



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE TUBERIAS EMBEBIDAS EN
PORCENTAJES DE 0.4% A 4% EN LA RIGIDEZ AXIAL DE TESTIGOS DE
CONCRETO DE SECCION CUADRADA Y CIRCULAR SOMETIDOS A
ESFUERZOS DE COMPRESION”**

Presentado por:

Bach. Aranivar Ascue Karen Meyi

Bach. Zuniga Pimentel Jhohan

**Para Optar el Título Profesional de Ingeniero
Civil**

Asesor:

Ing. Heiner Soto Florez

CUSCO – PERÚ

2021



Dedicatoria

A mis padres por su apoyo incondicional durante esta etapa de formación profesional, a mi asesor Ing. Heiner Soto Flórez por contribuir con el enriquecimiento de esta tesis.

A mis hermanos, por su apoyo y motivación para lograr este objetivo de ser profesional.

Karen Meyi Aranivar Ascue



Dedicatoria

*A mi querida y admirada Tía Luz Marina
Caytairo Alvarez, mi segunda madre. La
persona más especial en mi vida que fue
motor y motivo de culminar este trabajo.*

*A mis padres por su apoyo incondicional y motivación para
salir adelante y luchar por mis metas.*

Jhohan Zuniga Pimentel



Agradecimientos

A nuestra casa de estudios la prestigiosa Universidad Andina del Cusco en su escuela profesional de Ingeniería Civil acreditada internacionalmente, hacemos llegar un agradecimiento especial por la formación profesional que nos brindó a lo largo de esta travesía y por tener ingenieros docentes de gran calidad que despertaron la pasión por la Ingeniería Civil.

A nuestro asesor Ing. Heiner Soto Flórez por su gran y constante apoyo a la investigación, además de mostrar un gran conocimiento en la especialidad correspondiente a la presente investigación porque gracias a su compromiso y experiencia de trabajo de asesoría se ha logrado una importante contribución con esta investigación de tesis.

A nuestros dictaminantes Ing. Julio Benjamín Deza Cavero junto con el Ing. Walter Roberto Alvarez Monterola por brindarnos y darnos sus consejos, experiencias y conocimientos compartidos en el proceso de esta investigación, un especial agradecimiento a los ingenieros, ya que sin su cooperación esta investigación no se habría logrado de esta manera tan satisfactoria.



Resumen

En la presente tesis de investigación se desarrolla la explicación teórica y aplicación de la evaluación de la influencia en la rigidez axial de testigos circulares y cuadradas con tuberías embebidas, se determinó esta influencia mediante la realización de un trabajo de laboratorio y su posterior verificación de la respuesta sísmica de una edificación con elementos verticales con estas características.

Los ensayos a compresión se realizaron en función a lo reglamentado en la norma técnica NTP 339.034 en el que se utilizaron probetas de ensayo tipo cilíndrico y cuadrados, evaluando su resistencia a la compresión a los 7 y 28 días, posteriormente se procedió a determinar la rigidez axial tanto de especímenes circulares y cuadrados.

Los modelos estructurales evaluados se basaron en función a los criterios y requerimientos establecidos en la normativa peruana vigente de diseño sismorresistente, concreto armado y cargas (NTP E. 020, E. 030 y E. 060), el análisis estructural para las cargas de gravedad y de sismo se desarrolló en el programa ETABS en su V.17 educativa.

Realizado el cálculo de rigidez axial, se logró determinar la influencia de rigidez axial al colocar tuberías embebidas en la sección transversal en porcentajes de 0.4% a 4%, las variaciones son como máximo de 18.10% y 14.58% para secciones circulares y cuadradas respectivamente. Se logró determinar que la influencia es reducida conforme se reduce el porcentaje de sección con tuberías embebidas, es reducido en mayor grado cuando las tuberías embebidas son ubicadas de manera concéntrica y se realiza un tratamiento superficial.

Al realizar un tratamiento superficial a las tuberías de PVC mediante alambre N°16 se logra una mejora en la rigidez de 4.6%, la mejora es menor cuando son muestras cuadradas, al realizar el modelamiento una estructura y calcular la respuesta sísmica se determina que la variación es menor al 5% y no mayor, logrando una variación máxima de 3.8% en derivas y un 1.20% de variación en la fuerza cortante resistente en cada entrepiso.



Estos resultados son comparados con unos elementos que no tengan la variación en la sección producto de la ubicación de tuberías embebidas en elementos verticales sísmos resistentes de una edificación.

Palabras clave: Tuberías Embebidas, Análisis Sísmico, Rigidez Axial, Resistencia a la compresión, Cortante Basal, Derivas, Desplazamientos de entrepiso.



Abstract

In this research thesis, the theoretical explanation and application of the evaluation of the influence on the axial stiffness of circular and square cores with embedded pipes is developed. This influence was determined by carrying out laboratory work and its subsequent verification of the seismic response of a building with vertical elements with these characteristics.

The compression tests were carried out according to the regulations in the technical standard NTP 339.034 in which cylindrical and square type test specimens were used, evaluating their resistance to compression at 7 and 28 days, later the rigidity was determined axial of both circular and square specimens.

The structural models evaluated were based on the criteria and requirements established in the current Peruvian regulations on earthquake resistant design, reinforced concrete and loads (NTP E. 020, E. 030 and E. 060), the structural analysis for gravity loads and earthquake was developed in the ETABS program in its educational V.17.

Once the axial stiffness calculation was carried out, it was possible to determine the influence of axial stiffness by placing embedded pipes in the cross section in percentages of 0.4% to 4%, the variations are a maximum of 18.10% and 14.58% for circular and square sections, respectively. It was possible to determine that the influence is reduced as the percentage of section with embedded pipes is reduced, it is reduced to a greater degree when the embedded pipes are located concentrically and a surface treatment is performed.

When performing a surface treatment on PVC pipes using wire No. 16, an improvement in stiffness of 4.6% is achieved, the improvement is less when they are square samples, when modeling a structure and calculating the seismic response, it is determined that the variation is less than 5% and not more, achieving a maximum variation of 3.8% in drifts and a 1.20% variation in the resistant shear force in each mezzanine.



These results are compared with some elements that do not have the variation in the section product of the location of pipes embedded in vertical earthquake-resistant elements of a building.

Keywords: Embedded Pipes, Seismic Analysis, Axial Stiffness, Compressive Strength, Basal Shear, Drifts, Interstory Displacements.



Introducción

Una edificación es un sistema de alta complejidad, porque se encuentra conformado por otros sistemas que son pertenecientes a otras especialidades técnicas, dentro de estas tenemos a la especialidad de arquitectura, estructuras, instalación eléctricas, sanitarias, electromecánicas, electrónicas entre otros los cuales compatibilizan los elementos principales de cada especialidad.

Una de las más importantes dentro de la edificación es la especialidad de estructuras el cual comprende el dimensionamiento, análisis y diseño de elementos estructurales que garantizaran la estabilidad. Sin embargo, en muchas ocasiones estos son afectados al momento de la ejecución, alterando las secciones definidas en el diseño y análisis, la variación de las secciones de los elementos estructurales afecta el comportamiento sísmico con el que se diseñó, esta situación representa un grave problema y más en un contexto donde no se cuenta con la dirección técnica y solamente se tenga a disposición el conocimiento empírico de la mano de obra.

En nuestro país contamos con la norma E.060. CONCRETO ARMADO (2009) que afirma que: “Los ductos y tuberías, juntos con sus conexiones, embebidas en unas columnas no deben ocupar más del 4% del área de la sección transversal que se empleó para calcular su resistencia, (...)”. En edificaciones sin asesoría técnica, algunas veces, las tuberías se encuentran dentro de los elementos verticales (columnas), estas malas praxis ocasionan disminución en la sección de dicho elemento y por ende una disminución en sus propiedades mecánicas.

Por ello surge la necesidad de realizar dicha tesis para evaluar cómo afectan las tuberías embebidas en las propiedades mecánicas de los elementos de concreto y ver la evolución de la capacidad de resistencia y la rigidez a esfuerzos axiales. Se utilizará testigos circulares y cuadradas con tuberías embebidas en porcentajes de 0.4% a 4%.



Esta variación o influencia en la rigidez axial se evalúa también con la realización de un modelado estructural de una edificación en el cual se realiza un análisis sísmico y se determinara como afecta los desplazamiento, derivas y cortantes de entrepiso al asumir que en algunos elementos estructurales verticales son afectados con tuberías embebidas concéntricamente.

La investigación consta de dos partes, en la primera se determina la resistencia a compresión de los elementos con tuberías embebidas concéntricas y en diferentes disposiciones realizando un tratamiento superficial a la tubería (propiedades mecánicas), luego, se procede a verificar la variación en el comportamiento sísmicos de una edificación idealizando un modelo de diseño en el software ETABS V.17 en su versión educativa. En el capítulo I de la presente investigación se menciona los aspectos generales del proyecto, la problemática, justificaciones y los objetivos a lograr, en el capítulo II se describe el marco teórico o los aspectos teóricos en las cuales se sustenta la investigación y se determinan las hipótesis, en el capítulo III se describe la metodología y se desarrollan los procedimientos para la obtención de la variación de los parámetros mecánicos tales como la resistencia a la compresión y la rigidez axial con un determinado porcentaje de área reducida por la tubería embebida; en el capítulo IV se muestran los resultados obtenidos de la investigación, en el capítulo V se describen las discusiones, por último se presentan las conclusiones y las recomendaciones así como la relación de referencias bibliográficas utilizadas.



Índice General

| | |
|---|------|
| Dedicatoria..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimientos..... | iii |
| Resumen..... | iv |
| Abstract | vi |
| Introducción | viii |
| Índice General..... | x |
| Índice de Tablas | xv |
| Índice de Figuras..... | xxi |
| Capítulo I: Planteamiento del Problema | 1 |
| 1.1 Identificación del problema | 1 |
| 1.1.1 Descripción del problema | 1 |
| 1.1.2 Formulación del problema | 4 |
| 1.2 Justificación de la investigación | 5 |
| 1.2.1 Justificación Técnica..... | 5 |
| 1.2.2 Justificación Social..... | 6 |
| 1.2.3 Justificación por Viabilidad | 6 |
| 1.2.4 Justificación por Relevancia | 7 |
| 1.3 Limitaciones de la Investigación. | 8 |
| 1.3.1 Limitación de las Propiedades mecánicas. | 8 |



| | |
|--|----|
| 1.3.2 Limitación de normativas | 8 |
| 1.3.3 Limitación de ensayos | 9 |
| 1.3.4 Limitación de materiales | 9 |
| 1.3.5 Limitación de procedencia de datos | 10 |
| 1.4 Objetivos de la investigación | 10 |
| 1.4.1 Objetivo General | 10 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos..... | 10 |
| Capitulo II: Marco Teórico | 12 |
| 2.1 Antecedentes de la tesis | 12 |
| 2.1.1 Antecedentes a Nivel Local | 12 |
| 2.1.2 Antecedentes a Nivel Nacional..... | 14 |
| 2.2 Bases Teórico – Científicas | 16 |
| 2.2.1 El concreto..... | 16 |
| 2.2.2 Diseño de Mezcla | 25 |
| 2.2.3 Tuberías..... | 38 |
| 2.2.4 Parámetros sísmicos..... | 43 |
| 2.3 Hipótesis | 49 |
| 2.3.1 Hipótesis General..... | 49 |
| 2.3.2 Sub Hipótesis | 49 |
| 2.4 Definición de Variables | 50 |
| 2.4.1 Variables Independientes | 50 |



| | |
|--|----|
| 2.4.2 Variables Dependientes..... | 51 |
| 2.4.3 Cuadro de Operacionalización de Variables | 51 |
| Capítulo III: Metodología | 54 |
| 3.1 Metodología de la Investigación..... | 54 |
| 3.1.1 Enfoque de la investigación..... | 54 |
| 3.1.2 Nivel o Alcance de la Investigación | 54 |
| 3.1.3 Método de Investigación..... | 55 |
| 3.2 Diseño de la Investigación..... | 55 |
| 3.2.1 Diseño metodológico | 55 |
| 3.2.2 Diseño de Ingeniería | 56 |
| 3.3 Población y Muestra | 58 |
| 3.3.1 Población..... | 58 |
| 3.3.2 Muestra..... | 58 |
| 3.3.3 Criterios de Inclusión | 61 |
| 3.4 Instrumentos..... | 61 |
| 3.4.1 Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos..... | 61 |
| 3.4.2 Instrumentos de Ingeniería..... | 67 |
| 3.5 Procedimiento de recolección de datos..... | 68 |
| 3.5.1 Análisis granulométrico del agregado grueso y fino (NTP 400.012) | 68 |
| 3.5.2 Peso específico, porcentaje de absorción (NTP 400.021) y contenido de humedad de agregado grueso (NTP 339.185) | 73 |



| | |
|---|-----|
| 3.5.3 <i>Peso específico, porcentaje de absorción (NTP 400.022) y contenido de humedad de agregado fino (NTP 339.185)</i> | 77 |
| 3.5.4 <i>Peso unitario del agregado grueso (NTP 400.017)</i> | 82 |
| 3.5.5 <i>Diseño de mezclas para preparación de muestras circulares y cuadradas</i> | 85 |
| 3.5.6 <i>Resistencia a compresión de briquetas circulares y cuadradas (NTP 339.034)</i> | 92 |
| 3.6 Procedimiento de análisis de datos | 102 |
| 3.6.1 <i>Determinación de la resistencia a compresión de briquetas circulares y cuadradas</i> . | 102 |
| 3.6.2 <i>Determinación de la rigidez axial de testigos de concreto</i> | 118 |
| 3.6.3 <i>Determinación de respuesta sísmica con tuberías embebidas</i> | 126 |
| Capítulo IV: Resultados..... | 152 |
| 4.1 Resistencia a compresión promedio f^c | 152 |
| 4.1.1 <i>Elementos circulares con tubería concéntrica</i> | 152 |
| 4.1.2 <i>Elementos circulares con tubería no concéntrica</i> | 154 |
| 4.1.3 <i>Elementos cuadrados con tubería concéntrica</i> | 155 |
| 4.1.4 <i>Elementos cuadrados con tubería no concéntrica</i> | 157 |
| 4.2 Rigidez axial | 159 |
| 4.2.1 <i>Rigidez axial en elementos circulares con tubería concéntrica</i> | 159 |
| 4.2.2 <i>Rigidez axial en elementos circulares con tubería no concéntrica</i> | 161 |
| 4.2.3 <i>Rigidez axial en elementos cuadrados con tubería concéntrica</i> | 162 |
| 4.2.4 <i>Rigidez axial en elementos cuadrados con tubería no concéntrica</i> | 163 |
| 4.3 Respuesta sísmica | 164 |
| 4.3.1 <i>Derivas y desplazamientos de entrepiso</i> | 164 |



| | |
|-----------------------------------|-----|
| 4.3.2 Cortantes de entrepiso..... | 166 |
| Capítulo V: Discusión..... | 169 |
| Glosario..... | 173 |
| Conclusiones..... | 176 |
| Recomendaciones | 182 |
| Referencias..... | 184 |
| Anexo N° 1 | 187 |
| Anexo N° 2 | 191 |
| Anexo N° 3 | 196 |
| Anexo N° 4 | 198 |



Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Asentamiento Recomendados para Construcciones | 28 |
| Tabla 2 Valores Recomendados de TMN según el tipo de Construcción | 28 |
| Tabla 3 Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire..... | 29 |
| Tabla 4 Relación agua-cemento vs $f'c$ | 29 |
| Tabla 5 Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto | 30 |
| Tabla 6 Primera estimación del concreto fresco | 32 |
| Tabla 7 Límites de Granulometría para los Agregados Gruesos | 35 |
| Tabla 8 Límites de Granulometría para el Agregado Fino | 36 |
| Tabla 9 <i>Diámetros de tuberías según su clase</i> | 39 |
| Tabla 10 Coeficiente $k(n)$ del Criterio de Chauvenet | 60 |
| Tabla 11 Instrumentos de Ingeniería..... | 67 |
| Tabla 12 Análisis Granulométrico - Agregado Grueso | 71 |
| Tabla 13 Análisis Granulométrico - Agregado Fino..... | 72 |
| Tabla 14 Peso Específico, Porcentaje de Absorción de Agregado Grueso..... | 76 |
| Tabla 15 Contenido de Humedad de Agregado Grueso | 77 |
| Tabla 16 Peso Específico, Porcentaje de Absorción de Agregado Fino..... | 81 |
| Tabla 17 Contenido de Humedad de Agregado Fino..... | 81 |
| Tabla 18 Peso Unitario de Agregado Grueso..... | 84 |
| Tabla 19 Diseño y Dosificación de Muestras Cilíndricas y Cuadradas | 89 |
| Tabla 20 Espesor y Diámetro Exterior e Interior de Tuberías PVC Clase 10 | 93 |
| Tabla 21 Ubicación de Tuberías Concéntricas en Briquetas Circulares..... | 94 |
| Tabla 22 Ubicación de Tuberías No Concéntricas en Briquetas Circulares | 94 |
| Tabla 23 Ubicación de Tuberías Concéntricas en Briquetas Cuadradas | 95 |
| Tabla 24 Ubicación de Tuberías No Concéntricas en Briquetas Cuadradas..... | 95 |



| | |
|---|-----|
| Tabla 25 Resistencia a Compresión de Testigos de Concreto | 97 |
| Tabla 26 Registro de Resistencia a Compresión de Briquetas Circulares con Tubería Concéntrica | 98 |
| Tabla 27 Registro de Resistencia a Compresión de Briquetas Circulares con Tubería No Concéntrica | 99 |
| Tabla 28 Registro de Resistencia a Compresión de Briquetas Cuadradas con Tubería Concéntrica | 100 |
| Tabla 29 Registro de Resistencia a Compresión de Briquetas Cuadradas con Tubería No Concéntrica | 101 |
| Tabla 30 Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento | 103 |
| Tabla 31 Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento | 103 |
| Tabla 32 Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas con Tratamiento | 104 |
| Tabla 33 Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas con Tratamiento | 105 |
| Tabla 34 Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento | 106 |
| Tabla 35 Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento | 106 |
| Tabla 36 Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas con Tratamiento | 107 |
| Tabla 37 Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas con Tratamiento | 108 |



| | |
|--|-----|
| Tabla 38 Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento | 109 |
| Tabla 39 Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento | 109 |
| Tabla 40 Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas con Tratamiento | 110 |
| Tabla 41 Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas con Tratamiento | 111 |
| Tabla 42 Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento | 112 |
| Tabla 43 Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento | 112 |
| Tabla 44 Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas con Tratamiento | 113 |
| Tabla 45 Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas con Tratamiento | 114 |
| Tabla 46 Rigidez Axial en Espécimen Circular Patrón | 119 |
| Tabla 47 Rigidez Axial en Espécimen Cuadrado Patrón..... | 120 |
| Tabla 48 Rigidez Axial de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento | 120 |
| Tabla 49 Rigidez Axial de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento | 120 |
| Tabla 50 Rigidez Axial de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas Con Tratamiento | 121 |



| | |
|---|-----|
| Tabla 51 Rigidez Axial de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas Con Tratamiento..... | 121 |
| Tabla 52 Rigidez Axial de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas Sin Tratamiento | 122 |
| Tabla 53 Rigidez Axial de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas Sin Tratamiento..... | 122 |
| Tabla 54 Rigidez Axial de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas Con Tratamiento | 122 |
| Tabla 55 Rigidez Axial de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas Con Tratamiento..... | 123 |
| Tabla 56 Definición de Material de concreto..... | 129 |
| Tabla 57 Carga Lineal por Muro de Albañilería..... | 136 |
| Tabla 58 Carga Lineal por Muro de Albañilería en Parapeto | 137 |
| Tabla 59 Parámetros para Cortante Estática | 140 |
| Tabla 60 Derivas de Entrepiso con Columnas sin Tuberías Embebidas..... | 146 |
| Tabla 61 Desplazamiento de Entrepiso con Columnas sin Tuberías Embebidas | 147 |
| Tabla 62 Derivas de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 0.88% | 147 |
| Tabla 63 Desplazamiento de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 0.88% . | 148 |
| Tabla 64 Derivas de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 2.72% | 148 |
| Tabla 65 Desplazamiento de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 2.72% . | 149 |
| Tabla 66 Derivas de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 4.5% | 149 |
| Tabla 67 Desplazamiento de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 4.5% ... | 150 |
| Tabla 68 Fuerzas Cortantes de Entrepiso con Columnas sin Tuberías Embebidas | 150 |
| Tabla 69 Fuerzas Cortantes de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 0.72% | 151 |



| | |
|--|-----|
| Tabla 70 Fuerzas Cortantes de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 2.72% | 151 |
| Tabla 71 Fuerzas Cortantes de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 4% ... | 151 |
| Tabla 72 Resistencia promedio de Elementos Circulares con Tuberías Concéntricas | 152 |
| Tabla 73 Resistencia promedio de Elementos Circulares con Tuberías No Concéntricas ... | 154 |
| Tabla 74 Resistencia promedio de Elementos Cuadrados con Tuberías Concéntricas..... | 156 |
| Tabla 75 Resistencia promedio de Elementos Cuadrados con Tuberías No Concéntricas... | 158 |
| Tabla 76 Rigidez axial de Elementos Circulares con Tuberías Concéntricas..... | 160 |
| Tabla 77 Rigidez axial de Elementos Circulares con Tuberías No Concéntricas..... | 161 |
| Tabla 78 Rigidez Axial de Elementos Cuadrados con Tuberías Concéntricas..... | 162 |
| Tabla 79 Rigidez Axial de Elementos Cuadrados con Tuberías No Concéntricas | 163 |
| Tabla 80 Derivas de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Columnas en Dirección X-X. | 164 |
| Tabla 81 Derivas de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Columnas en Dirección Y-Y. | 164 |
| Tabla 82 Desplazamientos de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Columnas en Dirección X-X | 165 |
| Tabla 83 Desplazamientos de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Columnas en Dirección Y-Y | 165 |
| Tabla 84 Variación de Derivas y Desplazamientos Con Tuberías Embebidas en Dirección X-X..... | 166 |
| Tabla 85 Variación de Derivas y Desplazamientos Con Tuberías Embebidas en Dirección Y-Y..... | 166 |
| Tabla 86 Cortantes de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Columnas en Dirección X-X | 167 |
| Tabla 87 Cortantes de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Columnas en Dirección Y-Y | 167 |



| | |
|--|-----|
| Tabla 88 Variación de Cortantes de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Dirección X-X | 167 |
| Tabla 89 Variación de Cortantes de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Dirección Y-Y | 168 |
| Tabla 90 Influencia de las Tuberías Embebidas en Secciones Circulares la Rigidez Axial . | 176 |
| Tabla 91 Influencia de las Tuberías Embebidas en Secciones Cuadrados la Rigidez Axial | 177 |
| Tabla 92 Criterio de Exclusión de Chauvenet para Briquetas Circulares con Tubería Concéntrica | 187 |
| Tabla 93 Criterio de Exclusión de Chauvenet para Briquetas Circulares con Tubería No Concéntrica | 188 |
| Tabla 94 Criterio de Exclusión de Chauvenet para Briquetas Cuadradas con Tubería Concéntrica | 189 |
| Tabla 95 Criterio de Exclusión de Chauvenet para Briquetas Cuadradas con Tubería No Concéntrica | 190 |



Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Muros Estructurales con Tuberías Embebidas | 3 |
| Figura 2 Ubicación Nacional, Departamental y Provincial del Cusco | 4 |
| Figura 3. Relación Triangular del Concreto | 19 |
| Figura 4. Efecto de la Velocidad de Carga en la Resistencia a la Compresión del Concreto | 21 |
| Figura 5. Módulo de Elasticidad..... | 22 |
| Figura 6 Tubería incrustada verticalmente en la viga..... | 41 |
| Figura 7 Tubería embebida en la placa..... | 42 |
| Figura 8 Mapa de zonificación del Perú | 43 |
| Figura 9 Factor de zona Z..... | 44 |
| Figura 10 Clasificación de los Perfiles de Suelo | 44 |
| Figura 11 Factor de Suelo..... | 45 |
| Figura 12 Periodos T_p y T_l | 45 |
| Figura 13 Categoría de Uso | 47 |
| Figura 14 Coeficiente de Reducción sísmica y Sistemas Estructurales..... | 48 |
| Figura 15 Ficha Técnica - Granulometría de Agregado Grueso y Fino | 63 |
| Figura 16 Ficha Técnica - Peso Específico y Porcentaje de Absorción | 64 |
| Figura 17 Ficha Técnica - Contenido de Humedad de Agregado Grueso y Fino..... | 64 |
| Figura 18 Ficha Técnica - Peso Unitario Suelto, Peso Unitario Compactado y Porcentaje de Vacíos de Agregado Grueso y Fino | 65 |
| Figura 19 Ficha Técnica - Diseño de Mezclas por el Método A.C.I 211 | 66 |
| Figura 20 Equipos y Materiales para Ensayo Granulométrico | 68 |
| Figura 21 Método del Cuarteo para Agregado Grueso y Agregado Fino..... | 69 |
| Figura 22 Peso de Porcentaje Retenido de Agregado Grueso y Agregado Fino | 70 |



| | |
|---|----|
| Figura 23 Equipos y Materiales para Peso Específico, Porcentaje de Absorción y Contenido de Humedad de Agregado Grueso | 73 |
| Figura 24 Determinación del Peso Saturado con Superficie Seca | 74 |
| Figura 25 Determinación del Peso Saturado de Agregado Grueso | 74 |
| Figura 26 Determinación del Contenido de Humedad del Agregado Grueso | 75 |
| Figura 27 Peso Seco del Agregado Grueso | 76 |
| Figura 28 Equipos y Materiales para Peso Específico, Porcentaje de Absorción y Contenido de Humedad de Agregado Fino | 78 |
| Figura 29 Determinación del Peso Saturado con Superficie Seca de Agregado Fino..... | 78 |
| Figura 30 Ensayo con Molde Cónico para Agregado Fino | 79 |
| Figura 31 Uso de Fiola en Ensayo | 80 |
| Figura 32 Determinación de Contenido de Humedad de Agregado Fino..... | 80 |
| Figura 33 Equipos y Herramientas para Ensayo de Peso Unitario de Agregado Grueso | 82 |
| Figura 34 Determinación del Peso Unitario Suelto | 83 |
| Figura 35 Determinación del Peso Unitario Compactado | 83 |
| Figura 36 Equipos, Materiales y Herramientas para Elaboración de Muestras Circulares y Cuadradas..... | 85 |
| Figura 37 Consistencia de la Mezcla - Cono de Abrams..... | 86 |
| Figura 38 Preparación de Muestras Circulares para Ensayo a Compresión | 87 |
| Figura 39 Muestras Cilíndricas con Tuberías Embebidas | 87 |
| Figura 40 Muestras Cuadradas con Tuberías Embebidas..... | 88 |
| Figura 41 Procedimiento de Curado de Muestras Cilíndricas y Cuadradas | 88 |
| Figura 42 Equipos y materiales para Ensayo a Compresión | 93 |
| Figura 43 Falla de briquetas..... | 96 |



| | |
|---|-----|
| Figura 44 Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento | 104 |
| Figura 45 Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas con Tratamiento | 105 |
| Figura 46 Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento..... | 107 |
| Figura 47 Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas con Tratamiento | 108 |
| Figura 48 Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento | 110 |
| Figura 49 Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas con Tratamiento | 111 |
| Figura 50 Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento..... | 113 |
| Figura 51 Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas con Tratamiento | 114 |
| Figura 52 Distribución en Planta y Elevación | 127 |
| Figura 53 Definición de Grillas en Planta y Elevación | 128 |
| Figura 54 Definición de concreto en Software | 129 |
| Figura 55 Secciones Típicas de vigas | 130 |
| Figura 56 Secciones Típicas de Columnas | 130 |
| Figura 57 Definición de Vigas y Columnas en ETABS | 131 |
| Figura 58 Columna con Abertura de 0.88% | 132 |
| Figura 59 Columna con Abertura de 2.72% | 132 |
| Figura 60 Columna con Abertura de 4.5% | 133 |



| | |
|--|-----|
| Figura 61 Detalle de Losa Aligerada de Edificación | 133 |
| Figura 62 Detalle de Losa de Escalera de Entrepiso | 134 |
| Figura 63 Creación de Losas Aligeradas y Macizas en ETABS | 134 |
| Figura 64 Modelado de Estructura en ETABS | 135 |
| Figura 65 Definición de Patrones de Carga | 136 |
| Figura 66 Asignación de Cargas lineales..... | 137 |
| Figura 67 Asignación de Cargas Superficiales | 138 |
| Figura 68 Asignación de Brazos Rígidos en Modelo | 138 |
| Figura 69 Asignación de Diafragmas Rígidos en Modelo..... | 139 |
| Figura 70 Definición de Cortante Basal | 141 |
| Figura 71 Definición del Espectro de Respuesta | 142 |
| Figura 72 Casos de Carga | 142 |
| Figura 73 Espectro de Respuesta en Dirección X..... | 143 |
| Figura 74 Definición de Modos de Vibración | 144 |
| Figura 75 Definición de Masa o Peso de la Edificación..... | 145 |
| Figura 76 Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Circulares con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento | 153 |
| Figura 77 Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Circulares con Tuberías Concéntricas Con Tratamiento | 153 |
| Figura 78 Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Circulares con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento | 154 |
| Figura 79 Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Circulares con Tuberías No Concéntricas Con Tratamiento | 155 |
| Figura 80 Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Cuadrados con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento | 156 |



| | |
|--|-----|
| Figura 81 Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Cuadrados con Tuberías Concéntricas Con Tratamiento | 157 |
| Figura 82 Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Cuadrados con Tuberías No Concéntricas Sin Tratamiento..... | 158 |
| Figura 83 Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Cuadrados con Tuberías No Concéntricas Con Tratamiento | 159 |
| Figura 84 Comparación de Rigideces Axiales de Elementos Circulares con Tuberías Concéntricas..... | 160 |
| Figura 85 Comparación de Rigideces Axiales de Elementos Circulares con Tuberías No Concéntricas..... | 161 |
| Figura 86 Comparación de Rigideces Axiales de Elementos Cuadrados con Tuberías Concéntricas..... | 162 |
| Figura 87 Comparación de Rigideces Axiales de Elementos Cuadrados con Tuberías No Concéntricas..... | 163 |
| Figura 88 Preparación y Vaciado de Concreto en Briquetas | 191 |
| Figura 89 Codificación de Briquetas y pruebas de Resistencia..... | 191 |
| Figura 90 Modo de falla de Briquetas | 192 |
| Figura 91 Tuberías Embebidas y Preparación de Muestras..... | 192 |
| Figura 92 Vaciado de Briquetas Circulares y Curado | 193 |
| Figura 93 Desencofrado de Briquetas Circulares | 193 |
| Figura 94 Preparación de Briquetas Cuadradas | 194 |
| Figura 95 Rotura de Briquetas Con y Sin Tratamiento | 194 |
| Figura 96 Rotura de Briquetas Cuadradas | 195 |
| Figura 97 Tuberías Con Tratamiento Superficial | 195 |



Capítulo I: Planteamiento del Problema

1.1 Identificación del problema

1.1.1 Descripción del problema

En nuestro medio el crecimiento de infraestructura en la actualidad ha ido incrementándose de manera exponencial en los últimos tiempos, la ciudad de Cusco ha logrado tener un incremento en su población, los cuales demandan que las edificaciones sean de tipo unifamiliar o multifamiliar, el cual deberá de ser estéticamente visual, cumpla con las condiciones sismorresistente y sea funcional a la vez, además, toda estructura de vivienda deberá tener las instalaciones básicas tales como sanitarias y eléctricas para su funcionamiento.

Se ha podido comprobar que uno de los principales problemas al momento de la ejecución de los proyectos diseñados es la de incompatibilidad entre cada una de las especialidades, mayormente se encuentra en conflicto las especialidades de estructuras y las instalaciones sanitarias y eléctricas.

Se ha evidenciado que en cierto grado se puede aceptar que las tuberías tales como montantes y/o instalaciones dentro de las losas sean aligeradas o macizas ocupan un volumen o una alteración en las secciones de los elementos que no se consideraron en el diseño estructural, el cual ocasiona un problema al alterar el comportamiento sísmico, consecuencia de reducir el área de la sección se produce una pérdida en su rigidez por lo tanto ponemos en riesgo el mecanismo de disipación de energía, llegando a ocasionar el posible colapso de la estructura.

En nuestro país el Reglamento Nacional de Edificaciones, nos indica los criterios se deben tener en cuenta para la colocación de este tipo de instalaciones tal cual lo indica la normativa E.060 concreto armado (2009) donde afirma: “Los ductos y tuberías, juntos con sus conexiones, embebidas en columnas no deben ocupar más del 4% del área de la sección transversal que se empleó para calcular su resistencia (...)”



Sin embargo, no se informa cuáles son las disposiciones de las tuberías embebidas en las columnas, y el comportamiento mecánico que se verán afectadas si el profesional no sigue dichos criterios. Las malas prácticas constructivas, supervisión ineficiente, mano de obra no calificada, etc. influyen a que el edificio no cumpla con las normativas establecidas y se vea reflejado en su comportamiento sísmico.

Además, al considerar que la edificación depende en cierto grado a la distribución arquitectónica se encuentran casos en la cual el proyectista no puede realizar falsas columnas o columnetas u otro medio sin quitar área de funcionalidad para el diseño arquitectónico es más probable la ubicación de tuberías embebidas en elementos verticales cuyo comportamiento sísmico es de vital importancia al comportamiento global de la edificación.

Este problema no solo se evidencia en sistemas estructurales de concreto tales como pórticos, duales o muros estructurales, es también evidenciado en el planteamiento de estructuras donde prima el sistema estructural de albañilería sea esta armada o confinada, en el cual nos da disposiciones especiales en caso de encontrarse con montantes los cuales deberán de tener obligatoriamente un elemento externo a la estructura, es decir no portante, el cual servirá de confinamiento.

Es en este sentido la presente investigación busca evaluar la variación o la influencia de la rigidez axial de elementos verticales en relación directa con el área de sección de tuberías colocadas en los ensayos o unidades de prueba, en el cual se determina la variación de resistencia y en casos que exceda al porcentaje máximo permitido.

En la ciudad del Cusco existen edificaciones con tuberías embebidas en las columnas, por lo cual no es un tema ajeno a nuestro medio, además, al considerar que la mayoría de estos proyectos no son realizados bajo una dirección técnica el riesgo de incurrir en estos errores son mayores.



Figura 1

Muros Estructurales con Tuberías Embebidas



Fuente: Propia

1.1.1.1 Ubicación Geográfica

El estudio de investigación se desarrolla en el siguiente espacio territorial.

Departamento : Cusco.

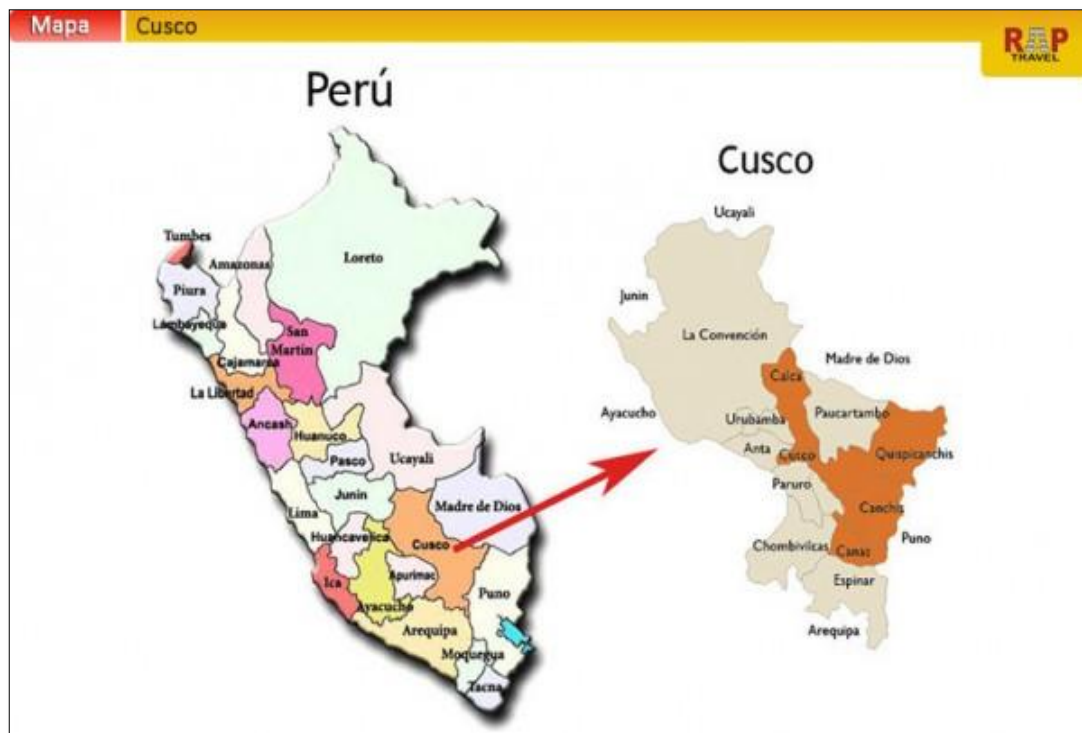
Provincia : Cusco.

Altitud media : 3352 msnm.

Temperatura media : 12 °C.

Figura 2

Ubicación Nacional, Departamental y Provincial del Cusco



Fuente: (<http://www.intiraymi.org/mapas-de-cusco-ubicacion-de-la-ciudad-del-cusco>, s.f.)

1.1.1.2 Ubicación temporal

El estudio de investigación se desarrolla en el periodo 2021

1.1.2 Formulación del problema

1.1.2.1 Formulación interrogativa del Problema General

¿Cuál es la influencia de las tuberías embebidas en porcentajes de 0.4% a 4% en la rigidez axial de testigos de concreto de sección cuadrada y circular sometidos a esfuerzo de compresión?

1.1.2.2 Formulación de los Problemas Específicos

- **Problema Específico N° 01:**

¿Cuál es la influencia de la ubicación de tuberías en la rigidez axial sometido a esfuerzo de compresión de testigos de concreto de sección cuadrada y circular?



- **Problema Específico N° 02:**

¿Cuál es la influencia de la rigidez axial de los testigos de concreto de sección cuadrada y circular con tuberías embebidas en su sección transversal en porcentaje de 0.4% a 4%?

- **Problema Específico N° 03:**

¿Cuál es el tipo de testigo entre cuadrado y circular que evidencia una mayor modificación de la rigidez respecto a un testigo de sección completa para los diferentes porcentajes evaluados?

- **Problema Específico N° 04:**

¿Cuál es la influencia del tratamiento superficial a las tuberías embebidas en la rigidez de los testigos circulares y cuadrados?

- **Problema Específico N° 05:**

¿Cómo varía la respuesta sísmica en una edificación con elementos verticales con tuberías embebidas concéntricamente en su sección transversal en porcentaje de 0.4% a 4%?

1.2 Justificación de la investigación

1.2.1 Justificación Técnica

La investigación se justificará desde la perspectiva técnica, ya que en el desarrollo de la presente investigación se investigará y consolidará aspectos teóricos realizados en las especialidades de tecnología de concreto, concreto armado y sismo resistencia.

La investigación se desarrolla dentro de la especialidad de resistencia de materiales, analizando y determinando cual es la variación de los parámetros mecánicos en caso de encontrarse tuberías embebidas dentro de los elementos estructurales; se encuentra también, como complemento, dentro de la especialidad de la ingeniería sismo resistente al evaluar la variación de los respuesta sísmicos en caso de encontrarse con tuberías embebidas ubicados concéntricamente en un elemento estructural afectando su sección resistente (A_g – sección bruta) y la resistencia a la compresión (f'_c).



Actualmente en el Perú el tema de tuberías embebidas en columnas, no es un tema tomado en cuenta al realizar el diseño estructural de una edificación, no se mencionan como afectan en la capacidad resistente de dicho elemento estructural (columna) ni cómo influye en la rigidez axial.

Al no contar con una referencia exacta en el RNE del grado de la variación que ocasionan estas tuberías de ser colocados en elementos verticales y como afectan a su comportamiento mecánico, genera una incertidumbre en cierto grado y lo que requiere que muchas investigaciones sigan en desarrollo para actualizar la normativa y tener algún tipo de certeza al momento de encontrarse en ejecución de algún proyecto que tenga estas características analizadas en la presente investigación.

1.2.2 Justificación Social

La presente investigación tendrá una justificación social debido a que podrá ser utilizado como base para futuras investigaciones, los principales beneficiarios con el desarrollo de la presente tesis serán los estudiantes de la Universidad Andina del Cusco y de otras universidades del país, profesionales relacionados a la rama estructural, personal obrero y personas dedicadas al sector de la construcción.

Además, esta investigación tendrá una importancia en el conocimiento de ingenieros en ejercicio de sus funciones al tener un documento de referencia para la toma de decisiones en situaciones donde las instalaciones eléctricas, sanitarias entre otras necesiten encontrarse dentro de algún elemento, además de tener en referencia en que porcentaje puede afectar a las propiedades mecánicas.

1.2.3 Justificación por Viabilidad

La presente investigación es viable y factible, ya que se dispone de los recursos necesarios para llevar a cabo el estudio como se detalla en el presente, en cuanto a los reglamentos y equipos necesarios para su evaluación, los investigadores disponen de:



- Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado
- Norma Técnica Peruana (NTP) para los ensayos de laboratorio
- Equipos e instrumentos de laboratorio
- Materiales (cemento, agregados, tuberías)

En cuanto a los investigadores se tiene:

- Recursos Humanos (conocimiento, equipos de protección, asesoría docente)
- Financiamiento

Se realiza la evaluación de la influencia de las tuberías embebidas en la rigidez axial de testigos circulares y cuadrados, bajo dos análisis:

- Análisis en laboratorio
- Análisis matemático (hojas de cálculo)

Para el análisis de la respuesta sísmica y la evaluación de la variación de las propiedades mecánicas se dispone:

- Modelado estructural a través del software computarizado ETABS 2017 (versión educativa).

1.2.4 Justificación por Relevancia

El estudio será de relevante importancia ya que afianzará los conocimientos adquiridos en los años de formación universitaria, también nos permitirá determinar la influencia de la rigidez axial de testigos circulares y cuadrados con tuberías embebidas.

La presente investigación permitirá profundizar este tema y aplicarlo en la práctica profesional. Asimismo, es relevante puesto que no es un tema ajeno a nuestra realidad el tema de tuberías embebidas en elementos de concreto.

Se tiene también en consideración la aplicación de esta variación de características mecánicas en un análisis sísmico de una edificación logrando verificar y determinar la variación de la respuesta sísmica y poder evaluar el impacto que se generan por las tuberías embebidas.



1.3 Limitaciones de la Investigación.

1.3.1 Limitación de las Propiedades mecánicas.

Esta investigación se limitó a una evaluación de las propiedades mecánicas de la resistencia a la compresión, el ensayo se realizó a los 7 y 28 días de preparada las muestras o probetas evaluadas en el laboratorio; además, con estos resultados es posible evaluar la rigidez axial de los testigos circulares y cuadrados.

1.3.2 Limitación de normativas

La presente investigación se limitó al uso de las siguientes normas

- Norma Técnica Peruana E. 020 “Cargas”; el cual sirvió para realizar el análisis de metrado de cargas muertas y vivas, además de los pesos específicos unitarios, para las cargas en el modelado estructural.
- Norma Técnica Peruana E. 030 “Diseño sismorresistente - 2018”; el cual sirvió para realizar el análisis sísmico estático y dinámico.
- Norma Técnica Peruana E. 060 “Concreto Armado”; el cual sirvió para realizar la evaluación de los porcentajes de las tuberías y los límites inferiores y superiores según indica la normativa en función del área de la tubería embebida.
- Norma Técnica Peruana NTP 339.034 el cual sirvió para realizar los ensayos de determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
- Norma Técnica Peruana NTP 339.185 el cual sirvió para realizar los ensayos de determinación del contenido de humedad de los agregados gruesos y finos que componen la mezcla de concreto.
- Norma Técnica Peruana NTP 400.012 el cual sirvió para realizar los ensayos de granulometría en la caracterización de los agregados.
- Norma Técnica Peruana NTP 400.017 el cual sirvió para realizar el ensayo para la determinación del peso unitario del agregado grueso.



- Norma Técnica Peruana NTP 400.021 el cual sirvió para realizar los ensayos de peso específico de agregado grueso, y la NTP 400.022 el cual tiene los lineamientos para la determinación del peso específico de agregado fino.
- En cuanto al diseño de mezclas se determinó la cantidad de cada componente de concreto bajo los lineamientos de la metodología del ACI 211.1
- Por último, se utilizó la norma Técnica Peruana NTP 339.034 para los lineamientos del ensayo a compresión de briquetas o testigos de concreto a los 7 y 28 días.

1.3.3 Limitación de ensayos

La presente investigación se limita al uso de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales propuestos ensayados, tales como:

- Resistencia a la compresión del concreto f'_c determinado por los ensayos de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas y cuadradas con tuberías embebidas.
- Se realizó el diseño de mezclas para una resistencia de 210 Kgf/cm².
- El diseño de mezclas de probetas se realizó con el método del ACI, cumpliendo con la dosificación mínima para determinar la resistencia requerida.
- Se realizó un tratamiento superficial a la tubería de PVC para mejorar la adherencia a la tubería colocando alambre N°16 en forma circular tal como se muestra en el registro fotográfico en el anexo N°2 de la presente investigación.

1.3.4 Limitación de materiales

La presente investigación se limita al uso de los siguientes materiales, se anexa ficha técnica de los materiales usados en el anexo N°4 de la presente investigación:

- Para la mezcla de concreto se realizó con cemento tipo IP marca Yura con un peso específico de 2.85 gr/cm³.



- El alambre utilizado para realizar el tratamiento superficial a la tubería de PVC mejorando la adherencia entre los elementos se utilizó Alambre Negro Recocido N°16 con un diámetro de 1.65 mm, proveniente de la fábrica de aceros Arequipa.
- En cuanto a la tubería se utilizó elementos de clase 10 con diámetros de ½”, 1” y 1 1/4”, la tubería es de marca PAVCO.

1.3.5 Limitación de procedencia de datos

En cuanto a la determinación de la resistencia a la compresión de los testigos de concreto, la investigación se limita a los resultados obtenidos de los ensayos en laboratorio de la rotura a los 7 y 28 días de 150 muestras. La rigidez axial es obtenida mediante formulas que relacionan las dimensiones de modulo de elasticidad, longitud y sección transversal.

Es de importancia mencionar que los datos y resultados correspondientes a la determinación de la respuesta sísmica proceden de un modelamiento realizado en el software ETABS V. 2017 donde se proporcionó información que se obtuvo de los planos de una vivienda unifamiliar. Se obtuvo los planos estructurales de una edificación de procedencia de la labor de uno de los investigadores.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la influencia de las tuberías embebidas en porcentajes de 0.4% a 4% en la rigidez de testigos de concreto de sección cuadrada y circular sometidos a esfuerzo axial de compresión.

1.4.2 Objetivos Específicos

- **Objetivo Específico N° 01:**

Determinar la influencia de la ubicación de las tuberías en la rigidez axial sometido a esfuerzos de compresión de testigos de concreto de sección cuadrada y circular.



