr. Adstides Sologuren 464 Opto, 102 Urb. Parques Do Villa Sol - Los Olivos www.metrotesteirl.com / metrotestidogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteirl.com Tel:: 528-7898 Telata: 528-3324 Cels:: 96288991 / 997045343 N, 127*8069 RPM: #068091 PRBHIBIOA LA REPRÓDUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE INETROTEST EI2L



- Obras Civiles

 - Elaboración de Proyectos Ejecución y Supervisión de Obras
 - Estudio de Mecánica de Suelo
 - Alquiler de Equipos • de Construcción

REGISTRO DE EXCAVACION - PERFIL ESTRATIGRAFICO

ASTM D2498 - 09a Práctica estándar para la descripción e identificación de los suelos (Procedimiento Visual-Manual)

						L MEREL MA DELA MA DELA PROPERTI DE LA DELA DELA DELA DELA DELA DELA DEL
PETICIONARIO : BACH. HUARACA RAMOS, ANIBAL		IBAL	EXCAVACION ;	Manual ; C-1		
ATENCION :		UNIVERSIDAD PERUANA "LOS ANDES"			NIVEL FREATICO ;	No se encontro
PROYECT	0:	ANÁLISIS COMPARATIVO APLICANDO EL SOFTWARE			TAMAÑO EXCAV. ;	3.00 m
		ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS Y ETABS PARA			FECHA DE EXCAV. ;	16/10/2017
		EVALUAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE				
		VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS			REGISTRADO POR :	R.M.E.
UBICACIÓ	N	PUCARA - HUANCAYO - JUNIN			REVISADO POR :	I.P.S.L.
	CLA	SIFICACION	1	T	T	
PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLOS	GRAFICO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO VOLUMETRICO (g/cm3)	DESCRIPCION Y CLASIF HUMEDAD NATURAL, PL COMPACIDAD, FORMA DE DE PIEDRAS, PRESENC	ICACION DEL MATERIAL : COLOR, ASTICIDAD, ESTADO NATURAL DE LAS PARTICULAS, TAMAÑO MAXIMO IA DE MATERIA ORGANICA, ETC.
0.20	Re		-		Suelo vegetal, predomina aisladas subredondeadas	a arena arcillosa con raices,pedras en un 10% aproximadamente, color nearo.
0.50	ĢM-GC		8.58	1.5	Grava arcillosa, gravas su 10% aproximadamente, cei un 5% ap	bangulosas aisladas de 3/8" en un nentacion fuerte, bolonería de 3" en proximadamente.
DENTIFICACION DE MUESTRAS				NOTA:		
Ke; S/M:	Ke; Material de relieno				Calicata NOD1-	Evenuacion a cielo obierto
M-1: Muestra alterada N'1					cancaca N-01-1	LACUVACION A CIEIO ADIEPTO
and the second se						

OBSERVACIONES:

ś

ŧ ŧ

ŧ ŧ

É

Muestra seleccionadas e identificadas en campo

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproduccion sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI: GP004: 1993)

Tec. Raul Martinez Esteban TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO INGENIEROS CONSULTEC HIP S A C

SUASNABAR LOPEZ INGEN FRO

Mo

LEM:

018410

and the second states a

Calle Los Rosales Nº 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales) Cel / RPM- (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / consultechn@omail.com



Obras Ĉiviles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

INFORME Nº 0612- 0017/GEOLEM

Peticionario	:	BACH. HUARACA RAMOS, ANIBAL
Atencion	*.	UNIVERSIDAD PERUANA "LOS ANDES"
Tesis	:	ANÁLISIS COMPARATIVO APLICANDO EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS Y ETABS PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS
Lugar de la Obra	:	PUCARA-HUANCAYO-JUNIN
Fecha de recepción	:	16 DE OCTUBRE DEL 2017
Fecha de emisión	;	21 DE OCTUBRE DEL 2017