- **Objetivo Específico N° 02:**

Calcular la influencia de la rigidez axial en testigos de concreto de sección cuadrada y circular con tuberías embebidas en su sección transversal en porcentaje de 0.4% a 4%

- **Objetivo Específico N° 03:**

Analizar el tipo de testigo entre cuadrado y circular que evidencia una mayor modificación de la rigidez respecto de la rigidez de un testigo de sección completa para diferentes porcentajes evaluados.

- **Objetivo Específico N° 04:**

Evaluar la influencia del tratamiento superficial a las tuberías embebidas en la rigidez de los testigos circulares y cuadrados.

- **Objetivo Específico N° 05:**

Determinar la variación de la respuesta sísmica en una edificación con elementos verticales con tuberías embebidas concéntricamente en su sección transversal en porcentaje de 0.4% a 4%



Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la tesis

2.1.1 Antecedentes a Nivel Local

A Antecedente N° 1

- Título: “Determinación de las magnitudes de fuerza cortante, resistencia a fuerza cortante y modo de falla a flexión de viguetas de concreto armado con tuberías embebidas de 1” y 2”. Cusco - 2018”
- Tipo : Tesis de pregrado
- Universidad: Universidad Andina del Cusco
- Lugar : Cusco – Perú
- Autores : Bach. Elvis Anco Apaza y Bach. Joel Vidmar Mamani Alvarez
- Fecha : 2018

Resumen:

La investigación tuvo como objetivo principal, analizar el porcentaje de diferencia de las magnitudes de las propiedades mecánicas: Fuerza cortante actuante, resistencia a fuerza cortante a lo largo del eje longitudinal y como es el modo de falla sujeto a flexión, de una vigueta de concreto armado con dosificación estándar $f'c=210\text{Kg/cm}^2$, respecto a una vigueta de concreto armado con tubería embebida PVC SAP de 1" y 2" con tratamiento y sin tratamiento superficial, evaluada a los 14 y 28 días. Se realizaron probetas cilíndricas (briquetas) y prismáticas (viguetas) de concreto, curadas en un periodo de 14 y 28 días

Conclusiones:

La tesis concluye que las viguetas de concreto armado embebidos con tubería PVC SAP de 1" y 2" tienen una reducción en las magnitudes de sus propiedades mecánicas, respecto a la vigueta de concreto armado patrón con dosificación estándar. Afirmando que se obtuvo una reducción en la resistencia a fuerza cortante sujeta a flexión menor al 5.00% Y 18.00% para las



viguetas de concreto armado embebido con tubería de 1” y 2” respectivamente, respecto a la vigueta de concreto armado patrón.

Aporte:

Esta investigación ayudo a verificar la reducción de las propiedades mecánicas de los elementos estructurales afectados por una reducción de área y por lo tanto en sus propiedades mecánicas, también se tuvo un aporte de la metodología de los ensayos en briquetas a los 7 y 28 días logrando determinar la variación de las propiedades mecánicas.

B Antecedente N° 2

- Título: “Evaluación de la Modificación de las Capacidades Resistentes a Compresión, Flexión y Corte en Columnas y Vigas debido a la perdida de integridad en la sección transversal, por el paso de tuberías embebidas e insertadas”
- Tipo : Tesis de pregrado
- Universidad: Universidad Andina del Cusco
- Lugar : Cusco – Perú
- Autores : Bach. Hortencia Susana Surco Cuentas
- Fecha : 2015

Resumen:

La investigación realizo una evaluación de la resistencia a compresión, flexión y corte en columnas y vigas con datos de una edificación real, mediante la aplicación de formulaciones teóricas propuestas para dichos casos y modelos matemáticos asistido por software para complementar el análisis estructural.

Conclusiones:

Se logró comprobar la hipótesis general que dice “A partir del análisis de tuberías presentes en el elemento estructural, podemos afirmar la disminución de las capacidades



resistente en elementos estructurales de concreto amado de tipo viga – columna, contrastando los porcentajes prescritos en el Reglamento Nacional de Edificaciones”. Al realizar el análisis analítico se logró verificar que los elementos estructurales pierden el potencial resistente al alojar una tubería en su sección transversal, y las principales capacidades que se alteran en los elementos analizados (viga – columna).

Aporte:

Esta investigación contribuyo a un respaldo técnico de la realización o uso de modelos matemáticos asistidos por softwares convencionales para lograr determinar la variación del comportamiento sísmico de una edificación cuando en algunos elementos estructurales se determina una variación por la colocación de tuberías embebidas.

2.1.2 Antecedentes a Nivel Nacional

A Antecedente N° 1

- Título: “Influencia del empotramiento de tuberías sobre el comportamiento estructural de losas aligeradas”
- Tipo : Tesis de pregrado
- Universidad: Universidad Privada Antenor Orrego
- Lugar : Trujillo – Perú
- Autores : Bach. Elizabeth Cecilia Angulo Ruiz y Bach. Jenny Isabel Rodríguez Bocanegra
- Fecha : 2017

Resumen:

El objetivo principal de esta investigación es poder observar y analizar el comportamiento estructural que presenta una losa aligerada sin tubería con otra losa aligerada que presenta tubería embebida en concreto. Para lo cual se desarrollaron probetas de losas con las dimensiones adecuadas para que pudieran ingresar en la máquina artesanal existente, ya que



no existe ninguna normal para los ensayos de losas aligeradas, se adecuo, realizando un ensayo en la cual se midió la deformación de las probetas de losas y a su vez la fuerza que se aplicó a cada losa

Conclusiones:

La tesis concluye que, mediante los ensayos realizados a las muestras, las losas aligeradas pierden en un alto grado su porcentaje de rigidez cuando se empotra tuberías, al comparar su comportamiento estructural la losa aligerada sin tubería pierde un 12.43% de su rigidez a la flexión al tener una tubería paralela, mientras que se pierde un 28.64% de rigidez a la flexión al tener una tubería en sentido perpendicular a las viguetas

Aporte:

Esta investigación apporto con su método de ensayo para determinar la variación de rigidez a la flexión en viguetas de concreto, además, se realizó la comprobación de la resistencia mediante hojas de cálculo logrando determinar dicho porcentaje de resistencia.

B Antecedente N° 2

- Título: “Evaluación sísmica del reforzamiento estructural con muros de concreto armado con fines de ampliación de la casa de la mujer Florencia de mora con la norma E030 – 2018 en el departamento de la Libertad”
- Tipo : Tesis de pregrado
- Universidad: Universidad Ricardo Palma
- Lugar : Lima – Perú
- Autores : Bach. Jose Carlos Huanca Llamo y Bach. Yerson franchises terrones Gallegos
- Fecha : 2019

Resumen:



La investigación tuvo como objetivo el reforzamiento de una edificación de 3 pisos construido parcialmente en la ciudad de La Libertad para ampliar a 5 niveles, el objetivo principal planteado fue reforzar la estructura con muro de corte para lograr un mejor comportamiento estructural de la edificación acorde a la norma E030-2018, debido a que la estructura existente fue diseñada con una norma de la época, actualmente no cumple con las exigencias y parámetros de diseño que exige la norma E030-2018, se realizó la evaluación de la estructura existente, en donde quedo demostrado que no cumplía con lo exigido en la norma E030-2018.

Conclusiones:

La tesis concluye que al realizar el análisis sísmico estático y dinámico se obtuvo como desplazamiento máximo 0.03 en dirección X y 0.01 en dirección Y, ambos superiores a lo especificado en la norma E030-2018, esto quiere decir que la estructura requiere de un reforzamiento estructural. Al incluir muros de corte en la ampliación de la estructura se obtuvo como resultado un sistema de muros estructurales ya que los muros absorben 97% de la fuerza cortante en X y un 89% de fuerza cortante en Y, esto quiere decir que es mayor al 70% del cortante en la base, según lo especificado en la norma E030-2018.

Aporte:

Esta investigación apporto con el desarrollo del análisis sísmico de una edificación, donde se obtuvieron la respuesta sísmica de la edificación, tales como cortantes basales, derivas y desplazamientos aplicando la normativa E030-2018.

2.2 Bases Teórico – Científicas

2.2.1 El concreto

Rivva (2014) indica que “el concreto es un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado llamado agregado”. (p.11)



Gonzáles (2014) afirma que el concreto “es un material pétreo que se genera de forma artificial a través de la mezcla de cemento, agregados y agua, el cual al secarse o fraguarse se comporta como un solo elemento sólido, de características similar a los elementos pétreos”.

De los autores previamente citados afirmamos que el concreto es una mezcla del cemento el cual al adicionar con agua se transforma en una especie de pasta ligante y que al agregar agregados con diferentes características se produce el denominado concreto, que es un material utilizado para la construcción de diferentes obras civiles en la actualidad.

2.2.1.1 Componentes del Concreto

2.2.1.1.1 *Cemento*

El componente principal del concreto es el cemento tal cual lo indica el autor Enrique Rivva (2014) además menciona que “es el componente más activo del concreto debido a que actúa como un ligante entre los agregados pétreos y la pasta, en síntesis, que las propiedades y características del concreto dependerán de las características de los materiales componentes”.

Para Harmsen (2017) afirma que:

El cemento se obtiene de la pulverización del denominado Clinker el cual es producido por la calcinación hasta la fusión de materiales calcáreos y arcillosos el cual se puede encontrar en diferentes tipos los cuales se utilizan según el contexto del diseño y de la ubicación de la obra civil.

Porrero, Ramos, Grases y Gilberto (2014) mencionan que:

Aproximadamente un 80% del peso del concreto se encuentra compuesto de partículas de origen pétreo o agregados, por esta razón la calidad de los materiales es decisiva en la mezcla del concreto, por esta razón, se asume que el cemento es un componente que al combinarse con el agua se produce una pasta ligante, además, es el componente que permite el endurecimiento y la obtención de bloques de concreto.



Harmsen (2017) considera que actualmente se utilizan los siguientes tipos de materiales con las siguientes características:

- Tipo I, de uso general y sin propiedades especiales
- Tipo II, de moderado calor de hidratación y alguna resistencia a los sulfatos
- Tipo III, de resistencia temprana y elevado calor de hidratación
- Tipo IV, de bajo calor de hidratación
- Tipo V, de alta resistencia al ataque de sulfatos

2.2.1.1.2 Agregados

Rivva (2014) define así:

Al conjunto de partículas de origen inorgánico, natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados para la obtención de una determinada resistencia, ocupa una fracción de por lo menos $\frac{3}{4}$ del total de volumen de concreto. Es un componente directamente relacionado con las propiedades mecánicas del concreto, exclusivamente de su resistencia y durabilidad.

Ortega (2015) hace mención que:

Los agregados se clasifican básicamente en dos tipos: agregados gruesos o grava y agregados finos o arenas, los mismos que en conjunto ocupan aproximadamente del 70 al 75% del volumen de la masa endurecida, además, la resistencia y economía del concreto es consecuencia directa de la mejor compactación que los agregados, siendo fundamental la granulometría.

2.2.1.1.3 Agua

Harmsen (2017) afirma que:

El agua empleada en la mezcla debe ser lo más limpia posible, deberá ser libre de agentes externos que afecten su pureza tales como aceites, ácidos, sales y materias



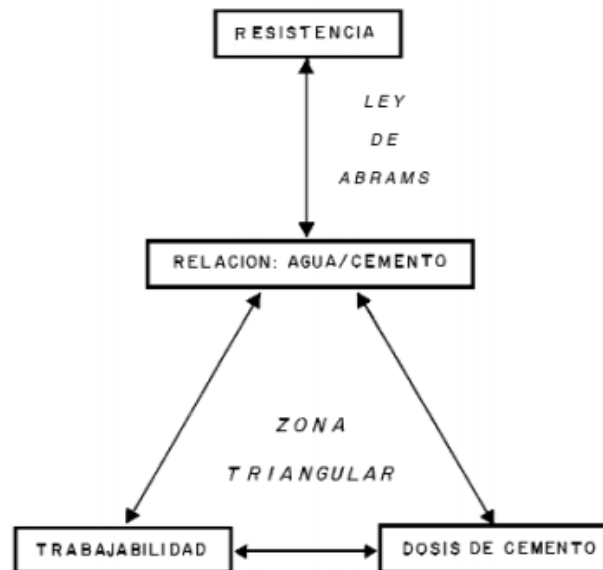
orgánicas. Generalmente, el agua potable es adecuada para el concreto. Su función principal es la de hidratar el cemento y dar la mejor trabajabilidad al concreto.

Porrero, Ramos, Grases y Gilberto (2014) menciona que:

Se deberá de buscar una adecuada relación entre los componentes del concreto para lograr una adecuada resistencia buscando el equilibrio entre la trabajabilidad y la dosificación de los materiales. Tal cual se muestra en el siguiente esquema:

Figura 3.

Relación Triangular del Concreto



Fuente: (Porrero, Ramos, Grases, & Gilberto, 2014, pág. 39)

Del anterior esquema y citando a los autores que definen los componentes principales del concreto sintetizamos, que la resistencia de las propiedades mecánicas del concreto se encuentra directamente proporcional con la calidad y características del los agregados sean estos finos o gruesos y que el principal factor es la granulometría, además, es de gran importancia la relación del agua en la mezcla, ya que es directamente proporcional a la trabajabilidad, sin embargo es indirectamente proporcional a la resistencia del concreto, por lo tanto, este componente será el de mayor influencia en términos de ejecución de cualquier superficie o volumen de concreto.



2.2.1.2 Propiedades mecánicas del Concreto

2.2.1.2.1 Resistencia a compresión del concreto

Ortega (2015) afirma que:

En materiales como el concreto, se utilizan básicamente para resistir esfuerzos de compresión, por lo tanto, es importante conocer el comportamiento bajo una relación de esfuerzo – deformación. La pendiente de la parte inicial recta de las curvas, que para diferentes concretos.

Nilson (2012) manifiesta que:

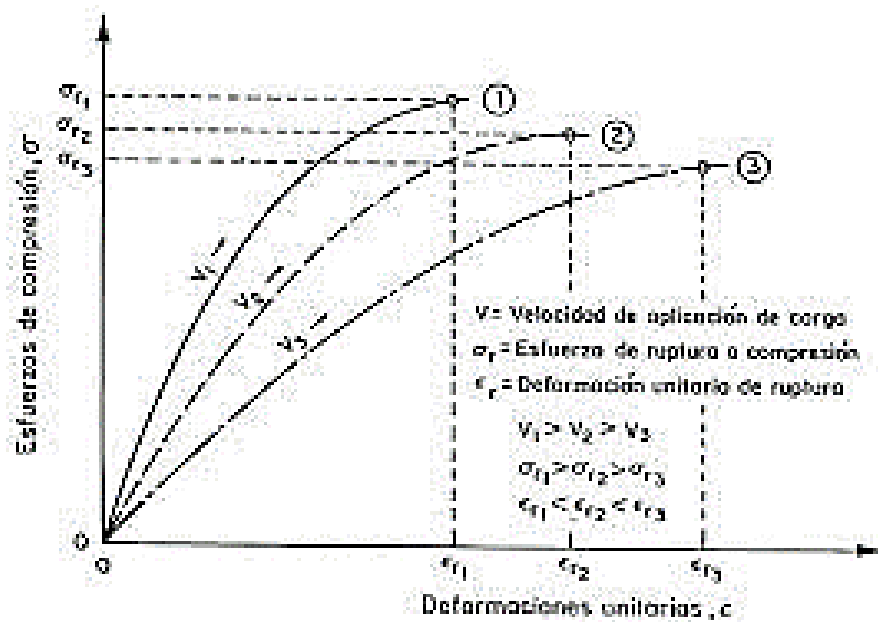
El comportamiento de una estructura bajo esfuerzos depende directamente del grado de la relación esfuerzo y la deformación que este produce, debido a que el concreto se utiliza principalmente en compresión, resulta de interés vital la curva esfuerzo – deformación, este se obtiene a través de mediciones apropiadas a la deformación unitaria aplicada a cilindros

Para Harmsen (2017)

La resistencia a compresión se muestra en la curva esfuerzo – deformación el cual tiene una variación de acuerdo a la velocidad de carga, si la velocidad de carga es alto, la resistencia máxima obtenida es mayor que si la carga se incrementa a una menor razón. Este efecto debe tenerse presente cuando se analice los resultados de laboratorio

Figura 4.

Efecto de la Velocidad de Carga en la Resistencia a la Compresión del Concreto



Nota: (Noel, 2015)

2.2.1.2.2 Ensayo de resistencia a la compresión

Según el Manual de Ensayo de Materiales por parte del ministerio de transportes y comunicaciones (2016) indica lo siguiente al respecto del ensayo de resistencia a la compresión.

Alcance

El ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a cilindros moldeados o a núcleos, a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

Equipos

Máquina de Ensayo: La máquina de ensayo debe ser de un tipo tal, que tenga suficiente capacidad de carga y que reúna las condiciones de velocidad. Se hará una verificación de la



calibración de la máquina de ensayo de acuerdo con la norma ASTM E-4. "Práctica para la verificación de la carga de las máquinas de Ensayo"

Muestra

Las muestras no se deben ensayar si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro en más de 2%.

Procedimiento

El ensayo de compresión de muestras curadas en agua se debe hacer inmediatamente después de que éstas han sido removidas del lugar de curado.

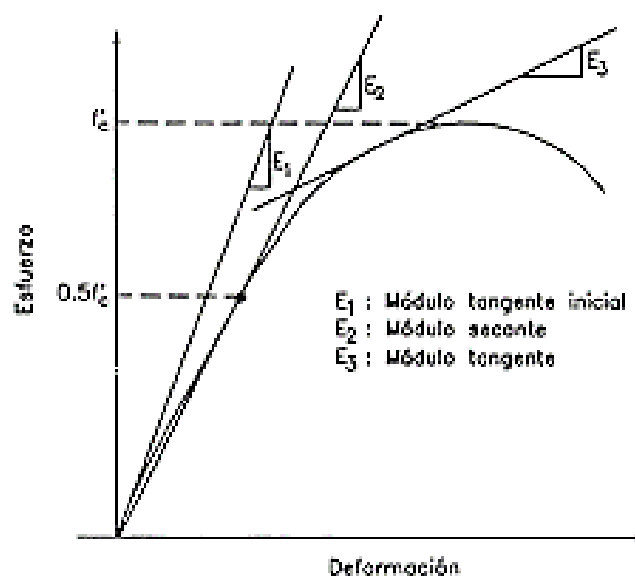
Las muestras se debe n mantener húmedas utilizando cualquier método conveniente, durante el período transcurrido desde su remoción del lugar de curado hasta cuando son ensayadas. Se deberán ensayar en condición húmeda.

2.2.1.2.3 *Módulo de Elasticidad*

Para Harmsen (2017) "es un parámetro que permite la medición del esfuerzo en relación a la deformación solo en rango elástico".

Figura 5.

Módulo de Elasticidad



Fuente: (Harmsen, 2017)



Según el autor se sugiere emplear la siguiente fórmula de acuerdo al reglamento del ACI 318-18 en su ecuación N° 19.2.2.1a:

$$E_c = 0.14 w^{1.5} \sqrt{f'_c} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

E: Modulo de elasticidad del concreto (Kgf/cm²)

W: Peso unitario del concreto en Kgf/m, solamente es válido si este parámetro se encuentra entre 1440 y 2480 Kgf/m

f'c: Resistencia a la compresión del concreto (Kgf/cm²)

Por otro lado, la normativa E.060 del reglamento nacional de edificaciones en el punto 8.5 la ecuación 8-2 nos indica, que el módulo de elasticidad para un concreto puede ser relacionado directamente con la resistencia a compresión a través de:

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) \dots \dots \dots (2)$$

2.2.1.2.4 Rigidez axial

Para Quispe (2015)

La rigidez es la fuerza o momento necesario para producir un desplazamiento o rotación unitaria en la dirección de la fuerza aplicada, este factor se encontrará definido por el área de la sección transversal del elemento sometido a esfuerzos axiales, así como el módulo de elasticidad y la longitud del elemento. (p.22)

$$K = \frac{A \cdot E}{L} \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

K: Rigidez axial (Kgf.cm)

A: Área de sección (cm²)

E: Modulo de elasticidad (Kgf/cm²)



L: Longitud del elemento (cm)

2.2.1.2.5 Adherencia

Dominguez (2013) se refiere:

Al fenómeno físico entre el concreto y las corrugaciones entre el acero de refuerzo, este efecto permite la continuidad y transferencia de fuerzas y esfuerzos resistentes entre los dos cuerpos, con este efecto se asegura un comportamiento global o unitario del elemento.

Según Prieto (2014) menciona que:

Este fenómeno depende de al menos 02 factores, las acciones externas y las condiciones de contorno, la adherencia se activa por la superficie de contacto entre la armadura y el hormigón, es decir, que el mecanismo de comportamiento se divide en la adhesión, la fricción y corruga, el primero se activa con deslizamientos de la armadura, el segundo se basa en la presión de confinamiento y el ultimo basado en las disposiciones de corrugación en el elemento.

En síntesis, el efecto de adherencia depende del área de contacto entre el elemento interior y el concreto, mientras mayores sean las superficies se mejorará significativamente el comportamiento uniforme y la transferencia de esfuerzos de manera global de la estructura.

2.2.1.3 Dosificación del concreto

Nilson (2012) menciona que:

Para lograr una adecuada resistencia la mezcla compuesta por el cemento y agregados se dosifican de manera que el concreto tenga manejabilidad apropiada para su vaciado, mientras mejor sea la gradación de los agregados, es decir, mientras sea el menor volumen de vacíos menor será la pasta de cemento necesaria para llenarlos.



Para el autor previamente citado la dosificación del concreto es un cálculo matemático que se basa en pruebas anteriores para lograr determinar las cantidades exactas para lograr una determinada resistencia a compresión del concreto.

De acuerdo a Bolivar, (2006)

La dosificación o diseño de mezclas consiste en optimizar la cantidad de los componentes según las características y propiedades que estos tengan, los cuales se ajustan a cada caso específico habiendo escogido materiales de un lugar determinado, por lo tanto, se tienen múltiples métodos para lograr una determinada resistencia a la compresión

2.2.2 *Diseño de Mezcla*

Rivva (2014) menciona que:

Los siguientes pasos se consideran fundamentales en el proceso de selección de las proporciones de la mezcla para poder lograr alcanzar las propiedades deseadas en resistencia a la compresión, la secuencia de pasos es el siguiente:

- Seleccionar la resistencia promedio requerida, se deberá tener en cuenta la desviación estándar y el coeficiente de variación de resultados previos.
- Seleccionar, en función de las características del elemento estructural y del sistema de colocación del concreto, el tamaño máximo nominal del agregado grueso
- Elegir la consistencia de la mezcla y expresarla en función del asentamiento de la misma. Se tendrá en consideración, entre otros factores, la trabajabilidad deseada, las características de los elementos estructurales y las facilidades de colocación y compactación del concreto.
- Determinar el volumen de agua de mezclado por unidad de volumen del concreto, considerando el tamaño máximo nominal del agregado grueso, la consistencia deseada y la presencia de aire incorporado o atrapado en la mezcla



- Determinar el porcentaje de aire atrapado o del aire total, según se trate de concretos normales o de concretos en los que expresamente, por durabilidad, se ha incorporado mediante un aditivo
- Seleccionar la relación de agua /cemento requerida para la obtención de la resistencia deseada en el elemento. Se tendrá en consideración la resistencia promedio seleccionada y la presencia o ausencia de aire incorporado.
- Seleccionar la relación agua/cemento requerida por condición de durabilidad. Se tendrá en consideración agentes externos e internos que podrían atentar contra la vida de la estructura
- Seleccionar la menor de las relaciones agua/cemento elegidas por resistencia y durabilidad, garantizando con ello que se obtendrá en la estructura la resistencia en compresión necesaria y durabilidad requerida
- Determinar el factor cemento por unidad cubica de concreto, en función del volumen unitario de agua y de la relación agua/cemento seleccionado
- Determinar las proporciones relativas de los agregados fino y grueso. La selección de la cantidad de cada uno de ellos en la unidad cubica de concreto está condicionada al procedimiento de diseños seleccionado
- Determinar, empleando el método de diseño seleccionado, las proporciones de la mezcla, considerando que el agregado está en estado seco y que el volumen unitario de agua no ha sido corregido por humedad del agregado.
- Corregir dichas proporciones en función del porcentaje de absorción y el contenido de humedad de los agregados fino y grueso
- Ajustar las proporciones seleccionados de acuerdo a los resultados de los ensayos en la mezcla realizados en el laboratorio
- Ajustar las proporciones finales de acuerdo a los resultados de los ensayos realizados bajo condiciones de obra.