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D422

CALICATA Nº	C-01	
MUESTRA Nº	M-01	
PROFUNDIDAD	3.00 mts	
TAMIZ	% QUE PASA	
3"	100.0	
2 1/2"	100.0	
2"	100.0	
1 1/2"	77.2	
1"	69.0	
3/4"	57.4	
1/2"	52.7	
3/8"	46.7	
Nº4	43.7	
Nº10	35.3	
N°20	28,0	
N°40	23.0	
N°60	19.2	
Nº140	14.2	
N°200	13.1	

LIMITES DE CONSISTE	ENCIA ASTM D4318
% LIMITE LIQUIDO	24.1
% LIMITE PLASTICO	17.3
% INDICE PLASTICO	6,8

CLASIFICACION DE SUELOS

CLASIF. SUCS	GC-GM		
CLASIF. AASHTO	A-2-4 (0)		

OBSERVACION : Muestras remitidas por el peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

Tec. Raul Martinez Esteban TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO CONSULTECH & SAC

SUASKABAR LOPEZ INGENIERO CIVI

LEM: Nº 018412

a a second the second secon

Calle Los Rosales Nº 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales) Cel / RPM· (#) 988 008245 / (#) 988 008247 / (#) 965 028369 / consultent/@cmail.com





Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
 Ejecución y Supervisión
- Ljectición y Supervisión de Obras
 Estudio de Mecánica
- de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

INFORME Nº 0612- 0017/GEOLEM

Peticionario	BACH. HUARACA RAMOS, ANIBAL
Atencion	UNIVERSIDAD PERUANA "LOS ANDES"
Tesis	ANÁLISIS COMPARATIVO APLICANDO EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS Y ETABS PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS
Lugar de la Obra	EL TAMBO-HUANCAYO-JUNIN
Fecha de recepción	: 16 DE OCTUBRE DEL 2017
Fecha de emisión	: 21 DE OCTUBRE DEL 2017



OBSERVACION : Muestra provista e identificada por el peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP:004: 1993)

Tec. Rail Martinez Esteban "C. SL'ELOS OPACRETO Y ASFALTO SUCTECH P DAR

ASNASAR LOPEZ NERO CIVIL 172047

LEM:

Nº 018411

Calle Los Rosales Nº 225 - El Tambo - Huancavo (entre Julio Sumar y Rosales)

Cel / RPM• (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / consultechr@gmail.com



R

É

6

Ĺ

INGENIEROS CONSULTEC HR SAC.



Obras Civiles

- + Elaboración de Proyectos
 - Ejecución y Supervisión de Obras
 - Estudio de Mecánica de Suelo
 - Alquiler de Equipos de Construcción

INFORME Nº 0614- 0017/GEOLEM

SOLICITANTE	BACH. HUARACA RAMOS, ANIBAL. UNIVERSIDAD PERUANA "LOS ANDES"
TESIS	ANÁLISIS COMPARATIVO APLICANDO EL SOFTWÁRE ROBOT
	STRUCTURAL ANALYSIS Y ETABS PARA EVALUAR EL
	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS
	AUTOCONSTRUIDAS
UBICACIÓN	PUCARA-HUANCAYO-JUNIN
FECHA DE RECEPCION	16 de octubre del 2017
FECHA DE EMISION	21 de octubre del 2017

ENSAYO DE DENSIDAD NATURAL - CONTROL DEL GRADO DE COMPACTACION NTP 339.143 / ASTM D 1556

PALTARUMY - DENSIDAD Nº		C-1
1, Peso del frasco + arena	g.	6020
2, Peso del frasco + arena que q	ueda g.	2020
3, Peso de la arena empleada	(1) - (2) g.	4000
4, Peso de arena en el cono	g.	1477
5, Peso de arena en excavacion	(3) - (4) g.	2523
6, Densidad de la arena	gr/cm3	1.42
7, Volumen del material extraido) (5) / (6) cm3	1777
8, Peso del recip. + suelo + gravo	2 g.	3350
9, Peso del recipiente	g.	5
10, Peso del suelo + grava	(8) - (9) g.	2987
11, Peso retenido en el tamiz		245
12, Peso específico de grava	gr /cm3	2.63
13, Volumen de grava	(11) / (12) cm3	93
14, Peso de finos	(10) - (11) g.	2742
15, Volumen de finos	(7) - (13) cm3	1684
16, Densidad humeda	(14) / (15) gr / cm3	1.629

Prof. 3.00m

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL ASTM D2216

17, N° de recipiente		T
18, Peso del recipiente + suelo seco	g.	690.5
19, Peso del recipiente + suelo seco	g.	640.7
20, Peso del agua (18	3) - (19) g.	49.8
21, Peso del recipiente		60.5
22, Peso del suelo seco (19)	- (21) g.	580.2
23, Contenido de humedad (20) / (2)	2)* 100 %	8.58
24, Dens. del suelo seco (16)/[1+(23)/100]	1.500	

OBSERVACION : Muestras remitidas por el peticionario.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUÁNA INDECOPI: GP:004: 1993)

Tec, Rail Martinez Esteban INGENIFROS CONSULTEC H R SAC



LEM: Nº 018415

n ny salama di f

Calle Los Rosales Nº 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)


Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo

Alquiler de Equipos de Construcción

ANALISIS DE CAPACIDAD ADMISIBLE

PETICIONARIO BACH, HUARACA RAMOS, ANIBAL

ANÁLISIS COMPARATIVO APLICANDO EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS Y ETABS PARA EVALUAR EL TESIS: COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUÍDAS

FECHA	:	21 de o	ctubi
Nº DE MU	JEST	RA:	
Nº DE CA	LICA	TA:	
CLASIFIC	ACIO	ON SUCS	5.
Peso Esp	ecific	Ö	Y
Angulo de	Fric	cion	

gc = Capacidad de Carga Ultima qd = Capacidad Admisible





Según Terzagui

Cohesion

Cal / RPM: (#) 988 008215

Capacidad de Carga Ultima para Cimentaciones Cuadradas

 $q_{c} = \frac{2}{3}cN'_{c} + \gamma D_{f}N'_{q} + \frac{1}{2}\gamma BN$

÷
2
ï

CAL	CULO D	E CAPA	CIDAD DE	CARGAS	PARA D	IFERENT	TES ALT	URAS D	E CIMEN	TACION	
		TIPO	DE FALI	LA LOCAL	PARA	CIMIEN	TOS CO	ORRIDO	DS .		
P. ESPECIFICO (Kg/cm ³)	ø	Ø'	C kg/cm ²	C'	N'c	N'q	N'y	Sc	Sq	Sy	F.S.
0.0015	32.76	23.2	0.071	0.05	21.75	10.23	6	1		1	3.5
		TIF	O DE FA	LLALOC	AL PAR	A ZAPA	FA CUA	DRADA			
P. ESPECIFICO (Kg/cm ³)	ø	ø'	C kg/cm²	C'	N°c	N'q	N'y	Sc	Sq	Sy	F .S .
0.0015	32,76	23.2	0.071	0.05	21.75	10.23	6	1.47	1,43	0.6	3.5

~	CIMIENTO CORRIDO					
	Base	Prof.	qc	qd		
	(cm)	(cm)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)		
ngi	60	80	2.53	0.72		
	60	90	2.68	0.77		
	60	100	2.83	0.81		
	60	110	2.99	0.85		
	60	120	3 14	0.90		
	60	130	3.29	0.94		
	60	140	3.45	0.99		
	80	80	2.62	0.75		
	80	90	277	0.79		
	80	100	2.92	0.84		
~	80	110	3.08	0.88		
	80	120	3 23	0.92		
	80	130	3.38	0.97		
	80	140	3.54	1.01		
NJ	100	80	271	0.77		
-	100	00	2.85	0.82		
he -	100	100	3.01	0.85		
-	100	140	2 47	0.90		
	100	120	3.22	0.95		
	100	120	3.47	0.99		
C tru	100	140	3.63	1.04		
······································	-		0.00	0.00		
rec. Raúl Marpinez Esteba	120	80	2.80	0.00		
O. SUBLOS, CONCRETO Y ASPALT	p 120	90	2.95	0.84		
INGENIFROM CONSULTED HIR SA	120	100	3.10	0,89		
	120	110	3.26	0.93		
	120	120	3,41	0.97		