2.2.2.1 Método A.C.I 211.1

Para Huerta (2004)

El método A.C.I. es un método de proporcionamiento utilizado para lograr una resistencia a la compresión del concreto a través de un diseño de mezclas; el principio básico tiene como objetivo la de medir en peso y volumen cada uno de los componentes del concreto tal como el cemento, agua, arena y grava. El A.C.I 211.1 resume el procedimiento de diseño de mezclas de concreto, en 9 pasos que son:

- Elección del revenimiento o asentamiento
- Elección del tamaño máximo de agregado
- Cálculo del agua de mezclado y el contenido de aire
- Selección de la relación agua- cemento
- Cálculo del contenido de cemento
- Estimación del contenido de agregado grueso
- Estimación del contenido de agregado fino
- Ajuste por humedad del agregado
- Ajustes en las mezclas de prueba

Paso 1: Elección del revenimiento

Huerta (2004) indica que “los rangos del revenimiento que se muestran son aplicables cuando se emplea el vibrado el concreto. Se muestra a continuación en la tabla 1 los valores a utilizar”.



Tabla 1

Asentamiento Recomendados para Construcciones

| TIPO DE CONSTRUCCIÓN | MÁXIMO | MÍNIMO |
|---|--------|--------|
| Zapatas y Muros de cimentación reforzados | 3" | 1" |
| Zapatas simples, cajones y muros de subestructura | 3" | 1" |
| Vigas y Muros reforzados | 4" | 1" |
| Columnas de edificios | 4" | 2" |
| Pavimentos y losas | 3" | 1" |
| Concreto Ciclópeo | 2" | 1" |

Fuente: (Huerta, 2004)

Paso 2: Selección del tamaño máximo nominal (TMN)

Huerta (2004) indica que “se trata de elegir una adecuada granulometría, tener una masa más compacta y con menos vacíos. La tabla 2, muestra los valores recomendados del TMN para los diferentes tipos de construcciones”. Además, se tendrá en consideración que el tamaño máximo del agregado debe ser el mayor disponible económicamente y compatible con las dimensiones de la estructura. En ningún caso el tamaño máximo nominal debe exceder 1/5 de la menor dimensión entre los lados de las cimbras, 1/3 del espesor de las losas, ni 3/4 del espaciamiento en las varillas individuales o con paquetes de barras

Tabla 2

Valores Recomendados de TMN según el tipo de Construcción

| Dimensión mínima del elemento (cm) | Tamaño máximo nominal en MM (Pulgadas) | | | |
|------------------------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------------------------|
| | Muros reforzados, vigas y columnas | Muros sin refuerzo | Losas muy reforzadas | Losas sin refuerzo o poco reforzadas |
| 6-15 | 12(1/2") – 19(3/4") | 19(3/4") | 19(3/4")-25(1") | 19(3/4")-38(1 1/2") |
| 19-29 | 19(3/4")- 38(1 1/2") | 38(1 1/2") | 38(1 1/2")-76(3") | |
| 30-74 | 38(1 1/2")-76(3") | 76(3") | 38(1 1/2")-76(3") | 76(3") |
| 75 o mas | 38(1 1/2")-76(3") | 152(6") | 38(1 1/2")-76(3") | 76(3")-152(6") |

Fuente: (Niño, 2010)



Paso 3: Estimación del Contenido de Aire

El contenido de aire beneficia la manejabilidad y la cohesión de la mezcla. La tabla 3, muestra los valores recomendados para estimar el contenido de aire de la mezcla.

Tabla 3

Requerimientos aproximados de agua de mezclado y contenido de aire

| Asentamiento | Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados | | | | | | | |
|--------------------------------|--|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| Concretos sin aire incorporado | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4" | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | - |
| Concretos con aire incorporado | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 181 | 175 | 168 | 160 | 150 | 142 | 122 | 107 |
| 3" a 4" | 202 | 193 | 184 | 175 | 165 | 157 | 133 | 119 |
| 6" a 7" | 216 | 205 | 197 | 184 | 174 | 166 | 154 | - |

Fuente: (Rivva, 2014)

Paso 4: Selección de la relación agua cemento (a/c).

Está determinada por la resistencia requerida y por la durabilidad. La resistencia se mide en un ensayo de compresión, a la edad de 28 días. En ausencia de datos, usar valores de tabla 4.

Tabla 4

Relación agua-cemento vs $f'c$.

| F'c a 28 días (Kgf/cm ²) | Relación Agua/ Cemento en peso | |
|---|--------------------------------|----------------------|
| | Sin aire incorporado | Con aire incorporado |
| 450 | 0.38 | - |
| 400 | 0.42 | - |
| 350 | 0.47 | 0.39 |
| 300 | 0.54 | 0.45 |
| 250 | 0.61 | 0.52 |
| 200 | 0.69 | 0.60 |
| 150 | 0.79 | 0.70 |

Fuente: (Rivva, 2014)



Paso 5: Cálculo del contenido de cemento

La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto lo obtenemos dividiendo el agua de mezclado (Paso 3) y la relación agua-cemento (Paso 4).

$$C = \frac{A}{a/c} \dots \dots \dots (4)$$

Dónde:

C = Contenido de Cemento, Kgf/m³

A = Agua de Mezcla, Kgf/m³

a/c = Relación agua cemento para f'c

Paso 6: Estimación del contenido de agregado grueso

La Tabla 6, nos proporciona valores aproximados para estos volúmenes de agregado, el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto, depende solamente de su tamaño máximo y módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 5

Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

| Tamaño máximo nominal | Volumen de agregado grueso seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos Módulos de fineza del agregado fino | | | |
|-----------------------|---|------|------|------|
| | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 3/8" | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2" | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4" | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1" | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2" | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.70 |
| 2" | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |

| Tamaño máximo nominal | Volumen de agregado grueso seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos Módulos de fineza del agregado fino | | | |
|-----------------------|---|------|------|------|
| | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 3" | 0.81 | 0.79 | 0.77 | 0.75 |
| 6" | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Fuente: (Abanto Castillo)



Paso 7: Estimación del contenido de agregado fino

EL A.C.I 211 proporciona 2 formas de determinarlo:

A Por el método de peso

Cuando se desea un cálculo teóricamente exacto del peso del concreto fresco por m³, puede emplearse la siguiente fórmula:

$$U = 10 G_a(100 - A) + CM \left(1 - \frac{G_a}{G_a}\right) - W_M(G_a - 1) \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

U: Peso del concreto fresco, por m³.

G_a: Promedio pesado del peso específico de la combinación de agregado fino y grueso, a granel en condición.

G_c: Peso específico del cemento, Kgf/m³

A: Porcentaje de contenido de aire, %

W_M: Requerimiento de agua de mezclado, Kgf/m³

CM: Requerimiento de cemento, Kgf/m³

La estimación del agregado grueso se calcula de la siguiente forma:

$$P.A.F = P.C^\circ - [P.A.M + P.C + P.A.G] \dots \dots \dots (6)$$

Donde:

P.A.F = Cantidad de Agregado Fino, Kgf

P.C[°] = Peso del Concreto, Kgf

P.A.M = Peso del Agua de Mezclado, Kgf

P.C. = Peso del Cemento, Kgf

P.A.G = Peso Agregado Grueso, Kgf



Tabla 6

Primera estimación del concreto fresco

| Tamaño máximo nominal del agregado | | Primer estimado del peso unitario de concreto, Kgf/m ³ | |
|------------------------------------|--------|---|----------------------------|
| | | Concreto sin inclusión de aire | Concreto con aire incluido |
| 9.5 mm | 3/8" | 2280 | 2200 |
| 12.5 mm | 1/2" | 2310 | 2230 |
| 19 mm | 3/4" | 2345 | 2275 |
| 25 mm | 1" | 2380 | 2290 |
| 37.5 mm | 1 1/2" | 2410 | 2350 |
| 50 mm | 2" | 2445 | 2345 |
| 75 mm | 3" | 2490 | 2405 |
| 150 mm | 6" | 2530 | 2435 |

Fuente: (Abanto Castillo)

B Por el método de volumen absoluto

Es un procedimiento más exacto para calcular la cantidad requerida de agregados finos, implica el empleo de volúmenes desplazados por los componentes (determinación de gravedades específicas). En este caso, el volumen total desplazado por los componentes conocidos (el agua, aire, cemento y agregado grueso) se resta del volumen unitario del concreto para obtener el volumen requerido de agregado fino.

Paso 8: Ajuste por contenido de humedad de los agregados

Según el método del A.C.I se deberá determinar el volumen de agregado grueso y agregado fino para el diseño de mezclas.

- Determinación del agregado grueso

$$P.A.G.H = P.A.G.S \times (1 - W_g \%) \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

P.A.G.H = Peso del Agregado Grueso Húmedo, Kg.

P.A.G.S = Peso del Agregado Grueso Seco, Kg.

W_g % = Porcentaje de Humedad del agregado Grueso, Kg.



- Determinación del Agregado Fino

$$P.A.F.H = P.A.F.S \times (1 - W_f \%) \dots\dots\dots (8)$$

Donde:

P.A.F = Peso del Agregado Fino, Kg.

P.A.G.S = Peso del Agregado Fino Seco, Kg.

Wg % = Porcentaje de Humedad del agregado Fino, Kg.

- Determinación del agua a añadir

$$A.A = A.N - P.A.F.S \times (W_f\% - AF\%) - P.A.G.S \times (WG\% - AF \%) \dots\dots\dots (9)$$

De donde:

A.A = Agua a Añadir, Kg

A.N = Agua Neta o efectiva, Kg

P.A.G.S = Peso del Agregado Grueso Seco, Kg

P.A.F.S = Peso del Agregado Fino Seco, Kg

A Granulometría

Niño (2010) hace mención que

Es la composición, en porcentajes, de los diversos tamaños de agregado de una muestra.

Esta proporción se suele indicar de mayor a menor tamaño, por una cifra que representa, en peso, el porcentaje parcial de cada tamaño que pasó o se quedó retenido en los diferentes tamices que se usan obligatoriamente para tal medición.

El tamaño de un agregado se define mediante el empleo de un tamiz de referencia. El tamaño máximo corresponde a la abertura del menor tamiz de la serie de tamices que permite el paso del 100% del material y el tamaño máximo nominal es el de la abertura de tamiz inmediatamente superior a aquel cuyo porcentaje retenido acumulado es del 15% o más. En la práctica lo que indica el tamaño máximo nominal



es el tamaño promedio de las partículas más grandes que hay dentro de la masa del agregado.

La granulometría que garantiza la máxima densidad, no permite buena manejabilidad en estado fresco, y la granulometría de la arena, tener mucha influencia sobre la trabajabilidad que la del agregado grueso, en razón de su mayor valor de superficie específica.

a Granulometría del Agregado Grueso

Rivva (2014) considera que

Es agregado grueso aquel que es retenido en la malla N°4 proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca. El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma NTP 400.037 o en la norma ASTM C-33, los cuales están indicados en la siguiente tabla 7.



Tabla 7

Limites de Granulometría para los Agregados Gruesos

| Tamaño nominal | % Que pasa de tamices normalizados | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-------------------|---------------|---------------|-----------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|--|
| | 100 mm (4") | 90 mm (3 ½") | 75 mm (3") | 63 mm (2 ½") | 50 mm (2") | 37.5 mm (1 ½") | 25 mm (1") | 19 mm (¾") | 12.5 mm (½") | 9.5 mm (3/8") | 4.75 mm N°4 | 2.36 mm N°8 | 1.18 mm N°16 | |
| 90 mm a 37.5 mm (3 ½" a 1 ½") | 100 | 90 a 100 | - | 25 a 60 | - | 0 a 15 | - | 0 a 5 | - | - | - | - | - | |
| 63 mm a 37.5 mm (2 ½" a 1 ½") | - | - | 100 | 90 a 100 | 35 a 70 | 0 a 15 | - | 0 a 5 | - | - | - | - | - | |
| 50 mm a 25 mm (2" a 1") | - | - | - | 100 | 90 a 100 | 35 a 70 | 0 a 15 | - | 0 a 5 | - | - | - | - | |
| 50 mm a 4.75 mm (2" a N°4) | - | - | - | 100 | 95 a 100 | - | 35 a 70 | - | 10 a 30 | - | 0 a 5 | - | - | |
| 37.5 mm a 19 mm (1 ½" a 1/4") | - | - | - | - | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 15 | - | 0 a 5 | - | - | - | |
| 37.5 mm a 1 ½" mm (1 ½" a N°4) | - | - | - | - | 100 | 95 a 100 | - | 35 a 70 | - | 10 a 30 | 0 a 5 | - | - | |
| 25 mm a 12.5 mm (1" a 1/2") | - | - | - | - | - | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | - | - | - | |
| 25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8") | - | - | - | - | - | 100 | 90 a 100 | 40 a 85 | 10 a 40 | 0 a 15 | 0 a 5 | - | - | |
| 25 mm a 4.75 mm (1" a N°4) | - | - | - | - | - | 100 | 95 a 100 | - | 25 a 60 | - | 0 a 10 | 0 a 5 | - | |
| 19 mm a 9.5 mm (¾" a 3/8") | - | - | - | - | - | - | 100 | 90 a 100 | 20 a 55 | 0 a 15 | 0 a 5 | - | - | |
| 19 mm a 4.75 mm (¾" a N°4) | - | - | - | - | - | - | 100 | 90 a 100 | - | 20 a 55 | 0 a 10 | 0 a 5 | - | |
| 12.5 mm a 4.75 mm (½" a N°4) | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 90 a 100 | 40 a 70 | 0 a 15 | 0 a 5 | - | |
| 9.5 mm a 2.36 mm (3/8" a N°8) | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 85 a 100 | 10 a 30 | 0 a 10 | 0 a 5 | |

Fuente: (Rivva, 2014)



Tamaño máximo del agregado grueso

Para la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI (2002) de acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 400.037, “el tamaño máximo del agregado es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso”.

b Granulometría del Agregado Fino

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa al tamiz NTP 9.5 mm (3/8) y es retenido casi en la malla N° 200 y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037.

La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N° 4, N°8, N°16, N°30, N°50, y N°100 de la serie de Tyler.

El agregado no deberá retener más del 45% en los tamices consecutivos cualesquiera.

Tabla 8

Límites de Granulometría para el Agregado Fino

| MALLA | % QUE PASA |
|--------------|-------------------|
| 3/8” | 100 |
| N° 4 | 95 – 100 |
| N° 8 | 80 – 100 |
| N° 16 | 50 – 85 |
| N°30 | 25 – 60 |
| N°50 | 10 – 30 |
| N°100 | 2 -10 |

Fuente: ASTM C33

i. Peso Unitario

De acuerdo a INDECOPI (2011)

En la norma ASTM C-29 (NTP 400-017) define el método estándar para evaluarlo, en la condición de acomodo de las partículas luego de compactarlas en un molde metálico apisonándolas con 25 golpes con una varilla de 5/8” en 3 capas. El valor obtenido es el



que se emplea en algunos métodos de diseño de mezcla para estimar las proporciones y también para hacer conversiones de dosificaciones en peso a dosificaciones en volumen.

ii. **Peso Específico**

Para INDECOPI (2011) “es una constante en el sentido de que es un valor que no cambia para cada sustancia ya que a medida que aumenta su peso también aumentara su volumen ocupado, al igual que sucede con la densidad”.

iii. **Porcentaje de Vacíos**

Es la medida del volumen expresada en porcentaje de espacios entre las partículas de agregados. Depende también del acomodo entre partículas, por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario.

La norma ASTM C-29, establece la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de vacíos

$$\% \text{ Vacios} = 100 \times \left[\frac{(S \times W) - M}{S \times W} \right] \dots \dots \dots (10)$$

Donde:

S: Peso Específico de masa, Kgf/m³

W: Densidad, Kgf/m³

M: Peso Unitario compactado seco, Kgf

iv. **Absorción**

Para la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI (2002):

Es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en ésta, se expresa como porcentaje del peso seco. El agregado se considera "seco" cuando éste ha sido mantenido a una temperatura de 110 °C ± 5 °C por tiempo suficiente para remover toda el agua sin combinar.



Las normas NTP 400.021 (ASTM C-127) y NTP 400.022 (ASTM C-128), establecen la metodología para su determinación en agregados gruesos expresada en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso Muestra Saturada Seca} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \dots \dots \dots (11)$$

v. Porosidad

Es el volumen de espacios dentro de las partículas de agregados. Tiene una gran influencia en todas las demás propiedades de los agregados, pues es representativa de la estructura interna de las partículas. No hay un método estándar en ASTM para evaluarla.

vi. Contenido de Humedad

INDECOPI (2013) sostiene que:

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado. Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas. Según la norma NTP 339-185 (ASTM C-566), la humedad se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Peso Original de la muestra} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}} \times 100 \dots (12)$$

2.2.3 Tuberías

Oshiro (2012) menciona que según la Oficina General de Tecnologías de la Información del Ministerio de Economía y Finanzas – Catalogación. El PVC (Policloruro de Vinilo)

Es un termoplástico que se obtiene por polimerización de Cloruro de Vinilo (CV). Este material tiene una elevada resistencia química, como así también elevada tolerancia a sustancias altamente alcalinas y ácidas. Asimismo, tiene una resistencia a la corrosión.

De acuerdo al catálogo se tiene la siguiente clasificación:



A Para fluidos a presión

- Tubos de PVC para fluidos a presión: NTP 399.002.2009
- Tubos de PVC para fluidos a presión con unión tipo rosca: NTP 399.166.2008
- Tubos de CPVC (policloruro de vinilo clorinado) para agua caliente: NTP 399.072.1982
- Tubos de PVC para fluidos a presión para abastecimiento de agua NTP ISO 4422:2007

En líneas de saneamiento, ubicado en los tubos para fluidos a presión, la presión máxima de trabajo se expresa en clases (es la presión máxima a 23°C), como podemos apreciarlo en la siguiente tabla.

Tabla 9

Diámetros de tuberías según su clase

| Diámetros de tuberías para conducción de fluidos a presión según su clase | | | | |
|---|----------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Clase | Diámetro Nominal Dn (pulg) | Diámetro Exterior De (mm) | Diámetro Interior Di (mm) | Espesor mínimo e (mm) |
| Clase 5 | 2" | 60 | 56.4 | 1.8 |
| | 2 ½" | 73 | 69.4 | 1.8 |
| | 3" | 88.5 | 84.1 | 2.2 |
| | 4" | 114 | 120.8 | 2.5 |
| | 6" | 168 | 159.8 | 4.1 |
| | 8" | 219 | 208.4 | 5.3 |
| | 10" | 273 | 259.69 | 6.7 |
| | 12" | 323 | 307.2 | 7.9 |
| Clase 7.5 | 1 ¼" | 42 | 38.4 | 1.8 |
| | 1 ½" | 48 | 44.4 | 1.8 |
| | 2" | 60 | 55.4 | 2.2 |
| | 2 ½" | 73 | 67.8 | 2.6 |
| | 3" | 88.5 | 82.1 | 3.2 |
| | 4" | 114 | 105.8 | 4.1 |
| | 6" | 168 | 155.8 | 6.1 |
| | 8" | 219 | 203.2 | 7.9 |
| | 10" | 273 | 253.2 | 9.9 |
| | 12" | 323 | 299.6 | 11.7 |



| Clase | Diámetro Nominal Dn (pulg) | Diámetro Exterior De (mm) | Diámetro Interior Di (mm) | Espesor mínimo e (mm) |
|----------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Clase 10 | 1/2" | 21 | 17.4 | 1.8 |
| | 3/4" | 26.5 | 22.9 | 1.8 |
| | 1" | 33 | 29.4 | 1.8 |
| | 1 ¼" | 42 | 38 | 2 |
| | 1 ½" | 48 | 43.2 | 2.3 |
| | 2" | 60 | 54.2 | 2.9 |
| | 2 ½" | 73 | 66 | 3.5 |
| | 3" | 88.5 | 80.1 | 4.2 |
| | 4" | 114 | 103.2 | 5.4 |
| | 6" | 168 | 152 | 8 |
| | 8" | 219 | 198.2 | 10.4 |
| | 10" | 273 | 247 | 13 |
| 12" | 323 | 292.2 | 15.4 | |
| Clase 15 | 1 ¼" | 42 | 36.2 | 2.9 |
| | 1 ½" | 48 | 41.4 | 3.3 |
| | 2" | 60 | 51.6 | 4.2 |
| | 2 ½" | 73 | 62.8 | 5.1 |
| | 3" | 88.5 | 76.1 | 6.2 |
| | 4" | 114 | 98 | 8 |
| | 6" | 168 | 114.6 | 11.7 |
| | 8" | 219 | 188.4 | 15.3 |
| 10" | 273 | 235 | 19 | |
| 12" | 323 | 278 | 22.5 | |

Fuente: (INDECOPI, 2009)

B Para instalaciones de desagüe

Instalaciones domiciliarias de desagüe NTP 399.003.2002

- Tubos de PVC SAP (Standard Americano Pesado)
- Tubos de PVC SAL (Standard Americano Liviano)

Sistemas de drenaje y alcantarillado NTP ISO 4435:2005

- Tubos de PVC para sistemas de drenaje y alcantarillado

C Para instalaciones de canalizaciones eléctricas NTP 399.006.2003

- Tubos de PVC SAP (Standard Americano Pesado)
- Tubos de PVC SEL (Standard Europeo Liviano)



2.2.3.1 Tuberías y Ductos en Concreto

Martínez (2009) identifica que las tuberías y ductos se pueden introducir al concreto de dos maneras diferentes que son:

- **Pasando a través del elemento (Incrustadas)**, esto sucede cuando el tubo pasa perpendicular al eje longitudinal del elemento, como en vigas o cuando se atraviesa el elemento perpendicular al plano como el caso de muros o losas.

Figura 6

Tubería incrustada verticalmente en la viga



Fuente: Elaboración Propia

- **Embebidos en el elemento**, las tuberías y ductos se encuentran embebidos en hormigón cuando estas se colocan totalmente dentro del elemento, es el caso de un tubo dentro de una columna, de una losa o un muro. La introducción de tuberías y ductos dentro del concreto debe estar aprobada por el Ingenieros Estructural y cuando se haya previsto la necesidad de insertar algún tubo, el diseñador estructural debe proveer los detalles correspondientes. El ingeniero estructural debe permitir la introducción de tuberías siempre y cuando esta no sea perjudicial para el concreto.



Según la Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado (2016) “los ductos y tuberías, junto con sus conexiones, embebidas en una columna, no deben ocupar más del 4% del área de la sección transversal que se empleó para calcular su resistencia, o de la requerida para la protección contra el fuego”.