Z	APATA	CUADRA	DA	5
Base	Prof.	dc	qd	
(cm)	(cm)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
100	50	2.88	0.82	
100	60	3.10	0.89	
100	70	3.32	0.95	
100	80	3.54	1.01	
100	90	3.76	1.07	
100	100	3.98	1.14	
100	110	4.20	1.20	
100	120	4.42	1.26	
100	130	4.63	1.32	
100	140	4.85	1.39	
100	150	5.07	1.45	
100	160	5.29	1.51	
100	170	5.51	1.57	
100	180	5,73	1.64	
100	190	5.95	1.70	
100	200	6.17	1.76	
100	210	6.39	1.83	
100	220	6.61	1.89	
100	230	6.83	1.95	-
100	240	7.05	2.01	1.1
100	250	7.27	2.08	1.1.1
100	260	7.48	2.14	IVAN X-SD
100	270	7.70	2.20	CIP
100	280	7.92	2.26	1. Sec
100	290	8.14	2.33	- # X38
100	300	8.36	2.39	3611
		JIVI.	No E	11841(

23 MIS2 7 ME SIGS MERION PROMISILISIEM MINISTERIO

SBASHABAR LOPEZ NGEMERO CIVIL

172047 S STREET, STREET, STREET, ST

Calle Los Rosales Nº 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)





Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
 Ejecución y Supervisión
- de Obras Estudio de Mecánica
- de Suelo Alquiler de Equipos
- de Construcción

INFORME Nº 0615- 0017/GEOLEM

Peticionario	BACH. HUARACA RAMOS, ANIBAL.	
Atención	UNIVERSIDAD PERUANA "LOS ANDES"	
Tesis	ANÁLISIS COMPARATIVO APLICANDO EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS Y ETABS PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS	
	AUTOCONSTRUIDAS	
Fecha de recepción Fecha de emisión	16 de octubre del 2017 21 de octubre del 2017	

CORTE DIRECTO NTP 339,171 - ASTM D3080

Esfuerzo Normal (kg/cm2)	1	2	4
Altura (cm)	2.00	2.00	2.00
Diámetro (cm)	6.00	6.00	6.00
Cont. Humedad (%)	8.58	8.58	8,58
Densidad Seca (g/cm3)	1.500	1.500	1.500
Velocidad (mm/min)	0.25	0.25	0,25
Estado	Remoldeado	Remoideado	Remoldeado

C-01;	Prof.	3.00	m
-------	-------	------	---

Angulo de Fricción Interna (°) 32.76

Cohesión (kg/cm2) 0.07

	1 Kg		2 Kg			4 Kg			
Deformación (%)	Esf. Corte	Esf. Norma.	Deformación (%)	Esf. Corte	Esf. Norma.	Deformación (%)	Esf. Corte	Esf. Norma.	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.05	0.45	0.43	0.05	0.55	0.39	0.05	1.20	0.28	
0.10	0.47	0.56	0.10	0.60	0.45	0.10	1.25	0.32	
0.20	0.48	0.64	0.20	0.64	0.50	0.20	1.40	0.36	
0.35	0.50	0,74	0.35	0.63	0.55	0.35	1.45	0.41	
0.50	0.52	0.80	0.50	0.64	0.58	0.50	1.50	0.45	
0.75	0.54	0.85	0.75	0.68	0.62	0.75	1.51	0.51	
1.00	0.55	0.87	1.00	0.69	0.65	1.00	1.53	0.54	
1.25	0.57	0.87	1.25	0.69	0.66	1.25	1.54	0.57	
1.50	0.59	0.86	1.50	0.69	0.68	1.50	1.55	0.59	
1.75	0.61	0.84	1.75	0.69	0.68	1.75	1.55	0.59	
2.00	0.62	0.82	2.00	0.71	0.69	2.00	1.60	0.60	
2.50	0.60	0.79	2.50	0.71	0.70	2.50	1.62	0.62	
3.00	0.59	0.76	3.00	0.75	0.70	3.00	1.46	0.64	
3.50	0.59	0,74	3.50	0.78	0.71	3.50	1.52	0.66	
4.00	0.58	0.73	4.00	0.78	0.72	4.00	1.56	0.67	
4.50	0.57	0.72	4.50	0.92	0.72	4.50	1.56	0.67	
5.00	0.58	0.71	5.00	0.93	0.72	5.00	1.58	0.68	
6.00	0.59	0.68	6.00	0.97	0.71	6.00	1.60	0.68	
7.00	0.56	0,66	7.00	0.98	0.69	7.00	1.65	0.68	
8.00	0.57	0.64	8.00	0.99	0,69	8.00	1.68	0.68	
9.00	0.59	0.63	9.00	1.00	0.69	9.00	1.66	0.68	
10.00	0.58	0.63	10.00	1.02	0.68	10.00	1.98	0.68	
11.00	0.57	0.63	11.00	1.04	0.68	11.00	1.99	0.68	
12.00	0.59	0.63	12.00	1.05	0.68	12.00	1.66	0.68	

* El suelo estraido presentabe abundante raixes el color variava de de negro a pardo oscuro y mamon.

* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DERERA REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD.

* LOS RESULTADOS FRESENTADOS CORRESPONDER A LA HUESTRA ENSAVADA, EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE POR EL MAL USO DE LOS MISMOS.

Rail Markat LOS ON PETOYASE -OF CONSULTED HP S

- AND THE REPORT OF 172047

LEM: Nº 018414

Calle Los Rosales Nº 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales)

Cel / RPM: (#) 988 0082157 (#) 988 0082177 (#) 965 028369 / consultechr@omail.com



Ē



Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
 Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción



Calle Los Rosales Nº 225 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales) Cel / RPM: (#) 988 008215 / (#) 988 008217 / (#) 965 028369 / popsultechr@nmail.com

OBRAS CIVILES



Estudio de Mecánica de Suelo. Elaboración de proyectos. Ejecución y Supervisión de Obras. Alquiler de Equipos de Construcción. Venta de Equipos de Construcción.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES GEOMARCH LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME DE ENSAYO (PÁGINA 01 DE 02)

		_
PETICIONARIO	: BACH. HUARACA RAMOS, ANIBAL	
ATENCIÓN	: FACULTAD DE INGENIERIA - UNIVERSIDAD PERUANA "LOS ANDES"	
TESIS	: ANÁLISIS COMPARATIVO APLICANDO EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS Y ETABS PARA EVALUAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS	
UBICACIÓN	: PUCARA - HUANCAYO - JUNIN	
FECHA DE RECEPCIÓN	: EL TAMBO, 18 DE SETTEMBRE DEL 2017	
FECHA DE EMISIÓN	: EL TAMBO, 18 DE SETIEMBRE DEL 2017	_
Código	: NTP 339.181;2001	
Título	: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar el número de	
	rebote del hormigón (concreto) endurecido (esclerometría)	
Código	: ASTM C 805:2002	
Titulo	 Standard Test Method for Rebound number of Hardened Concrete 	

I.- RESULTADOS DE LOS REBOTES

Ę

Ē

Ć

Ę

É

OBSERVACIONES		REBO	DTE (U)	
	PTO. 1	PTO, 2	1	
	30	30		
1 () () () () () () () () () (28	28		
10 Jul	31	29		
	28	30		
	30	- 28		
ي م ا لح ي م ال ح ال	31	29		
Los ensayos de esclerometría fueron	28	. 26		
realizados el día 18 de Setiembre del	28	28		
2017 en una columna y una viga.	29	26		
	26	28		
	28	29		
	27	29		
	29	27		
	28	28		
	29	29		
PROMEDIO (U)	29	28		
DESVIACIÓN TIPICA (U)	1.40	1.22		
POSIBLE RESISTENCIA (KG/CM2)	218.00	207.00		
DENOMINACIÓN	COLUMNA DE CONCRETO	VIGA DE CONCRETO		
ÁNGULO DE REBOTE	$ALFA = 0^{\circ}$	$ALFA = 0^{\circ}$		