Figura 7

Tubería embebida en la placa



Fuente: Elaboración Propia

Para Harmsen (2017)

La disposición de tuberías dentro de las estructuras es inevitable ya que son parte de los sistemas de instalaciones eléctricas, sanitarias, electromecánicas, entre otros. Lo más recomendable es que las tuberías deberán de tener un diámetro exterior menor que un tercio el espesor de la losa, vigas o muros. Los conductos dentro de columnas, incluyendo las piezas de empalme no deberán de ocupar más del 4% del área de la sección transversal utilizada para el cálculo de su resistencia. (p. 171-172)

2.2.4 Parámetros sísmicos

Los parámetros sísmicos se norman en el reglamento nacional de edificaciones RNE E.030 (2019)

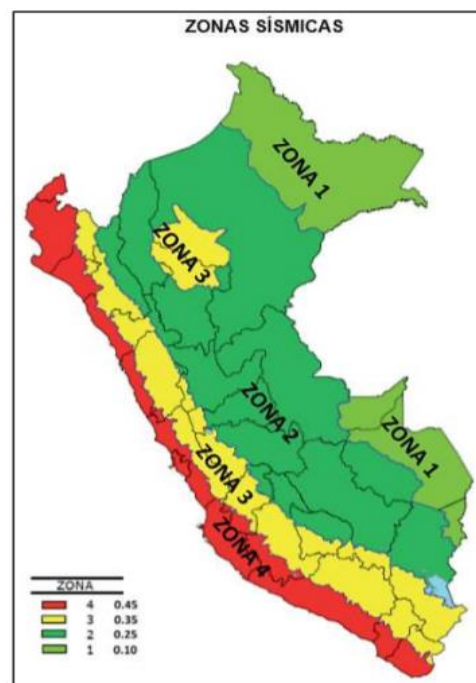
2.2.4.1 Factores sísmicos

A Factor de zona

De acuerdo a MVCS (2019) en la Norma Técnica Peruana de Diseño Sismorresistente E-030 en su capítulo II (Peligro Sísmico) “considera la división del territorio nacional en cuatro zonas”.

Figura 8

Mapa de zonificación del Perú







Fuente: (MVCS, 2019)

La norma E-030 indica que la zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la información de geotectónica (fallas geológicas en la región).



Figura 9

Factor de zona Z

| Factores de Zona "Z" | | |
|---|---|------|
|  | 4 | 0.45 |
|  | 3 | 0.35 |
|  | 2 | 0.25 |
|  | 1 | 0.10 |

Fuente: (MVCS, 2019)

A cada zona le corresponde un valor “Z”, el cual se interpreta como la máxima aceleración horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años, que representa un sismo máximo de diseño cada 475 años. Este factor “Z” se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

B Factor de Suelo

Basado en el artículo 12.1.4 de la normativa E.030, se clasifica en 5 perfiles de suelo en función de la velocidad promedio e propagación de corte, en caso de suelos granulares el promedio ponderado del ensayo SPT o en caso de suelos cohesivos la resistencia al corte en condición no drenada.

Figura 10

Clasificación de los Perfiles de Suelo

| Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO | | | |
|--|--------------------------------|----------------|------------------|
| Perfil | V_s | \bar{N}_{60} | \bar{s}_v |
| S ₀ | > 1500 m/s | - | - |
| S ₁ | 500 m/s a 1500 m/s | > 50 | >100 kPa |
| S ₂ | 180 m/s a 500 m/s | 15 a 50 | 50 kPa a 100 kPa |
| S ₃ | < 180 m/s | < 15 | 25 kPa a 50 kPa |
| S ₄ | Clasificación basada en el EMS | | |

Fuente: (MVCS, 2019)

Una vez clasificado el tipo de suelo y el factor de zona se procede a determinar los parámetros de sitio S y los periodos de plataforma del factor C (T_p) y el periodo que define el inicio de desplazamiento constante del factor C (T_l) descrito en el artículo 13 del reglamento.

Figura 11

Factor de Suelo

| Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S" | | | | |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| ZONA \ SUELO | S_0 | S_1 | S_2 | S_3 |
| Z_4 | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z_3 | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z_2 | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z_1 | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |

Fuente: (MVCS, 2019)

Figura 12

Periodos T_p y T_l

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

Fuente: (MVCS, 2019)

C Factor de amplificación sísmica

Este es el parámetro en el cual se diferencian un sismo estático y el generado mediante un espectro de respuesta, para la obtención del coeficiente C es necesario partir del cálculo del periodo fundamental de vibración el cual se define de acuerdo a lo dispuesto en la normativa E.030 en el artículo 28.4.



$$T < T_p \quad C = 2.5 \dots \dots \dots (13)$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right) \dots \dots \dots (14)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T} \right) \dots \dots \dots (15)$$

Donde:

T: Periodo fundamental de la edificación calculado de acuerdo al numeral 28.4.1

$$T = \frac{hn}{Ct} \dots \dots \dots (16)$$

Donde:

Ct = 35, para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección son: pórticos de concreto armado sin muros de corte y pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos si arriostramiento.

Ct = 45, para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección son: pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras, pórticos de acero arriostrados.

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

D Factor de Uso

Este es el parámetro de la categoría de la edificación.



Figura 13

Categoría de Uso

| Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U" | | |
|---|---|------------|
| CATEGORÍA | DESCRIPCIÓN | FACTOR U |
| A Edificaciones Esenciales | A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud. | Ver nota 1 |
| | A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado. | 1,5 |
| B Edificaciones Importantes | Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento. | 1,3 |
| C Edificaciones Comunes | Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes. | 1,0 |
| D Edificaciones Temporales | Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares. | Ver nota 2 |

Fuente: (MVCS, 2019)

E Coeficiente de reducción basal

Este es el parámetro en el cual se clasifican según el sistema estructural de la edificación, además este se encuentra afectado por los factores de irregularidad de planta y altura, se define este parámetro de acuerdo al artículo 18 y 19



Figura 14

Coficiente de Reducción sísmica y Sistemas Estructurales

| Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES | |
|--|--|
| Sistema Estructural | Coficiente Básico de Reducción R_o (*) |
| Acero: | |
| Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF) | 8 |
| Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF) | 5 |
| Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF) | 4 |
| Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) | 7 |
| Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF) | 4 |
| Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF) | 8 |
| Concreto Armado: | |
| Pórticos | 8 |
| Dual | 7 |
| De muros estructurales | 6 |
| Muros de ductilidad limitada | 4 |
| Albañilería Armada o Confinada | 3 |
| Madera | 7(**) |

Fuente: (MVCS, 2019)

$$R = R_o \cdot I_a \cdot I_p \dots \dots \dots (17)$$

Donde:

I_a : Irregularidad en altura según artículo 20

I_p : Irregularidad en planta según artículo 20

2.2.4.2 Cortante basal estática

Obtenido los valores previamente calculados se procede a calcular la cortante estática en la base el cual es representada por la ecuación normada en el artículo 28.2.1 de la NTP E.030. Este valor es un porcentaje del peso en la base ocasionada por el sismo.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P \dots \dots \dots (18)$$

2.2.4.3 Espectro de respuesta

Este se encuentra definido en el artículo 29.2.1. de la NTP E.030, el cual se define en función de una aceleración espectral y el valor de la aceleración de la gravedad.

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g \dots \dots \dots (19)$$



2.3 Hipótesis

2.3.1 *Hipótesis General*

La influencia de tuberías embebidas en porcentajes de 0.4% a 4% en la rigidez de testigos de sección cuadrada y circular sometidos a esfuerzo de compresión es negativa debido a una reducción en la sección transversal.

2.3.2 *Sub Hipótesis*

- **Sub hipótesis N°1:**

La influencia de la ubicación de tuberías en la sección transversal es más perjudicial en la rigidez axial cuando se tienen elementos no concéntricos tanto en elementos circulares y cuadrados.

- **Sub hipótesis N°2:**

Las tuberías embebidas en la sección transversal en porcentaje de 0.4% a 4% en testigos de concreto de sección cuadrada y circular disminuyen la rigidez axial cuando son sometidos a esfuerzos de compresión.

- **Sub hipótesis N°3:**

El testigo circular evidencia una mayor modificación de la rigidez respecto de un testigo cuadrado para los diferentes porcentajes evaluados.

- **Sub hipótesis N°4:**

La influencia del tratamiento superficial a las tuberías embebidas en la rigidez de los testigos circulares y cuadrados muestran una mejora del 5% como mínimo en la resistencia.

- **Sub hipótesis N°5:**

La respuesta sísmica tiene una variación mayor del 5% en una edificación con elementos verticales de tubería en su sección transversal en porcentaje de 0.4% a 4%.



2.4 Definición de Variables

2.4.1 Variables Independientes

2.4.1.1 Especímenes circulares

Para MVCS (2016)

Se considera como testigos a elementos de concreto que permite la determinación mediante un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas de 6” de diámetro por 12” de altura (150 mm por 300 mm) o de tres probetas cilíndricas de 4” de diámetro por 8” de altura (100mm por 200 mm) moldeadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de $f'c$.

Dimensiones: testigos circulares con tratamiento superficial con ubicación de tubería concéntrica, testigos circulares sin tratamiento superficial con ubicación de tubería concéntrica, testigos circulares con tratamiento superficial con ubicación de tubería excéntrica, testigos circulares sin tratamiento superficial con ubicación de tubería excéntrica.

Indicadores: Diámetro (cm), Área (cm²), Porcentaje de Área (%), Ubicación de tubería

2.4.1.2 Especímenes cuadrados

Para MVCS (2016)

Se considera como testigos a elementos de concreto que permite la determinación mediante un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de tres probetas cuadrados de 15 cm de lado.

Dimensiones: testigos cuadrados con tratamiento superficial con ubicación de tubería concéntrica, testigos cuadrados sin tratamiento superficial con ubicación de tubería concéntrica, testigos cuadrados con tratamiento superficial con ubicación de



tubería excéntrica, testigos cuadrados sin tratamiento superficial con ubicación de tubería excéntrica.

Indicadores: Diámetro (cm), Área (cm²), Porcentaje de Área (%), Ubicación de tubería

2.4.2 Variables Dependientes

2.4.2.1 Rigidez

Según Quispe (2015)

La rigidez es la fuerza o momento necesario para producir un desplazamiento o rotación unitaria en la dirección de la fuerza aplicada, este factor se encontrará definido por el área de la sección transversal del elemento sometido a esfuerzos axiales, así como el módulo de elasticidad y la longitud del elemento.

Dimensiones e indicadores: Modulo de elasticidad (Kgf/cm²), Resistencia a la compresión (Kgf/cm²), Área de sección (cm²), Longitud de sección (cm). (p.22)

2.4.2.2 Respuesta Sísmica

De acuerdo a MVCS (2019)

Son definidos como los efectos producidos por la capacidad de atender los niveles de demanda impuestos por un sismo en específico, de manera que este permite identificar y diagnosticar situaciones que comprometan la efectividad del funcionamiento de la estructura.

Dimensiones e indicadores: Derivas (Δ/h), Desplazamiento (Δ), cortantes basales (tnf)

2.4.3 Cuadro de Operacionalización de Variables



“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE TESTIGOS CIRCULARES Y CUADRADAS CON TUBERÍAS EMBEBIDAS EN
PORCENTAJES DE 0.4% A 4%”

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DIMENSIONES | INDICADORES | |
|-----------------------------------|---|---|---|--|
| VARIABLES INDEPENDIENTES | | | | |
| X1: Especímenes circulares | (MVCS, 2016) Se considera como testigos a elementos de concreto que permite la determinación mediante un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas de 6” de diámetro por 12” de altura (150 mm por 300 mm) o de tres probetas cilíndricas de 4” de diámetro por 8” de altura (100mm por 200 mm) moldeadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f’c. | <ul style="list-style-type: none"> • Testigos circulares con tratamiento superficial con ubicación de tubería concéntrica. | <ul style="list-style-type: none"> • En porcentaje de 1.03%, 3.05% y 5.38% | <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro (cm) • Área (cm²) • Porcentaje de área (%) |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Testigos circulares sin tratamiento superficial con ubicación de tubería concéntrica | <ul style="list-style-type: none"> • En porcentaje de 1.03%, 3.05% y 5.38% | <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro (cm) • Área (cm²) • Porcentaje de área (%) |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Testigos circulares con tratamiento superficial con ubicación de tubería excéntrica | <ul style="list-style-type: none"> • En porcentaje de 1.03%, 3.05% y 5.38% | <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro (cm) • Área (cm²) • Porcentaje de área (%) • Ubicación de tubería |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Testigos circulares sin tratamiento superficial con ubicación de tubería excéntrica | <ul style="list-style-type: none"> • En porcentaje de 1.03%, 3.05% y 5.38% | <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro (cm) • Área (cm²) • Porcentaje de área (%) • Ubicación de tubería |
| X2: Especímenes cuadrados | (MVCS, 2016) Se considera como testigos a elementos de concreto que permite la determinación mediante un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cuadrados de 15 cm de lado moldeadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f’c. | <ul style="list-style-type: none"> • Testigos cuadrados con tratamiento superficial con ubicación de tubería concéntrica | <ul style="list-style-type: none"> • En porcentaje de 0.81%, 2.40% y 4.23% | <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro (cm) • Área (cm²) • Porcentaje de área (%) |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Testigos cuadrados sin tratamiento superficial con ubicación de tubería concéntrica | <ul style="list-style-type: none"> • En porcentaje de 0.81%, 2.40% y 4.23% | <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro (cm) • Área (cm²) • Porcentaje de área (%) |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Testigos cuadrados con tratamiento superficial con ubicación de tubería excéntrica | <ul style="list-style-type: none"> • En porcentaje de 0.81%, 2.40% y 4.23% | <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro (cm) • Área (cm²) • Porcentaje de área (%) • Ubicación de tubería |
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Testigos cuadrados sin tratamiento superficial con ubicación de tubería excéntrica | <ul style="list-style-type: none"> • En porcentaje de 0.81%, 2.40% y 4.23% | <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro (cm) • Área (cm²) • Porcentaje de área (%) • Ubicación de tubería |



| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DIMENSIONES | INDICADORES |
|------------------------------|--|-------------------------------|-----------------------|
| VARIABLES DEPENDIENTES | | | |
| Y1: Rigidez | (Quispe, 2015, pág. 22) La rigidez es la fuerza o momento necesario para producir un desplazamiento o rotación unitaria en la dirección de la fuerza aplicada, este factor se encontrará definido por el área de la sección transversal del elemento sometido a esfuerzos axiales, así como el módulo de elasticidad y la longitud del elemento. | • Módulo de elasticidad | • Kgf/cm ² |
| | | • Resistencia a la compresión | • Kgf/cm ² |
| | | • Área | • cm ² |
| | | • Longitud | • cm |
| Y2: Respuesta sísmica | (MVCS, 2019) Son definidos como los efectos producidos por la capacidad de atender los niveles de demanda impuestos por un sismo en específico, de manera que este permite identificar y diagnosticar situaciones que comprometan la efectividad del funcionamiento de la estructura. | • Distorsiones | • Δ/h |
| | | • Desplazamiento | • Δ |
| | | • Cortante Basal | • tnf |



Capítulo III: Metodología

3.1 Metodología de la Investigación

3.1.1 Enfoque de la investigación

El trabajo de investigación fue del tipo CUANTITATIVO, toda la investigación dio su inicio con el ensayo de muestras para la evaluación de la influencia de tuberías embebidas en la rigidez axial de testigos de concreto, los resultados tanto de la rigidez así como del comportamiento sísmico los cuales son verificados mediante cálculos numéricos y exactos.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) hacen mención que “un enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para validar o probar una hipótesis previamente planteada, esto se realiza en función de la medición numérica y los análisis estadísticos para probar teorías”.

3.1.2 Nivel o Alcance de la Investigación

El nivel del presente trabajo de investigación fue DESCRIPTIVO con un alcance CORRELACIONAL, los resultados muestran y determinan la influencia de rigidez axial de las briquetas colocando las tuberías embebidas en porcentajes de 0.4% a 4% para especímenes cuadrados y circulares.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014)

Un alcance de investigación cuantitativa descriptiva tiene por finalidad especificar las propiedades y características de conceptos o hechos de un contexto estudiado y es correlacional si se tiene el fin de conocer la relación que existen entre dos o más variables o fenómenos en un contexto particular.

La presente investigación es descriptiva debido a que se tiene como objetivo principal la de evaluar la rigidez axial en testigos de concreto con una reducción de área colocando tuberías embebidas en su sección, estas pueden ser ubicadas de manera concéntrica o no concéntrica además se realizara un tratamiento superficial de la tubería con el objeto de mejorar la adherencia obteniendo así la variación de la rigidez axial.



Para Vásquez (2005) “la investigación descriptiva sirve para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes. Permiten detallar el fenómeno estudiado básicamente a través de la medición de uno o más de sus atributos”.

3.1.3 Método de Investigación

El método a través del cual se realiza la investigación fue HIPOTÉTICO DEDUCTIVO, ya que primero se observó el fenómeno a estudiar, para luego plantear una o varias hipótesis según las variables y dimensiones estudiadas, y que por último serán comprobadas o verificadas mediante ensayos, estudios, pruebas, simulaciones y cálculos.

Gomez (2012) indica que:

Este método es el procedimiento racional que va de lo general a lo particular. De este modo, si un fenómeno se ha comprobado para un determinado conjunto de personas, se puede inferir que tal fenómeno se aplica a uno de estos individuos.

3.2 Diseño de la Investigación

3.2.1 Diseño metodológico

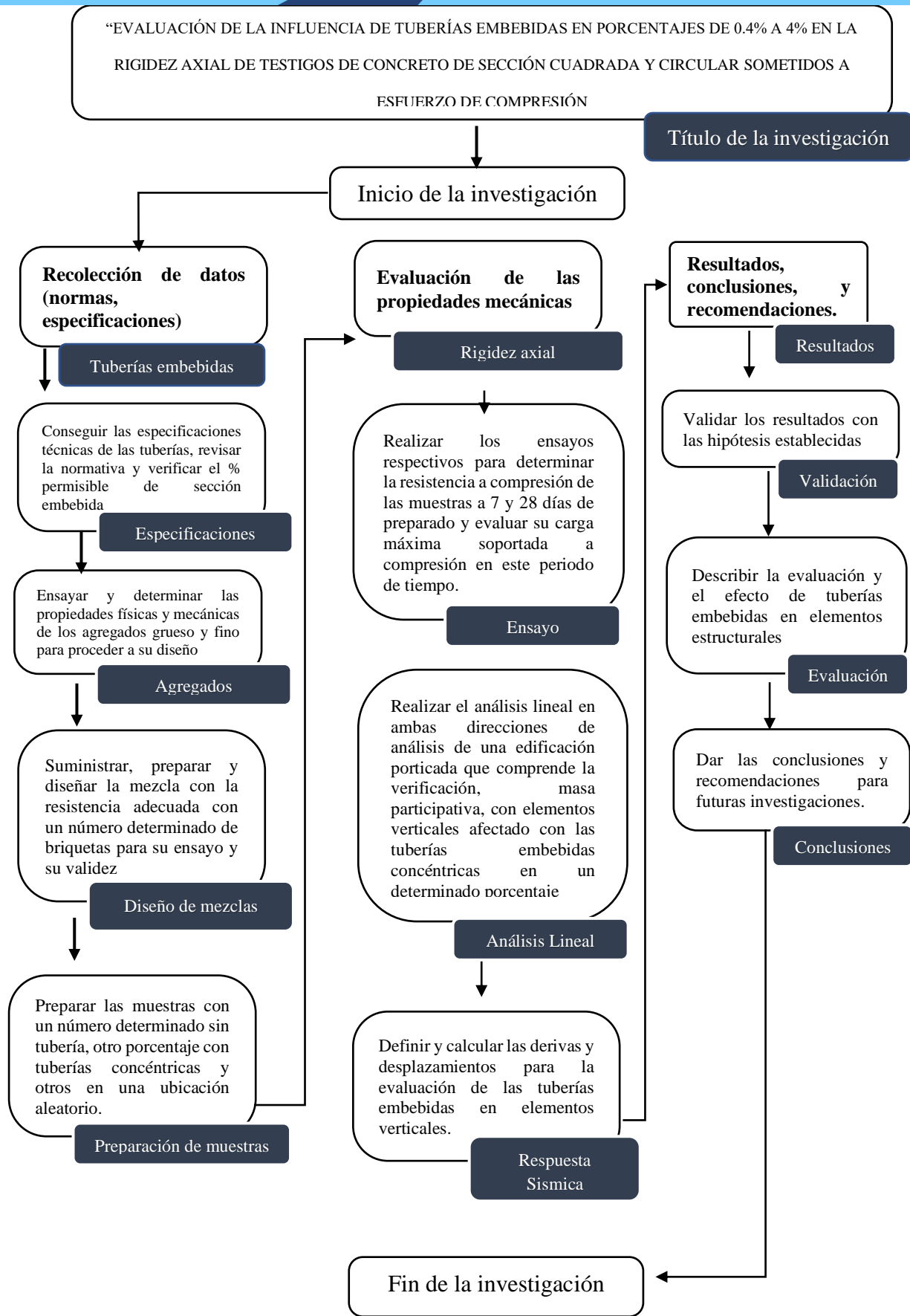
El trabajo de investigación fue del tipo EXPERIMENTAL, En esta investigación se alteró la sección transversal de los especímenes de concreto circular y cuadrado, la ubicación concéntrica y no concéntrica, esta alteración o modificación se vio influenciada en la rigidez axial de los especímenes los cuales se demuestran mediante los ensayos a compresión de laboratorio, además, se propuso estudiar un modelo estructural determinando la variación y el efecto de estas tuberías embebidas concéntricas en elementos verticales y verificando los desplazamientos y derivas de entrepiso de una edificación.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) “este tipo de investigación manipula o altera una determinada variable para evaluar el efecto de dicha variación, trata de describir las razones por las cuales se produce un fenómeno u objeto de estudio”.



3.2.2 *Diseño de Ingeniería*

Esta investigación siguió una secuencia lógica de pasos que a continuación se detalla, se muestra el flujograma indicando el procedimiento realizado desde el punto de vista de la ingeniería, donde nos muestra el inicio de la investigación hasta llegar al final de la misma.





3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

3.3.1.1 Descripción de la Población

Arias y Villasis (2016) indican que:

La población se define como la agrupación de casos que sean definidos, limitados y accesibles que cumple con una serie de criterios determinados para el objeto de estudio, es recomendable que la población se identifique con el tema principal de la investigación en términos técnicos.

Para el presente trabajo de investigación se consideró como población universal al conjunto de todas las briquetas necesarias para obtener al menos 3 resultados por cada porcentaje de tubería embebida a colocar, de acuerdo a las especificaciones técnicas de las tuberías y los diámetros de tubería a colocar son de diámetro 1/2", 1" y 1 1/4", cada una de estas muestras deberán ser analizadas a los 7 y 28 días.

3.3.1.2 Cuantificación de la Población

Se consideró, el número de briquetas necesarias para lograr un resultado promedio de la resistencia de al menos 3, en total se tiene una población de 150 briquetas siendo divididas en la mitad para muestras circulares de 150 mm de diámetro x 300 mm de altura, y para las cuadradas se utilizaron moldes de 150mm de lado x 300 mm de alto.

3.3.2 Muestra

3.3.2.1 Descripción de la Muestra

López y Fachelli (2015) indica que:

Corresponde a un grupo menor que la población que cumple con todos los criterios que los investigadores definen en el objeto de estudio, estos pueden ser seleccionados de forma aleatoria, y que se somete a observación científica con el objetivo de obtener resultados válidos para el universo o población total investigado, dentro de unos límites de error y de probabilidad de que se pueden determinar en cada caso.



Se consideró como muestra, a todas las briquetas que en un análisis grupal cumpla con el criterio estadístico de inclusión de resultados, para esta investigación se utilizó el criterio de Chauvenet, se descartan las muestras que no cumplan con esta relación, la causa de esta diferencia puede ser un error en el preparado de mezcla, equipo y materiales.