NOTA : LAS IDENTIFICACIONES SE BASARON DE ACUERDO A LAS INDICACIONES DEL PETICIONARIO

Tec. Raid Maring Esteban Nec SUELOS. CONCEPTOY ASFALTO

LOPEZ åR ERO CIVIL 172047

Van...///

LEM: N

Nº 000258

Calle Los Rosales Nº 255 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales) el /RPM (#) 988 008 215 (#)965 028 369/ (#) 988 008 217 / GCMLEM@GEOCMABCH COM

OBRAS CIVILES

Estudio de Mecánica de Suelo. Elaboración de proyectos. Ejecución y Supervisión de Obras. Alquiler de Equipos de Construcción. Venta de Equipos de Construcción.

Vienen...///

Ē

500

1000

Ê

E

ŧ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES GEOMARCH LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

INFORME DE ENSAYO (PÁGINA 02 DE 02)

PETICIONARIO	: BACH. HUARACA RAMOS, ANIBAL
ATENCIÓN	: FACULTAD DE INGENIERIA - UNIVERSIDAD PERUANA "LOS ANDES" : ANÁLISIS COMPARATIVO APLICANDO EL SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS Y ETABS PARA EVALUAR EL
TESIS	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS
UBICACIÓN	: PUCARA - HUANCAYO - JUNIN
FECHA DE RECEPCIÓN	: EL TAMBO, 18 DE SETTEMBRE DEL 2017
FECHA DE EMISIÓN	: EL TAMBO, 18 DE SETIEMBRE DEL 2017

11. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA QUE EXIGE LA NTP 339.181:2001

SEGÚN LO INDICADO POR EL PETICIONARIO*:	
FECHA Y HORA DEL ENSAYO	

FECHA Y HORA DEL ENSAYO	16/04/2018 a las 15:55 p.m.
TIPO DE ESTRUCTURA/TAMAÑO	Columna y Viga de concreto
*PROPORCIONES DE MEZCIA	f'c = 210kg/cm2
TTPO DE AGRECADO GRUESO	agregado grueso sarandeado
	218; 207
CAPACTERÍSTICAS DE LA SUPEREICIE DEL AREA	columna y viga sin tarrajeo y listo para su ensayo
ALTINA DE LA SUPERFICIE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO	1,50m y 2,20m
	madera
*CONDICTÓN DE CURADO	seco al aire
	seco al aire
TEMPERATURA DEL ATRE EN EL MOMENTO DEL ENSAYO	15º C
ORTENTACIÓN DEL MARTILIO	00
COMENTARIOS	-
*EDAD DEL HORMIGÓN	-

III.- DEL ESCLERÓMETRO

MARCA	ESCLERÓMETRO SCHMIDT TIPO N-34
MODELO	H-2975
No. DE SERIE	131289
CALIBRADO CON YUNQUE	ELE SOILTEST - REBOTE : 79 +- 2

IV.- IMPACTOS REALIZADOS: ALFA = 0°

V.- NOTAS

EL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA ES UNA PRUEBA COMPARATIVA PARA DETERMINAR LA UNIFORMIDAD DEL CONCRETO COLOCADO EN OBRA Y NO DEBERÁ SER UTILIZADO PARA LA ACEPTACIÓN DEL NIVEL DE CALIDAD DEL CONCRETO.

VI.- OBSERVACIONES

LA UBICACIÓN Y DENOMINACIÓN DE LOS PUNTOS FUERON DETERMINADOS POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD. GUIA PERUANA INDECOPI:GP 004: 1993).

her Esteban ec. has! MEC SUEL LETO Y ASE

AR LOPEZ CIVIL 2047

LEM:

Nº 000257

Calle Los Rosales Nº 255 - El Tambo - Huancayo (entre Julio Sumar y Rosales) el /RPM (#) 988 DOB 215 (#)965 D28 369/ (#) 988 DDB 217 / GCMLEM@GEDCMARCH.COM ANEXO N° 06: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Fachada de la vivienda de albañilería analizado con ambos softwares.