3.3.2.2 Cuantificación de la Muestra

Para el presente trabajo de investigación para la cuantificación de la muestra se consideró los moldes o briquetas que no cumplieran con el criterio de exclusión de Chauvenet tal cual se menciona en la descripción, en total se encontraron 6 moldes que alteraban los resultados y por lo tanto fueron descartados, en total se analizaron 144 briquetas, los necesarios para obtener un resultado fiable de al menos 3 pruebas a los 7 y 28 días.

3.3.2.3 Método de Muestreo

El método de muestreo del presente trabajo de investigación es de carácter no probabilístico, las muestras no dependen de la probabilidad si no de las características de la investigación y del objetivo de estudio.

Es importante mencionar que este procedimiento sigue las recomendaciones realizadas en normas de ámbito nacional aplicado por los investigadores, la cantidad de muestras obedecen a criterios lógicos para la obtención de datos más fehacientes y de mayor credibilidad.

3.3.2.4 Criterios de Evaluación de Muestra

Las muestras fueron evaluadas luego del ensayo a compresión de las briquetas, al obtener todos los datos en conjunto se procedió a realizar un análisis descriptivo y cuantitativo verificando que los resultados obtenidos cumplan con mostrar una resistencia a compresión similar entre las muestras.

A Criterio de Chauvenet

Para Molina (2010)



Este criterio es utilizado para la determinación si existen datos atípicos de un conjunto o muestra de datos experimentales, es decir, que se determina descartar la una lectura siempre y cuando la probabilidad de la desviación con respecto a la media es menor de la mitad del número de datos, en síntesis, si $Pr < 0.5n$ el dato se descarta. Este criterio solo se aplica una vez, no es necesario realizar iteraciones.

López J (2011) nos indica que “se establecen unos límites inferior y superior en función a la desviación estándar muestra de datos, y todas las medidas que superen esos límites deben ser rechazadas”.

$$\bar{x} - k(n).s \leq x_i \leq \bar{x} + k(n).s \dots \dots \dots (12)$$

Donde:

\bar{x} = media del conjunto de datos.

$k(n)$ = Coeficiente de Chauvenet en función de la cantidad de datos a analizar.

s = desviación estándar de los datos.

x_i = resistencia de la briqueta de concreto.

Tabla 10

Coeficiente k(n) del Criterio de Chauvenet

| n | k(n) |
|----------|-------------|
| 2 | 1.15 |
| 3 | 1.38 |
| 4 | 1.54 |
| 5 | 1.65 |
| 6 | 1.73 |
| 7 | 1.8 |
| 8 | 1.86 |
| 9 | 1.92 |
| 10 | 1.96 |

Fuente: (López J. , 2011)



Los pasos a seguir para su aplicación son los siguiente:

- Se procede a calcular la media, la desviación estándar y los límites superior e inferior de los datos analizados.
- Se verifican los datos que quedan fuera de los límites superior e inferior.
- Se vuelve a calcular la nueva media, la desviación estándar y los límites superior e inferior de los datos que estén dentro del rango.
- Se verifica hasta que todos los datos estén dentro de los Límites.

Se aplicó el criterio de exclusión de Chauvenet para el tratamiento estadístico y verificar la confiabilidad de los datos, el cálculo se muestra en el Anexo N° 1 de la presente investigación.

3.3.3 Criterios de Inclusión

Se incluyó todos los elementos que cumplan con las siguientes características:

- Dimensiones necesarias para la máquina de ensayo a compresión con prensa hidráulica.
- No exista presencia de grietas o desprendimientos en el área de contacto de las muestras.
- Cumplan con un curado o tiempo de fraguado que, según disposiciones de la normativa, se encuentren sumergidas por lo menos 7 y máximo 28 días.
- Tengan tuberías embebidas en un rango de 0.4% y 4%, al colocar diámetros de tuberías comerciales es posible que el porcentaje de área sea mayor al 4%.
- Las tuberías deberán de ser comerciales.
- Muestra que tengan resultados dentro de los límites establecidos según el criterio de exclusión de Chauvenet.

3.4 Instrumentos

3.4.1 Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos

Se realizó la recolección de datos utilizando los formatos o fichas de observación de laboratorio desarrollado por los investigadores donde se tomaban todos los datos o resultados





de los ensayos en laboratorio, para la realización de estas fichas se tuvo como referencia principal a las disposiciones de las normativas peruanas (NTP) y de la sociedad americana de ensayos y materiales (ASTM), donde se desarrolló:

- Análisis granulométrico de agregado fino y grueso (Figura 15).
- Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso y fino (Figura 16).
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción del agregado grueso y fino (Figura 17).
- Peso unitario suelto, peso unitario compactado y porcentaje de vacíos del agregado grueso y fino (Figura 18).
- Diseño de mezclas por el método A.C.I 211 (Figura 19).



Figura 15

Ficha Técnica - Granulometría de Agregado Grueso y Fino

| | | |
|---|---|---|
|  | UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL |  |
| TESIS: | “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE TESTIGOS CIRCULARES Y CUADRADAS CON TUBERIAS EMBEBIDAS EN PORCENTAJES DE 0.4% A 4% ” | |
| TESISTAS: | BACH. KAREN M. ARANIVAR ASCUE BACH. JHOHAN ZUNIGA PIMENTEL | |
| CANTERA: | | |
| FECHA: | | |
| LABORATORIO: | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL UAC | |
| ENSAYO: | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO GRUESO Y FINO (NTP 400.012) | |

| DATOS | PESO |
|------------------------|------|
| Pmuestra + Precipiente | |
| Peso del recipiente | |
| Peso de la muestra | |

| | |
|------------------|--|
| TM | |
| TMN | |
| Modulo de fineza | |

| | |
|------------|--|
| % Error | |
| Corrección | |

| Tamiz | Diametro (mm) | Peso Retenido (gr) | Peso Retenido Corregido (gr) | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasa |
|--------------|---------------|--------------------|------------------------------|-------------|----------------------|--------|
| 1" | 25.00 | | | | | |
| 3/4" | 19.00 | | | | | |
| 1/2" | 12.70 | | | | | |
| 3/8" | 9.50 | | | | | |
| 1/4" | 6.35 | | | | | |
| Nº 4 | 4.75 | | | | | |
| Fondo | 0.00 | | | | | |
| TOTAL | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | |

| Limete Superior | | |
|-----------------|--------|--------|
| TAMIZ | Ø (mm) | % PASA |
| 1" | | |
| 3/4" | | |
| 3/8" | | |
| Nº 4 | | |
| Fondo | | |

| Limite Inferior | | |
|-----------------|--------|--------|
| TAMIZ | Ø (mm) | % PASA |
| 1" | | |
| 3/4" | | |
| 3/8" | | |
| Nº 4 | | |
| Fondo | | |

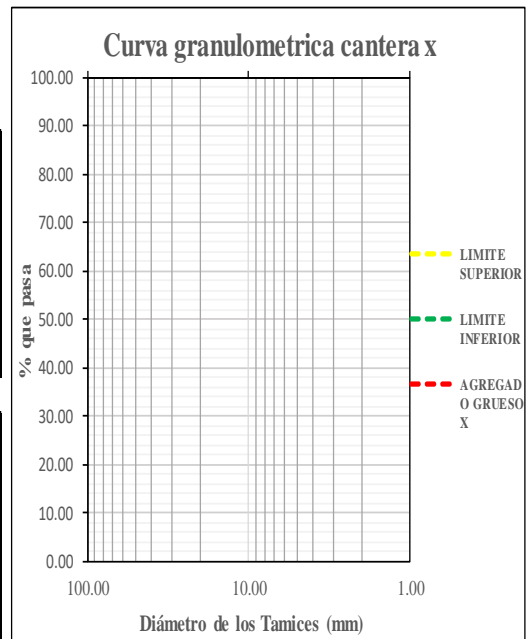






Figura 16

Ficha Técnica - Peso Específico y Porcentaje de Absorción

|  UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  | |
|--|---|
| TESIS: | "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE TESTIGOS CIRCULARES Y CUADRADAS CON TUBERÍAS EMBEBIDAS EN PORCENTAJES DE 0.4% A 4%" |
| TESISTAS: | BACH. KAREN M. ARANIVAR ASCUE BACH. JHOHAN ZUNIGA PIMENTEL |
| CANTERA: | |
| FECHA: | |
| LABORATORIO: | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL UAC |
| ENSAYO: | PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO Y FINO (NTP 400.021) |

DATOS:

| | PESO (gr) | SIMBOLO |
|---|-----------|---------|
| Muestra secada al horno | | A |
| Muestra saturada de superficie seca (SSS) | | B |
| Muestra sumergida | | C |

1. CÁLCULO DE LAS DENSIDADES



| DESCRIPCIÓN | SIMBOLO | FORMULA | PESO ESPECIFICO (pe) gr/cm3 | PESO ESPECIFICO (pe) kg/m3 |
|--|----------------|-------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Peso específico - Masa seca | γ | $\frac{A}{B - C}$ | | |
| Peso específico saturado superficialmente seco | γ_{SSS} | $\frac{B}{B - C}$ | | |
| Peso específico aparente | γ_a | $\frac{A}{A - C}$ | | |

2. CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

| DESCRIPCIÓN | SIMBOLO | FORMULA | RESULTADO |
|-------------------------|---------|-------------------------|-----------|
| Porcentaje de absorción | %A | $\frac{B - A}{A} * 100$ | |

Figura 17

Ficha Técnica - Contenido de Humedad de Agregado Grueso y Fino

|  UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  | |
|--|---|
| TESIS: | "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE TESTIGOS CIRCULARES Y CUADRADAS CON TUBERÍAS EMBEBIDAS EN PORCENTAJES DE 0.4% A 4%" |
| TESISTAS: | BACH. KAREN M. ARANIVAR ASCUE BACH. JHOHAN ZUNIGA PIMENTEL |
| CANTERA: | |
| FECHA: | |
| LABORATORIO: | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL UAC |
| ENSAYO: | CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO Y FINO (NTP 339.185) |



DATOS:

| DESCRIPCIÓN | TARA | | |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|
| | N° 01 | N° 02 | N° 03 |
| Peso de la Tara (gr) | | | |
| Peso de la Tara + Muestra (gr) | | | |
| Peso de la Muestra (gr) [A] | | | |
| Peso de la Tara + Muestra Seca (gr) | | | |
| Peso de la Muestra (gr) [B] | | | |
| % de Humedad [(A-B)/B] | | | |
| % de Humedad Final | | | |



Figura 18

Ficha Técnica - Peso Unitario Suelto, Peso Unitario Compactado y Porcentaje de Vacíos de Agregado Grueso y Fino

| | |
|---|---|
|  UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  | |
| TESIS: | “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE TESTIGOS CIRCULARES Y CUADRADAS CON TUBERIAS EMBEBIDAS EN PORCENTAJES DE 0.4% A 4%” |
| TESISTAS: | BACH. KAREN M. ARANIVAR ASCUE BACH. JHOHAN ZUNIGA PIMENTEL |
| CANTERA: | |
| FECHA: | |
| LABORATORIO: | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL UAC |
| ENSAYO: | PESO UNITARIO SUELTO (PUS), PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) Y PORCENTAJE DE VACIOS (NTP 400.017) AG Y AF |

1. PESO UNITARIO SUELTO (PUS)

DATOS:

| | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 |
|--|-----------|-----------|
| PESO DEL RECIPIENTE (gr) [A] | | |
| VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm ³) [V] | | |
| PESO DE LA MUESTRA + RECIPIENTE (gr) [B] | | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr) [M= B-A] | | |
| PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm ³) [PUS=M/V] | | |
| PROMEDIO (gr/cm ³) | | |

2. PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC)

DATOS:

| | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 |
|---|-----------|-----------|
| PESO DEL RECIPIENTE (gr) [A] | | |
| VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm ³) [V] | | |
| PESO DE LA MUESTRA + RECIPIENTE (gr) [B] | | |
| PESO DE LA MUESTRA (gr) [M= B-A] | | |
| PESO UNITARIO COMP. (gr/cm ³) [PUS=M/V] | | |
| PROMEDIO (gr/cm ³) | | |

3. PORCENTAJE DE VACIOS

DATOS:

| | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 |
|---|-----------|-----------|
| PESO ESPECIFICO (ADIMENSIONAL) [G] | | |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³) [U] | | |
| PESO UNITARIO DEL AGUA (kg/m ³) [W] | | |
| % DE VACIOS [(G*W)-U/(G*W)] | | |
| PROMEDIO DE % DE VACIO | | |

| RESUMEN DE RESULTADOS | | |
|--------------------------------|--------------------|-------------------|
| ENSAYO | gr/cm ³ | kg/m ³ |
| PESO UNITARIO SUELTO (PUS) | | |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) | | |
| % DE VACÍOS | | |



Figura 19

Ficha Técnica - Diseño de Mezclas por el Método A.C.I 211

| | |
|--|---|
| UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL | |
| TESIS: | “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE TESTIGOS CIRCULARES Y CUADRADAS CON TUBERIAS EMBEBIDAS EN PORCENTAJES DE 0.4% A 4%” |
| TESISTAS: | BACH. KAREN M. ARANIVAR ASCUE BACH. JHOHAN ZUNIGA PIMENTEL |
| CANTERA: | |
| FECHA: | |
| LABORATORIO: | ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL UAC |
| ENSAYO: | DISEÑO DE MEZCLA - MÉTODO ACI 211 |

DATOS PRINCIPALES:

| | | | | |
|----------------------------|------|------|-----------------|--|
| | A.F. | A.G. | f'c | |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA | | | TIPO DE CEMENTO | |
| ABSORCION | | | PESO ESPECIFICO | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
| MODULO DE FINEZA | | | | |
| PESO SECO COMPACTADO | | | | |
| TAMAÑO MAXIMO NOMINAL | | | | |

CALCULOS

PASO 1: DETERMINACION DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

| TABLA N° 01 | | |
|-------------|----------|--|
| f'c | f'cr | |
| < 210 | f'c + 70 | |
| 210 A 350 | f'c + 84 | |
| > 350 | f'c + 98 | |

PASO 2: SELECCIÓN DEL TAMAÑO MAXIMO NOMINAL

| | |
|-----|--|
| TMN | |
|-----|--|

PASO 3: SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

| CONSISTENCIA | SLUMP | TRABAJABILIDAD | |
|--------------|-------|----------------|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

| TABLA 10.2.1 | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|------|------|----|--------|----|----|----|
| VOLUMEN UNITARIO DE AGUA | | | | | | | | |
| ASENTAMIENTO | AGUA EN lt/m3 PARA LOS TMN DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADOS | | | | | | | |
| | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| | |
|-------------------|------|
| VOL UNITARIO AGUA | 0 lt |
|-------------------|------|



3.4.2 Instrumentos de Ingeniería

Para esta investigación que se encuentra dentro de la rama de tecnología del concreto, concreto armado y sismo resistencia los instrumentos necesarios para la obtención de los datos se basaron en las recomendaciones de las normativas, se menciona a continuación lo utilizado:

Tabla 11

Instrumentos de Ingeniería

| FASE DE INVESTIGACIÓN | INSTRUMENTO |
|--|--|
| Granulometría de agregados | <ul style="list-style-type: none">• Juego de tamices para agregado grueso y fino• Zaranda mecánica• Balanza con precisión de 0.01 gr• Balanza de 100 Kgf |
| Peso específico, absorción y contenido de humedad de los agregados gruesos | <ul style="list-style-type: none">• Recipiente hermético• Canastilla de abertura N°6• Balanza con precisión de 0.01 gr• Horno de laboratorio de 110 ± 5 °C |
| Peso específico, absorción y contenido de humedad de los agregados finos | <ul style="list-style-type: none">• Equipo de bomba de vacíos• Modelo cónico de 3"• Fiola de 500 cm³• Balanza con precisión de 0.01 gr• Horno de laboratorio de 110 ± 5 °C |
| Peso unitario de agregados | <ul style="list-style-type: none">• Molde y varilla metálica.• Balanza con precisión de 0.01 gr• Horno de laboratorio de 110 ± 5 °C |
| Consistencia del concreto | <ul style="list-style-type: none">• Cono de Abrams y varilla |
| Preparación de briquetas para ensayo | <ul style="list-style-type: none">• Briquetera cilíndrica• Encofrado rectangular• Tubería PVC |
| Resistencia a compresión | <ul style="list-style-type: none">• Equipo de ensayo a compresión• Balanza• Wincha y Vernier |
| Respuesta sísmica | <ul style="list-style-type: none">• Planos de edificación• Modelamiento estructural en software ETABS V.17 |



3.5 Procedimiento de recolección de datos

3.5.1 Análisis granulométrico del agregado grueso y fino (NTP 400.012)

Se realizó los ensayos de laboratorio siguiendo los procedimientos descritos en las normativas de aplicación y ámbito nacional para la determinación de la granulometría de agregado grueso y fino.

A Equipos y materiales

Los equipos utilizados fueron:

- 01 zaranda mecánica
- 01 juego de tamices para agregado grueso
- 01 juego de tamices para agregado fino
- 01 balanza con capacidad de 100 Kgf

Figura 20

Equipos y Materiales para Ensayo Granulométrico



B Procedimiento

El procedimiento de desarrollo para el presente ensayo se encuentra descrito en los siguientes pasos.



- Se procede a realizar el método de cuarteo para los agregados y hacer una representación ideal del material a ensayar, para esta investigación el agregado grueso es de la cantera de Huambutio mientras que la arena es de la cantera de Pisac.

Figura 21

Método del Cuarteo para Agregado Grueso y Agregado Fino



- Una vez realizado el cuarteo de los agregados se procede a verificar y obtener los dos cuartos más semejantes para poder llevar a cabo el ensayo, se coloca la muestra en el juego de tamices, para el agregado grueso se utilizó los tamices de 1", ¾", ½", 3/8" , ¼" y N°4, mientras que para el agregado fino se agregan los tamices N°8, N°16, N°30, N°50, N° 100 y N°200, se procede a tamizar por un tiempo de 2 a 3 minutos, retirando los tamices y se registran los pesos de cada tamiz con cada material retenido.



Figura 22

Peso de Porcentaje Retenido de Agregado Grueso y Agregado Fino



- Toma de datos: Los resultados obtenidos del proceso de tamizado del agregado grueso proveniente de la cantera de Huambutio y agregado fino de la cantera de Pisac, se obtiene las curvas granulométricas, y se determina si es que estos se encuentran dentro de los límites descritos en la normativa de ensayo.



Tabla 12

Análisis Granulométrico - Agregado Grueso

| ENSAYO: | | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO GRUESO (NTP 400.012) | | | | | | |
|---------------------------------|----------------|---|---------------|--------------------|------------------------------|---------------|----------------------|--------|
| DATOS | PESO (gr) | Tamiz | Diámetro (mm) | Peso Retenido (gr) | Peso Retenido Corregido (gr) | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasa |
| P muestra + P recipiente | 7250.00 | 1" | 25.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| Peso del recipiente | 250.00 | 3/4" | 19.00 | 420.00 | 420.80 | 6.01 | 6.01 | 93.99 |
| Peso de la muestra | 7000.00 | 1/2" | 12.70 | 2200.00 | 2200.80 | 31.44 | 37.45 | 62.55 |
| TM | 1 " | 3/8" | 9.50 | 1796.00 | 1796.80 | 25.67 | 63.12 | 36.88 |
| TMN | 3/4 " | 1/4" | 6.35 | 1600.00 | 1600.80 | 22.87 | 85.99 | 14.01 |
| Módulo de fineza | 7.68 | N° 4 | 4.75 | 890.00 | 890.80 | 12.73 | 98.71 | 1.29 |
| %Error | 0.05714 | Fondo | 0.00 | 90.00 | 90.00 | 1.29 | 100.00 | 0.00 |
| Corrección | 0.8000 | TOTAL | | 6996.00 | 7000.00 | 100.00 | | |

| Límite Superior | | |
|-----------------|--------|--------|
| TAMIZ | Ø (mm) | % PASA |
| 1" | 25.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.00 | 100.00 |
| 3/8" | 9.50 | 55.00 |
| N° 4 | 4.75 | 10.00 |
| Fondo | 0.00 | 0.00 |

| Límite Inferior | | |
|-----------------|--------|--------|
| TAMIZ | Ø (mm) | % PASA |
| 1" | 25.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.00 | 90.00 |
| 3/8" | 9.50 | 20.00 |
| N° 4 | 4.75 | 0.00 |
| Fondo | 0.00 | 0.00 |

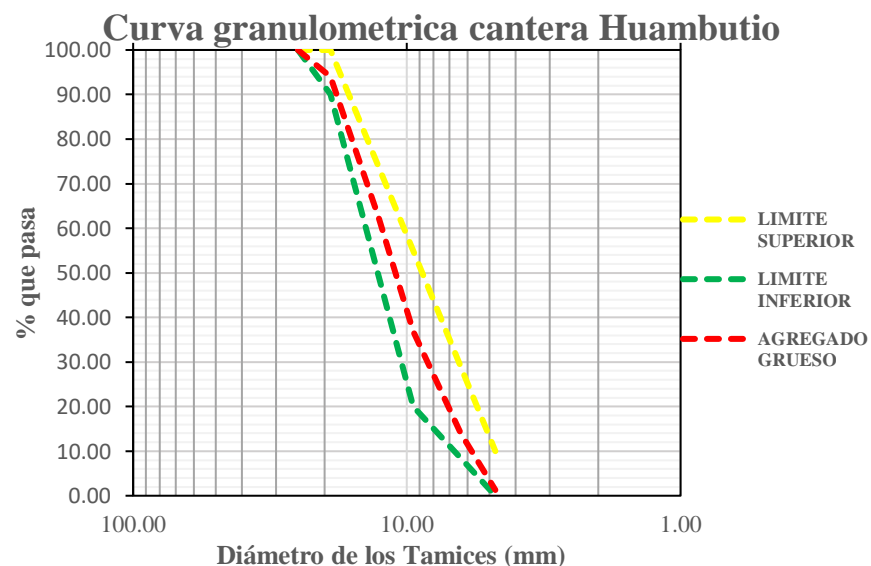




Tabla 13

Análisis Granulométrico - Agregado Fino

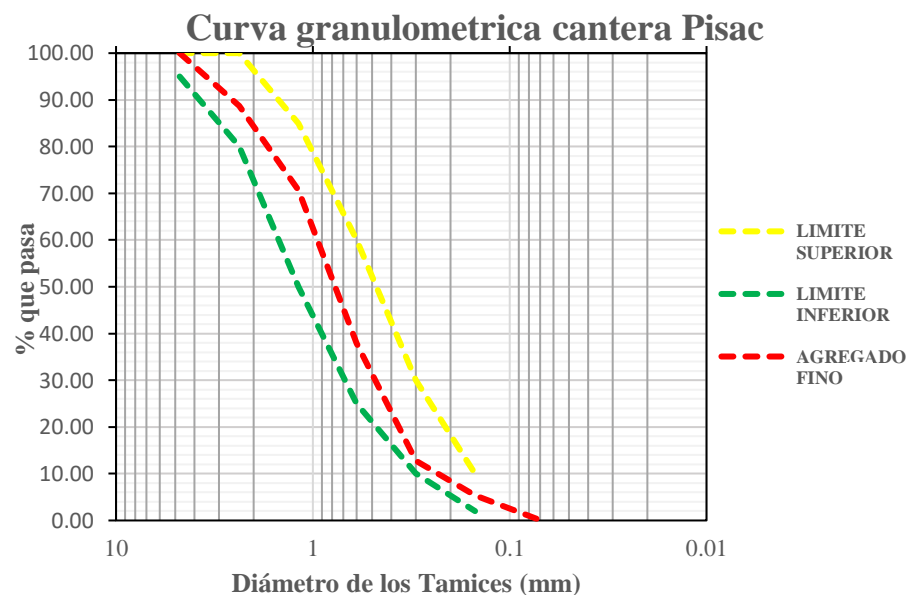
| ENSAYO: | | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO FINO (NTP 400.012) | | | | | | |
|---------------------------------|----------------|---|---------------|--------------------|------------------------------|---------------|----------------------|--------|
| DATOS | PESO (gr) | Tamiz | Diámetro (mm) | Peso Retenido (gr) | Peso Retenido Corregido (gr) | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Pasa |
| P muestra + P recipiente | 3250.00 | N° 4 | 4.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| Peso del recipiente | 250.00 | N° 8 | 2.36 | 338.00 | 338.17 | 11.27 | 11.27 | 88.73 |
| Peso de la muestra | 3000.00 | N° 16 | 1.18 | 543.00 | 543.17 | 18.11 | 29.38 | 70.62 |
| | | N° 30 | 0.60 | 980.00 | 980.17 | 32.67 | 62.05 | 37.95 |
| Módulo de fineza | 2.85 | N° 50 | 0.30 | 754.00 | 754.17 | 25.14 | 87.19 | 12.81 |
| %Error | 0.03333 | N° 100 | 0.15 | 223.00 | 223.17 | 7.44 | 94.63 | 5.37 |
| Corrección | 0.1667 | N° 200 | 0.07 | 150.00 | 150.17 | 5.01 | 99.63 | 0.37 |
| | | Fondo | 0.00 | 11.00 | 11.00 | 0.37 | 100.00 | 0.00 |
| | | TOTAL | | 2999.00 | 3000.00 | 100.00 | | |

Límite Superior

| TAMIZ | ∅ (mm) | % PASA |
|--------|--------|--------|
| N° 4 | 4.75 | 100.00 |
| N° 8 | 2.36 | 100.00 |
| N° 16 | 1.18 | 85.00 |
| N° 30 | 0.60 | 60.00 |
| N° 50 | 0.30 | 30.00 |
| N° 100 | 0.15 | 10.00 |

Límite Inferior

| TAMIZ | ∅ (mm) | % PASA |
|--------|--------|--------|
| N° 4 | 4.75 | 95.00 |
| N° 8 | 2.36 | 80.00 |
| N° 16 | 1.18 | 50.00 |
| N° 30 | 0.60 | 25.00 |
| N° 50 | 0.30 | 10.00 |
| N° 100 | 0.15 | 2.00 |





3.5.2 *Peso específico, porcentaje de absorción (NTP 400.021) y contenido de humedad de agregado grueso (NTP 339.185)*

Se realizó los ensayos de laboratorio siguiendo los procedimientos descritos en las normativas de aplicación y ámbito nacional.