Fotografía 2. Vista lateral de la vivienda de albañilería analizado con ambos softwares.



Fotografía 3. Abandono del proceso constructivo y deterioro de los materiales.



Fotografía 4. Construcción con ladrillo pandereta no son apropiados para la construcción de muros portantes por su poca resistencia.



Fotografía 5. Cangrejeras en el concreto. Se producen típicamente por falta de vibrado.

ANEXO N° 07: PLANOS











ANEXO N° 08: OTROS DOCUMENTOS DE IMPORTANCIA

Universidad Peruana los Andes

Facultad de ingenieria

Fecha:	15/09/2017	Hora:	09:15 a.m.
Lugar:	Jr. Puno N ° 250 - Ba	rrio 28 de Julio del distrito del Puca	ará.
Provincia:	Huancayo	Departamento:	Junín
Investigador o Evaluador:	Anibal Huaraca Ramo	DS	

Tema de investigación: Análisis comparativo aplicando el software Robot Structural y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas.

Componentes del Problema:

Características de los elementos estructurales en la vivienda autoconstruida en el distrito de Pucara, Huancayo, 2017.

Aspectos observados:

Se puede observar que la vivienda es de sistema estructural de albañilería confinada consta de 4 niveles, la altura del primer nivel es de 3.00 m las alturas de los entrepisos típicos son de 2.70 m, tiene una losa aligerada de espesor de 20 cm, las columnas son de 25x25 cm y 20x20 para las escaleras; las vigas principales son de 25x30 cm (VP), las vigas secundarias de 20x25 cm (VS), y las vigas de borde de 15x20cm (VB). Los muros de albañilería son de arcilla con un espesor de 0.13 cm.

Interpretación y valoración:

La vivienda fue autoconstruida, no cuenta con planos y fue construida solo a criterio de un albañil de la zona.

Universidad Peruana los Andes

Facultad de ingenieria

Fecha:	15/09/2017	Hora:	11:30 a.m.	
Lugar:	Jr. Puno N ° 250 - B	arrio 28 de Julio del distrito del Puca	ará.	
Provincia:	Huancayo	Departamento:	Junín	
Investigador o Evaluador:	Anibal Huaraca Ran	nos		

Tema de investigación: Análisis comparativo aplicando el software Robot Structural y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas.

Componentes del Problema:

Características de los materiales utilizados en la vivienda autoconstruida en el distrito de Pucara, Huancayo, 2017.

Aspectos observados:

El material de concreto armado tiene una resistencia a la compresión f´c: 210 kg/cm², el acero es corrugado tiene un esfuerzo unitario a la fluencia fy: 4200 kg/cm² y la albañilería utilizada fue de ladrillo artesanal de arcilla con una resistencia a la compresión f´m: 350 Ton/m².

Interpretación y valoración:

Los materiales utilizados y las características de los mismos no cumplen con las especificaciones indicadas de la Norma Peruana E.030 y RNE E.070.

Universidad Peruana los Andes

Facultad de ingenieria

Fecha:	15/09/2017	Hora:	11: 30 a.m.
Lugar:	Jr. Puno N ° 250 - Barrio 28 de	e Julio del distrito de Pucará.	
Provincia:	Huancayo	Departamento:	Junín
Investigador o Evaluador:	Anibal Huaraca Ramos		

Tema de investigación: Análisis comparativo aplicando el software Robot Structural y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas ".

Componentes del Problema:

Distribución de espacios en la vivienda autoconstruida en el distrito de Pucara, Huancayo, 2017.

Aspectos observados:

En la planta baja se encuentran dos tiendas, una sala y una cocina; un servicio higiénico. En las planta típicas se encuentra tres dormitorios, una sala y un servicio higiénico.

Interpretación y valoración:

La distribución de los ambientes no es lo correcto ni la ubicación de la escalera.