A Equipos y materiales

Los equipos utilizados fueron:

- 01 recipiente hermético
- 01 balanza con precisión de 0.01 gr
- 01 horno de laboratorio de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- 01 herramientas manuales (Franela)

Figura 23

Equipos y Materiales para Peso Específico, Porcentaje de Absorción y Contenido de Humedad de Agregado Grueso



B Procedimiento

El procedimiento de desarrollo para el presente ensayo se encuentra descrito en los siguientes pasos.

- Se procede a sumergir la muestra, verificando que este se encuentre libre de impurezas, el tiempo para saturar es de más de 24 horas, cumpliendo con este procedimiento, con ayuda



de una franela se procede a secar superficialmente la muestra y se registra el peso con estas características, este es el peso saturado con superficie seca o parámetro SSS.

Figura 24

Determinación del Peso Saturado con Superficie Seca



- Luego de este proceso se coloca la muestra una probeta de un determinado volumen, luego se sumerge la muestra y se espera a que se encuentre sumergida y se procede a registrar el peso sumergido.

Figura 25

Determinación del Peso Saturado de Agregado Grueso

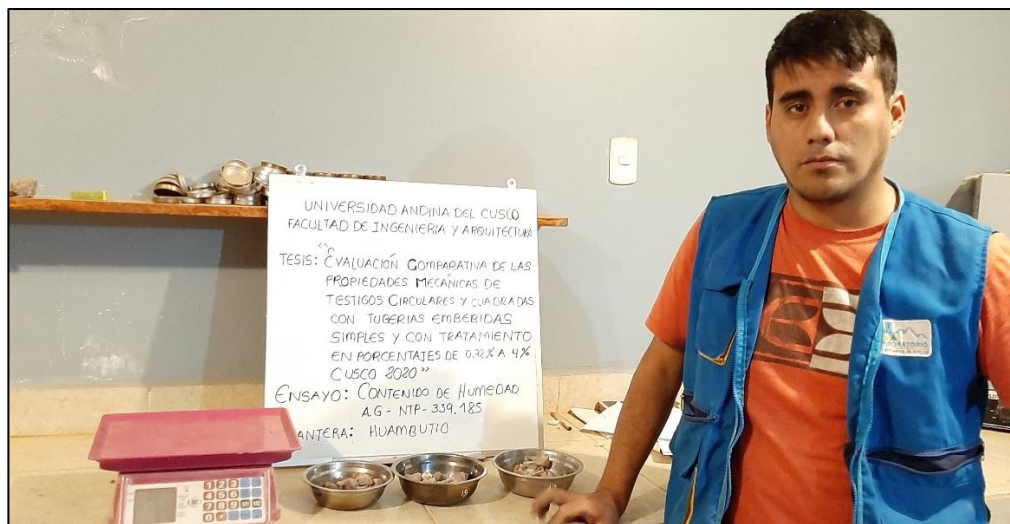




- Por último, se procede a retirar la muestra de la probeta y se coloca en recipientes para ser secada con ayuda del horno de laboratorio con una temperatura de 110 °C con el objetivo de determinar su peso seco, luego de por lo menos 24 horas se deja enfriar y se registra el peso en condición seca. Con estos datos se procederá a determinar el peso específico y el porcentaje de absorción.
- Para la determinación del contenido de humedad del agregado grueso se procede a desarrollar nuevamente un cuarteo del agregado y se procederá a su lavado para luego distribuirlo por lo menos en 3 taras metálicas y se registrará el peso inicial de cada muestra.

Figura 26

Determinación del Contenido de Humedad del Agregado Grueso



- Se procede a colocar las muestras en el horno de laboratorio durante un tiempo de más de 24 horas, luego se procede a retirarlos y pesarlos obteniendo el peso seco de cada uno realizando un promedio de estos elementos.

Figura 27

Peso Seco del Agregado Grueso



- Toma de datos: Se procede a colocar los pesos obtenidos en la ficha técnica.

Tabla 14

Peso Específico, Porcentaje de Absorción de Agregado Grueso

| ENSAYO: | | PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.021) | | |
|--|----------------|---|------------------------------|-----------------------------|
| DATOS: | | PESO (gr) | SÍMBOLO | |
| Muestra secada al horno | | 594.00 | A | |
| Muestra saturada de superficie seca (SSS) | | 600.00 | B | |
| Muestra sumergida | | 323.67 | C | |
| 1. CÁLCULO DE LAS DENSIDADES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | SÍMBOLO | FORMULA | PESO ESPECIFICO (p.e) gr/cm3 | PESO ESPECIFICO (p.e) Kg/m3 |
| Peso específico - Masa seca | γ | $\frac{A}{B - C}$ | 2.15 | 2149.60 |
| Peso específico saturado superficialmente seco | γ_{SSS} | $\frac{B}{B - C}$ | 2.17 | 2171.32 |
| Peso específico aparente | γ_a | $\frac{A}{A - C}$ | 2.20 | 2197.31 |
| 2. CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | | | | |
| DESCRIPCIÓN | SÍMBOLO | FORMULA | RESULTADO | |
| Porcentaje de absorción | $\%_A$ | $\frac{B - A}{A} * 100$ | 1.01 % | |



Tabla 15

Contenido de Humedad de Agregado Grueso

| ENSAYO: | CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO (NTP 339.185) | | |
|-------------------------------------|--|--------|--------|
| | TARA | | |
| DESCRIPCIÓN | N° 01 | N° 02 | N° 03 |
| Peso de la Tara (gr) | 55.00 | 55.00 | 55.00 |
| Peso de la Tara + Muestra (gr) | 430.00 | 390.00 | 465.00 |
| Peso de la Muestra (gr) [A] | 375.00 | 335.00 | 410.00 |
| Peso de la Tara + Muestra Seca (gr) | 426.00 | 385.00 | 462.00 |
| Peso de la Muestra (gr) [B] | 371.00 | 330.00 | 407.00 |
| % de Humedad [(A-B)/B] | 1.08 % | 1.52 % | 0.74 % |
| % de Humedad Final | 1.11 % | | |

3.5.3 *Peso específico, porcentaje de absorción (NTP 400.022) y contenido de humedad de agregado fino (NTP 339.185)*

Se realizó los ensayos de laboratorio siguiendo los procedimientos descritos en las normativas de aplicación y ámbito nacional, al igual que en el agregado grueso se deberá de determinar para el agregado fino.

A Equipos y materiales

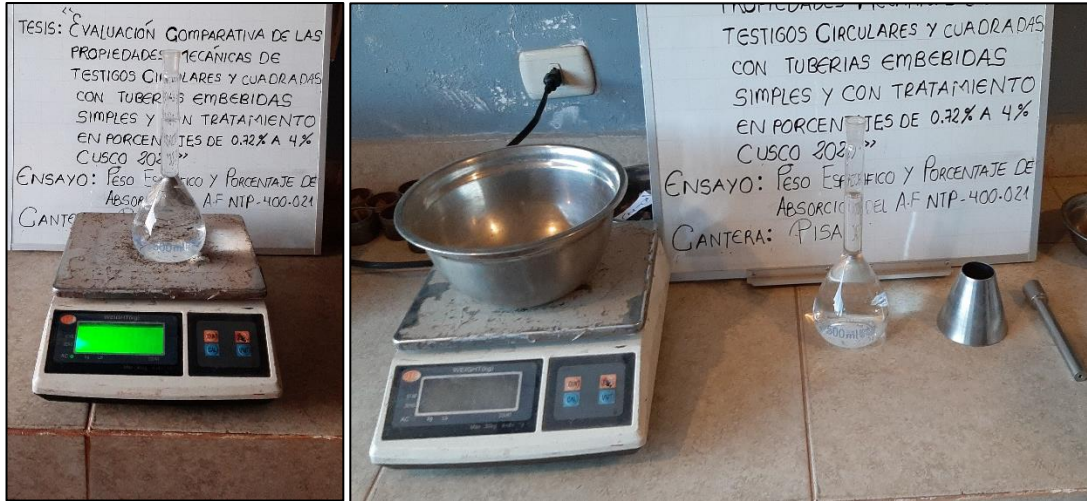
Los equipos utilizados fueron:

- 01 Fiola de 500 cm³
- 01 molde cónico de 3" de altura
- 01 equipo de bomba de vacíos
- 01 balanza con precisión de 0.01 gr
- 01 horno de laboratorio de 110 + 5 °C



Figura 28

Equipos y Materiales para Peso Específico, Porcentaje de Absorción y Contenido de Humedad de Agregado Fino



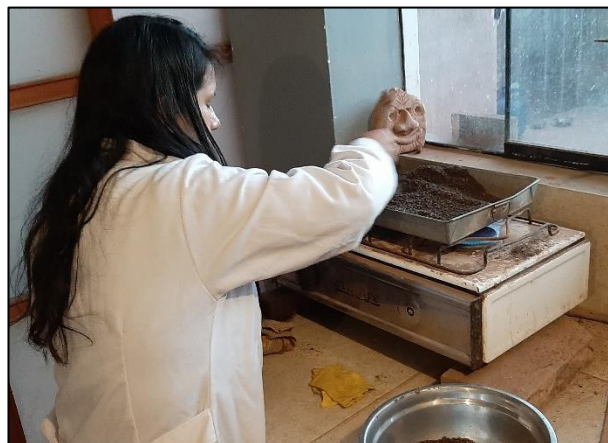
B Procedimiento

El procedimiento de desarrollo para el presente ensayo se encuentra descrito en los siguientes pasos.

- Se procede a sumergir la muestra, verificando que este se encuentre libre de impurezas, el tiempo para saturar es de más de 24 horas, una vez realizado este paso se procede a secar la muestra, el peso de la muestra será de al menos 1 Kgf y se procederá a su secado a través de un medio de corriente de aire caliente.

Figura 29

Determinación del Peso Saturado con Superficie Seca de Agregado Fino





- Se procede a introducir al molde cónico hasta su tope, se apisona un mínimo de 25 veces dejando caer por peso propio el piso, se realizara en sentido horario del centro hacia afuera, se nivela la muestra al ras y se retira verticalmente el molde, después de retirado, si la muestra se desmorona es debido a que se encuentra saturada con superficie saca, caso contrario, si se queda en su forma se asume que la muestra sigue húmeda y se debe repetir este proceso.

Figura 30

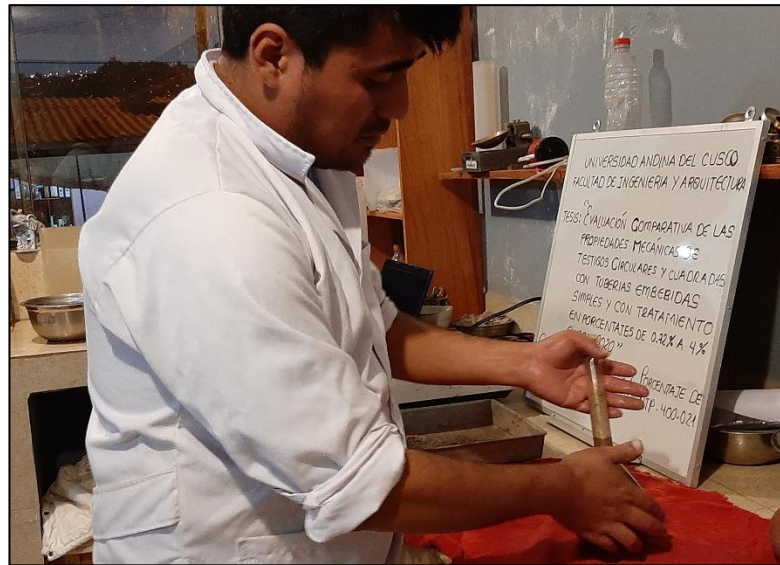
Ensayo con Molde Cónico para Agregado Fino



- Luego se coloca al menos 500 gr de la muestra saturada a la Fiola y se llena con agua hasta su capacidad total, con ayuda de la bomba de vacíos se procede a retirar el aire contenido entre cada partícula, y logrando que los espacios vacíos se reduzcan, después de 45 minutos, se puede verificar que se produce una reducción del volumen y se procede a registrar el peso, luego se procede a retirar la muestra y es enviada al horno de laboratorio y luego de al menos 24 horas se procede a pesar la condición seca de la muestra.

Figura 31

Uso de Fiola en Ensayo



- Posteriormente, para el contenido de humedad, se procede a realizar un cuarteo de la muestra y se utiliza la cantidad para 03 taras metálicas registrando un peso inicial de cada tara con sus muestras, se procede a colocar las taras en el horno de laboratorio durante al menos 24 horas, luego se retira la muestra y se procede a registrar el peso.

Figura 32

Determinación de Contenido de Humedad de Agregado Fino



C Toma de datos

- Se procede a colocar los pesos obtenidos en la ficha técnica.



Tabla 16

Peso Específico, Porcentaje de Absorción de Agregado Fino

| ENSAYO: | | PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.021) | | |
|--|----------------|---|--|---|
| DATOS: | | PESO (gr) | SÍMBOLO | |
| Muestra secada al horno | | 490.00 | A | |
| Muestra saturada de superficie seca (SSS) | | 500.00 | B | |
| Muestra sumergida | | 312.00 | C | |
| 1. CÁLCULO DE LAS DENSIDADES | | | | |
| DESCRIPCIÓN | SÍMBOLO | FORMULA | PESO ESPECIFICO (p.e) gr/cm ³ | PESO ESPECIFICO (p.e) Kg/m ³ |
| Peso específico - Masa seca | γ | $\frac{A}{B - C}$ | 2.61 | 2606.38 |
| Peso específico saturado superficialmente seco | γ_{SSS} | $\frac{B}{B - C}$ | 2.66 | 2659.57 |
| Peso específico aparente | γ_a | $\frac{A}{A - C}$ | 2.75 | 2752.81 |
| 2. CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | | | | |
| DESCRIPCIÓN | SÍMBOLO | FORMULA | RESULTADO | |
| Porcentaje de absorción | %A | $\frac{B - A}{A} * 100$ | 2.64 % | |

Tabla 17

Contenido de Humedad de Agregado Fino

| ENSAYO: | | CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO (NTP 339.185) | | |
|-------------------------------------|--------|--|--------|--|
| DESCRIPCIÓN | TARA | | | |
| | N° 01 | N° 02 | N° 03 | |
| Peso de la Tara (gr) | 55.00 | 55.00 | 60.00 | |
| Peso de la Tara + Muestra (gr) | 400.00 | 390.00 | 490.00 | |
| Peso de la Muestra (gr) [A] | 345.00 | 335.00 | 430.00 | |
| Peso de la Tara + Muestra Seca (gr) | 385.00 | 375.00 | 470.00 | |
| Peso de la Muestra (gr) [B] | 330.00 | 320.00 | 410.00 | |
| % de Humedad [(A-B)/B] | 4.55 % | 4.69 % | 4.88 % | |
| % de Humedad Final | 4.70 % | | | |



3.5.4 *Peso unitario del agregado grueso (NTP 400.017)*

Se realizó los ensayos de laboratorio siguiendo los procedimientos descritos en las normativas de aplicación y ámbito nacional. Mediante este parámetro determinaremos el peso unitario del agregado grueso en un estado suelto y en otro estado compactado.

A Equipos y materiales

Los equipos utilizados fueron:

- 01 molde metálico
- 01 varilla metálica con punta redondeada
- 01 balanza con capacidad de 100 Kgf
- 01 horno de laboratorio de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$

Figura 33

Equipos y Herramientas para Ensayo de Peso Unitario de Agregado Grueso



B Procedimiento

El procedimiento de desarrollo para el presente ensayo se encuentra descrito en los siguientes pasos.

- En primer lugar, se deberá de obtener una muestra representativa del agregado en estudio, y de acuerdo a su tamaño máximo nominal determinado en el ensayo de granulometría se procede a seleccionar la capacidad del molde. Para esta investigación el agregado grueso tiene un TMN de 3/4" y el molde seleccionado es de acuerdo a la normativa utilizada. Luego se procede a determinar el peso unitario suelto del agregado agregando de manera



manual dentro del molde y se enraza el material en la parte superior del molde con ayuda de la varilla.

Figura 34

Determinación del Peso Unitario Suelto



- Obtenido el primer valor se procede a vaciar el molde y con el mismo material utilizado se vuelve a llenar el molde solamente hasta 1/3 de su altura y en esta capa se aplicara una compactación con una varilla metálica, se aplicara como mínimo 25 golpes en forma circular, se repite para el tercio siguiente y hasta completar el molde y se procede a enrazar el material a la parte superior del molde, y se registra el peso.

Figura 35

Determinación del Peso Unitario Compactado





C Toma de datos

- Se procede a colocar los pesos obtenidos en la ficha técnica.

Tabla 18

Peso Unitario de Agregado Grueso

| ENSAYO: PESO UNITARIO SUELTO (PUS), PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) Y PORCENTAJE DE VACÍOS (NTP 400.017) AG | | |
|--|----------------|-----------|
| 1. PESO UNITARIO SUELTO (PUS) | | |
| DATOS | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 |
| PESO DEL RECIPIENTE (gr) [A] | 6,549.00 | 6,549.00 |
| VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm3) [V] | 2,061.00 | 2,061.00 |
| PESO DE LA MUESTRA + RECIPIENTE (gr) [B] | 9,344.00 | 9,370.00 |
| PESO DE LA MUESTRA (gr) [M= B-A] | 2,795.00 | 2,821.00 |
| PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm3) [PUS=M/V] | 1.3561 | 1.3688 |
| PROMEDIO (gr/cm3) | 1.3624 | |
| 2. PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) | | |
| DATOS | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 |
| PESO DEL RECIPIENTE (gr) [A] | 6,549.00 | 6,549.00 |
| VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm3) [V] | 2,061.00 | 2,061.00 |
| PESO DE LA MUESTRA + RECIPIENTE (gr) [B] | 9,883.00 | 9,869.00 |
| PESO DE LA MUESTRA (gr) [M= B-A] | 3,334.00 | 3,320.00 |
| PESO UNITARIO COMP. (gr/cm3) [PUS=M/V] | 1.6177 | 1.6109 |
| PROMEDIO (gr/cm3) | 1.6143 | |
| 3. PORCENTAJE DE VACÍOS | | |
| DATOS | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 |
| PESO ESPECIFICO (ADIMENSIONAL) [G] | 2.60 | 2.60 |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (Kgf/m3) [U] | 1,617.66 | 1,610.87 |
| PESO UNITARIO DEL AGUA (Kgf/m3) [W] | 1,000.00 | 1,000.00 |
| % DE VACÍOS [(G*W)-U/(G*W)] | 37.78 % | 38.04 % |
| PROMEDIO DE % DE VACÍOS | 37.91 % | |
| RESUMEN DE RESULTADOS | | |
| ENSAYO | gr/cm3 | Kgf/m3 |
| PESO UNITARIO SUELTO (PUS) | 1.36 | 1,362.45 |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) | 1.61 | 1,614.26 |
| % DE VACÍOS | 37.91 % | |



3.5.5 *Diseño de mezclas para preparación de muestras circulares y cuadradas*

Se realizó el diseño de mezclas bajo el método de A.C.I. 211, este depende de parámetros que anteriormente se determinaron con los ensayos de los agregados.

A Equipos y materiales

Los equipos utilizados fueron:

- Agregado grueso (Huambutio)
- Agregado fino (Pisac)
- Cemento Yura portland IP
- Agua para mezcla (potable)
- Tuberías de PVC (1/2", 1", 1 1/4")
- Cono de Abrams y varilla de punta redondeada
- Briquetas cilíndricas de acero
- Briquetas rectangulares de madera

Figura 36

Equipos, Materiales y Herramientas para Elaboración de Muestras Circulares y Cuadradas





B Procedimiento

El procedimiento de desarrollo para la preparación de las muestras con el diseño de mezclas establecido se encuentra descrito en los siguientes pasos.

- Con las dosificaciones obtenidas se procede a pesar el material para su preparado (los mismos que fueron ensayados previamente), se procede a introducir una parte de agua en la mezcladora de concreto y se introduce el agregado grueso y el cemento, el movimiento cíclico y circular de la mezcladora permite al cemento poder adherirse a las partículas, luego, se agrega el agregado fino y el resto de agua, el tiempo de mezclado es de al menos 10 minutos, se procede a realizar el ensayo de consistencia en el cono de Abrams y se cumple con el SLUMP establecido en el diseño, se usa una parte de la mezcla y se vacía en tercios del molde compactando cada capa con 25 golpes, se enrasa la parte superior y se procede a retirar el cono invirtiéndolo a lado de la mezcla compactada, se mide la diferencia entre ambos umbrales y se mide el asentamiento.

Figura 37

Consistencia de la Mezcla - Cono de Abrams



- Luego se elaboran las muestras de concreto circulares y cuadradas, a cada molde preparado se le compactara con 25 golpes con una varilla lisa redondeada, con el objetivo de la investigación se procede a colocar las tuberías embebidas en el porcentaje determinado en un mínimo de 03 muestras, por último, se enrasa la superficie superior de la Briquetera y



se le da un acabado en la superficie con el fin que en el ensayo a compresión e tenga una superficie debidamente perfilada para la distribución de fuerza.

Figura 38

Preparación de Muestras Circulares para Ensayo a Compresión



- Se preparan las muestras circulares y se introducirán las tuberías concénricamente dentro del molde, y se procede a su llenado del concreto, de igual manera se realiza para las muestras de sección cuadrada.

Figura 39

Muestras Cilíndricas con Tuberías Embebidas



Figura 40

Muestras Cuadradas con Tuberías Embebidas



- Luego de por lo menos 24 horas y cuando el concreto se encuentre endurecido, se procede a retirarlas del molde evitando daño significativo al momento de retirarlos, luego se introduce un código de identificación a cada muestra para su posterior ensayo, culminado con la identificación por muestra se procede a su colocación en los contenedores con agua para el curado, el tiempo de curado será de acuerdo a criterio de los investigadores siendo estos de 7 y 28 días.

Figura 41

Procedimiento de Curado de Muestras Cilíndricas y Cuadradas





C Toma de datos

Se presenta a continuación el método de diseño de mezclas con los parámetros establecidos y la dosificación necesaria para el preparado de muestras que previamente se presentó.

Tabla 19

Diseño y Dosificación de Muestras Cilíndricas y Cuadradas

| ENSAYO: | | DISEÑO DE MEZCLA - MÉTODO ACI 211 | | | | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------------|--|---------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| DATOS PRINCIPALES: | | A.F. | A.G. | f'c | 210.00 Kgf/cm ² | | | |
| PESO ESPECIFICO DE LA MASA | 2.61 gr/cm ³ | 2.15 gr/cm ³ | TIPO DE CEMENTO PESO ESPECIFICO | YURA TIPO IP | 2.85 gr/cm ³ | | | |
| ABSORCIÓN | 2.04% | 1.01% | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | 4.70% | 1.11% | | | | | | |
| MODULO DE FINEZA | 2.85 | - | | | | | | |
| PESO SECO COMPACTADO | - | 1614.26 Kgf/m ³ | | | | | | |
| TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL | - | 3/4 " | | | | | | |
| CÁLCULOS | | | | | | | | |
| PASO 1: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO | | | | | | | | |
| TABLA N° 01 | | | | | | | | |
| f'c | f'cr | | f'cr | 294.00 | Kgf/cm² | | | |
| < 210 | f'c + 70 | | | | | | | |
| 210 A 350 | f'c + 84 | | | | | | | |
| > 350 | f'c + 98 | | | | | | | |
| PASO 2: SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL | | | | | | | | |
| TMN | 3/4" | | | | | | | |
| PASO 3: SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO | | | | | | | | |
| CONSISTENCIA | SLUMP | TRABAJABILIDAD | | | | | | |
| SECA | 0" A 2" | POCO TRABAJABLE | | | | | | |
| PLÁSTICA | 3" A 4" | TRABAJABLE | | | | | | |
| FLUIDA | > 5" | MUY TRABAJABLE | | | | | | |
| PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA | | | | | | | | |
| TABLA 10.2.1 | | | | | | | | |
| VOLUMEN UNITARIO DE AGUA | | | | | | | | |
| AGUA EN lt/m ³ PARA LOS TMN DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADOS | | | | | | | | |
| ASENTAMIENTO | 3/8" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 3" | 6" |
| CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO | | | | | | | | |
| 1" a 2" | 207 | 199 | 190 | 179 | 166 | 154 | 130 | 113 |
| 3" a 4" | 228 | 216 | 205 | 193 | 181 | 169 | 145 | 124 |
| 6" a 7" | 243 | 228 | 216 | 202 | 190 | 178 | 160 | - |



PASO 5: CONTENIDO DE AIRE

TABLA 11.2.1

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

| TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL | AIRE ATRAPADO |
|-----------------------|---------------|
| 3/8" | 3.00% |
| 1/2" | 2.50% |
| 3/4" | 2.00% |
| 1" | 1.50% |
| 1 1/2" | 1.00% |
| 2" | 0.50% |
| 3" | 0.30% |
| 6" | 0.20% |

PASO 6 : RELACIÓN AGUA CEMENTO

TABLA 12.2.2

RELACIÓN AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA

| f _{cr} 28 días (Kgf/cm ²) | RELACIÓN AGUA - CEMENTO DE DISEÑO EN PESO | |
|--|---|-------------------------------|
| | CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO | CONCRETO CON AIRE INCORPORADO |
| 150 | 0.80 | 0.71 |
| 200 | 0.70 | 0.61 |
| 250 | 0.62 | 0.53 |
| 300 | 0.55 | 0.46 |
| 350 | 0.48 | 0.40 |
| 400 | 0.43 | - |
| 450 | 0.38 | - |
| f _{cr} 28 DIAS | SIN AIRE | |
| 294.00 Kgf/cm ² | 0.56 | |

PASO 7: FACTOR CEMENTO

| | | |
|----------------|--------|--------------------|
| FACTOR CEMENTO | 367.12 | Kgf/m ³ |
| | 8.64 | bls/m ³ |

PASO 8: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

TABLA 16.2.2

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

| TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO | VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO, PARA DIVERSOS MÓDULOS DE FINEZA | | | |
|---|---|------|------|------|
| | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 3/8" | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2" | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4" | 0.66 | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1" | 0.71 | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2" | 0.76 | 0.74 | 0.72 | 0.70 |
| 2" | 0.78 | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3" | 0.81 | 0.79 | 0.77 | 0.75 |
| 6" | 0.87 | 0.85 | 0.83 | 0.81 |



| INTERPOLACIÓN | MF | TMN 3/4" |
|-----------------|------|----------|
| LIMITE INFERIOR | 2.80 | 0.62 |
| VALOR | 2.85 | 0.615 |
| LIMITE SUPERIOR | 3.00 | 0.60 |

| | | |
|--|---------------|---------------|
| VOLUMEN AGREGADO GRUESO SECO COMPACTADO | 0.615 | |
| PESO DEL AGREGADO GRUESO SECO | 992.77 | Kgf/m3 |

PASO 9: CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS

| | | |
|-----------------|-------|----|
| CEMENTO | 0.129 | m3 |
| AGUA | 0.205 | m3 |
| AIRE | 0.020 | m3 |
| AGREGADO GRUESO | 0.462 | m3 |
| SUMA TOTAL | 0.816 | m3 |

PASO 10: CONTENIDO DE AGREGADO FINO

| | | |
|---------------------------------------|---------|--------|
| VOLUMEN ABSOLUTO AGREGADO FINO | 0.184 | m3 |
| PESO DEL AGREGADO FINO EN ESTADO SECO | 481.369 | Kgf/m3 |

PASO 11: VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA

| | | |
|---------|---------|--------|
| CEMENTO | 367.12 | Kgf/m3 |
| AGUA | 205 | lt/m3 |
| AF SECO | 481.369 | Kgf/m3 |
| AG SECO | 992.77 | Kgf/m3 |

PASO 12: CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

| | | PESO CORREGIDO | |
|-----------------|-------|-------------------|--------|
| AGREGADO FINO | 22.62 | 503.99 | Kgf/m3 |
| AGREGADO GRUESO | 11.02 | 1003.79 | Kgf/m3 |

| HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS | | | APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS | | |
|---|--------|-------|---------------------------------------|----------|-------|
| HUMEDAD SUPERFICIAL AF | 2.66% | | AF | 13.40621 | lt/m3 |
| HUMEDAD SUPERFICIAL AG | 0.10% | | AG | 1.00379 | lt/m3 |
| AGUA EFECTIVA | 190.59 | lt/m3 | TOTAL | 14.41 | lt/m3 |

PASO 13: PROPORCIONAMIENTO FINAL

| | Kgf/m3 | Bolsas 1p3 | Volumen m3 |
|-----------------|---------|------------|---------------|
| CEMENTO | 367.12 | 1 | 0.129 |
| AGREGADO FINO | 503.99 | 1.4 | 0.193 |
| AGREGADO GRUESO | 1003.79 | 2.7 | 0.467 |
| AGUA | 190.59 | 22.06 | 0.191 |

Cantidades finales por m3

| CEMENTO | AF | AG | AGUA |
|----------|----------|----------|-----------|
| 8.64 bls | 0.193 m3 | 0.467 m3 | 190.59 lt |



Proporcionamiento en Kgf para briquetas $\phi=15$ cm y h=30 cm (Volumen 0.0053m³)

| | | | | |
|---------|----------|--------|-------|-----|
| CEMENTO | 1.95 Kgf | Moldes | 17.51 | Kgf |
| AF | 2.67 Kgf | | 24.04 | Kgf |
| AG | 5.32 Kgf | 9 | 47.88 | Kgf |
| AGUA | 1.01 lt | | 9.09 | lt |

Proporcionamiento en Kgf para briketa cuadrada de L=15cm, A=15cm y h=30cm (Volumen=0.0068m³)

| | | | | |
|---------|----------|--------|-------|-----|
| CEMENTO | 2.50 Kgf | Moldes | 22.47 | Kgf |
| AF | 3.43 Kgf | | 30.84 | Kgf |
| AG | 6.83 Kgf | 9 | 61.43 | Kgf |
| AGUA | 1.30 lt | | 11.66 | lt |

3.5.6 Resistencia a compresión de briquetas circulares y cuadradas (NTP 339.034)

Este ensayo comprende la aplicación de una carga axial de compresión sobre la superficie superior del testigo hasta llegar a la falla, estos resultados nos mostraran la resistencia a compresión ($f'c$) a los 7 y 28 días.

A Equipos y materiales

Los equipos utilizados fueron:

- Equipo de compresión
- Briquetas de concreto de área circular de 15 cm de diámetro.
- Briquetas de concreto cuadrado de sección de 15 cm.
- Briquetas de concreto de área circular con tubería embebida en determinado porcentaje de sección.
- Briquetas de concreto cuadrado con tubería embebida en un determinado porcentaje de sección

Figura 42

Equipos y materiales para Ensayo a Compresión



B Procedimiento

El procedimiento de desarrollo para la preparación de las muestras con el diseño de mezclas establecido se encuentra descrito en los siguientes pasos.

- Se determinaron las tuberías a utilizar las cuales fueron de clase 10, se utilizaron tuberías de diámetro de 1/2", 1" y 1 1/4", según la ficha técnica anexada a la presente investigación se tienen los siguientes datos:

Tabla 20

Espesor y Diámetro Exterior e Interior de Tuberías PVC Clase 10

| DIÁMETRO EXTERIOR | | |
|--------------------------|------|----|
| Ø 1/2" | 21 | mm |
| Ø 1" | 33 | mm |
| Ø 1 1/4" | 42 | mm |
| ESPESOR TUBERÍA | | |
| Ø 1/2" | 2.9 | mm |
| Ø 1" | 3.4 | mm |
| Ø 1 1/4" | 3.6 | mm |
| DIÁMETRO INTERIOR | | |
| Ø 1/2" | 15.2 | mm |
| Ø 1" | 26.2 | mm |
| Ø 1 1/4" | 34.8 | mm |

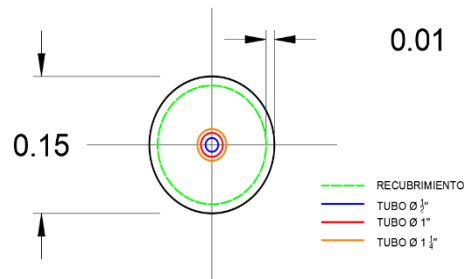
Fuente: (PAVCO WANVIN, 2020)

- Se ubicaron las tuberías dentro de las briquetas circulares y cuadradas, se calcularon las excentricidades y la ubicación de tuberías con respecto al centroide de las muestras.

Tabla 21

Ubicación de Tuberías Concéntricas en Briquetas Circulares

CIRCULAR CONCÉNTRICA Ø= 0.15cm

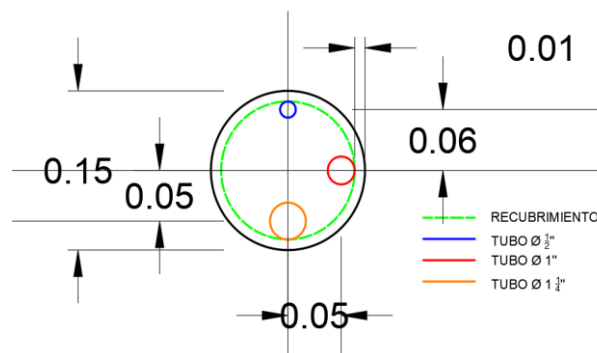


| CALCULO DE EXCENTRICIDAD | | |
|--------------------------|--------|--------|
| COORDENADAS | Ex (m) | eY (m) |
| Ø 1/2" | 0 | 0 |
| Ø 1" | 0 | 0 |
| Ø 1 1/4" | 0 | 0 |

Tabla 22

Ubicación de Tuberías No Concéntricas en Briquetas Circulares

CIRCULAR NO CONCÉNTRICA Ø= 0.15cm



| CALCULO DE LA EXCENTRICIDAD | | |
|-----------------------------|--------|--------|
| COORDENADAS | eX (m) | eY (m) |
| Ø 1/2" | 0 | 0.06 |
| Ø 1" | 0.05 | 0 |
| Ø 1 1/4" | 0 | 0.05 |

Tabla 23

Ubicación de Tuberías Concéntricas en Briquetas Cuadradas

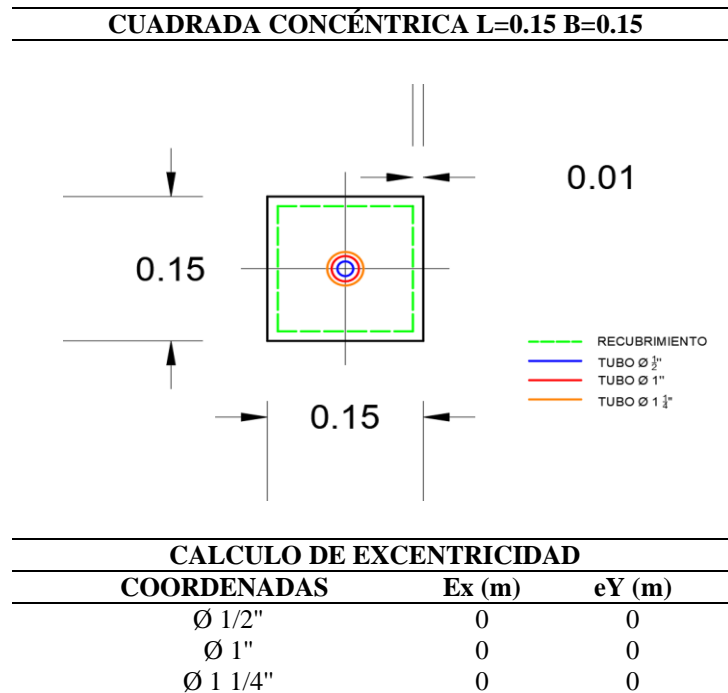
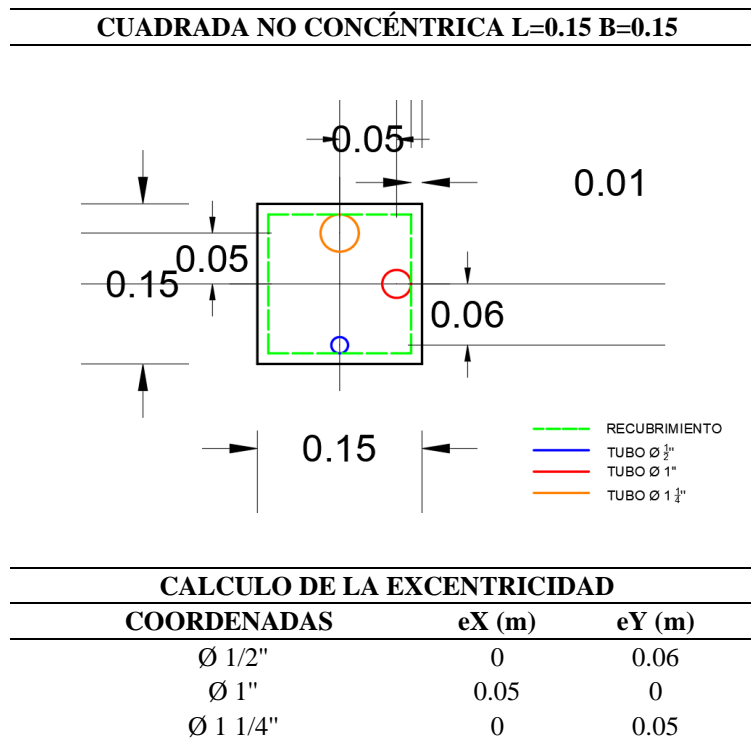


Tabla 24

Ubicación de Tuberías No Concéntricas en Briquetas Cuadradas





- Pasado el tiempo de curado en los contenedores de agua se registran las dimensiones geométricas y el peso de cada briqueta, luego se coloca en el equipo de compresión y se aplica la carga sobre la superficie superior de las muestras, cuando se produzca la falla en las muestras se registran la resistencia a compresión.

Figura 43

Falla de briquetas





C Toma de datos

- Se presenta a continuación la resistencia a compresión registradas luego del ensayo a los 07 y 28 días de ensayo.

Tabla 25

Resistencia a Compresión de Testigos de Concreto

| NRO. DÍA | SECCIÓN | DISPOSICIÓN | TIPO DE TRATAMIENTO | FUERZA REGISTRADA A LA QUE FALLA EL TESTIGO EN KILO NEWTONS (kN) | | | | | | | | |
|-------------|----------|----------------|------------------------|--|--------|--------|-------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|
| | | | | DIÁMETRO 1/2" | | | DIÁMETRO 1" | | | DIÁMETRO 1 1/4" | | |
| | | | | M-1 | M-2 | M-3 | M-1 | M-2 | M-3 | M-1 | M-2 | M-3 |
| 7 | CIRCULAR | CONCÉNTRICA | SIN TRATAMIENTO | 240.70 | 245.40 | 242.70 | 222.40 | 229.80 | 224.70 | 200.20 | 208.80 | 202.80 |
| 28 | CIRCULAR | CONCÉNTRICA | SIN TRATAMIENTO | 325.70 | 320.40 | 322.40 | 307.40 | 310.30 | 308.80 | 285.20 | 293.80 | 289.90 |
| 7 | CIRCULAR | CONCÉNTRICA | CON TRATAMIENTO | 250.40 | 254.60 | 250.90 | 235.50 | 238.40 | 230.70 | 211.90 | 215.40 | 214.50 |
| 28 | CIRCULAR | CONCÉNTRICA | CON TRATAMIENTO | 351.10 | 348.60 | 350.30 | 332.70 | 335.90 | 330.80 | 324.90 | 321.20 | 320.70 |
| 7 | CIRCULAR | NO CONCÉNTRICA | SIN TRATAMIENTO | 227.30 | 221.70 | 223.20 | 207.80 | 206.60 | 209.20 | 194.30 | 193.40 | 191.70 |
| 28 | CIRCULAR | NO CONCÉNTRICA | SIN TRATAMIENTO | 312.60 | 308.40 | 311.50 | 293.60 | 291.70 | 294.20 | 279.30 | 276.80 | 273.40 |
| 7 | CIRCULAR | NO CONCÉNTRICA | CON TRATAMIENTO | 238.40 | 229.70 | 234.60 | 219.40 | 217.60 | 220.10 | 205.40 | 203.70 | 198.40 |
| 28 | CIRCULAR | NO CONCÉNTRICA | CON TRATAMIENTO | 323.60 | 314.70 | 317.64 | 304.20 | 302.70 | 305.10 | 290.70 | 287.40 | 283.90 |
| 7 | CUADRADA | CONCÉNTRICA | SIN TRATAMIENTO | 321.70 | 319.80 | 320.10 | 300.40 | 301.10 | 304.30 | 285.40 | 286.20 | 281.40 |
| 28 | CUADRADA | CONCÉNTRICA | SIN TRATAMIENTO | 430.40 | 428.60 | 426.10 | 408.40 | 410.20 | 414.30 | 394.80 | 397.10 | 388.40 |
| 7 | CUADRADA | CONCÉNTRICA | CON TRATAMIENTO | 333.70 | 330.40 | 331.40 | 314.80 | 315.40 | 319.20 | 300.70 | 301.50 | 302.30 |
| 28 | CUADRADA | CONCÉNTRICA | CON TRATAMIENTO | 445.90 | 440.40 | 440.80 | 425.30 | 428.40 | 431.20 | 406.80 | 410.80 | 412.70 |
| 7 | CUADRADA | NO CONCÉNTRICA | SIN TRATAMIENTO | 311.20 | 312.70 | 309.80 | 291.40 | 295.40 | 297.20 | 279.80 | 281.40 | 282.30 |
| 28 | CUADRADA | NO CONCÉNTRICA | SIN TRATAMIENTO | 420.20 | 423.70 | 418.40 | 402.40 | 406.30 | 408.70 | 383.30 | 387.40 | 390.80 |
| 7 | CUADRADA | NO CONCÉNTRICA | CON TRATAMIENTO | 322.60 | 324.10 | 319.80 | 303.60 | 304.80 | 307.20 | 283.70 | 286.40 | 290.30 |
| 28 | CUADRADA | NO CONCÉNTRICA | CON TRATAMIENTO | 431.70 | 435.20 | 429.60 | 410.70 | 413.70 | 418.40 | 391.40 | 397.40 | 401.30 |



- Los datos también se registraron según el diámetro de la tubería embebida colocada.

Tabla 26

Registro de Resistencia a Compresión de Briquetas Circulares con Tubería Concéntrica

| CIRCULARES | DISPOSICIÓN | kN | Kgf | Kgf/cm2 | | | |
|------------|--------------------------------|--------|--------------------------------|------------|--------|------------|--------|
| 7 DÍAS | Concéntrica sin tratamiento | 240.70 | 24544.5692 | 138.89 | | | |
| | | 1/2" | 245.40 | 25023.8358 | 141.61 | | |
| | | | 242.70 | 24748.5124 | 140.05 | | |
| | | | 222.40 | 22678.4885 | 128.33 | | |
| | | 1" | 229.80 | 23433.0785 | 132.60 | | |
| | | | 224.70 | 22913.0232 | 129.66 | | |
| | | | 200.20 | 20414.7185 | 115.52 | | |
| | | 1 1/4" | 208.80 | 21291.6745 | 120.49 | | |
| | | | 202.80 | 20679.8447 | 117.02 | | |
| | | | 325.70 | 33212.1570 | 187.94 | | |
| 28 DÍAS | Concéntrica sin tratamiento | 1/2" | 320.40 | 32671.7074 | 184.88 | | |
| | | | 322.40 | 32875.6506 | 186.04 | | |
| | | | 307.40 | 31346.0763 | 177.38 | | |
| | | 1" | 310.30 | 31641.7940 | 179.06 | | |
| | | | 308.80 | 31488.8366 | 178.19 | | |
| | | | 285.20 | 29082.3063 | 164.57 | | |
| | | 1 1/4" | 293.80 | 29959.2622 | 169.53 | | |
| | | | 289.90 | 29561.5729 | 167.28 | | |
| | | 7 DÍAS | Concéntrica con tratamiento | 1/2" | 250.40 | 25533.6939 | 144.49 |
| | | | | | 254.60 | 25961.9747 | 146.91 |
| | 250.90 | | | 25584.6797 | 144.78 | | |
| | 235.50 | | | 24014.3167 | 135.89 | | |
| 1" | 238.40 | | | 24310.0344 | 137.57 | | |
| | 230.70 | | | 23524.8530 | 133.12 | | |
| | 211.90 | | | 21607.7865 | 122.28 | | |
| 1 1/4" | 215.40 | | | 21964.6872 | 124.29 | | |
| | 214.50 | | | 21872.9127 | 123.78 | | |
| | 351.10 | | | 35802.2361 | 202.60 | | |
| 28 DÍAS | Concéntrica con tratamiento | 1/2" | 348.60 | 35547.3071 | 201.16 | | |
| | | | 350.30 | 35720.6588 | 202.14 | | |
| | | | 332.70 | 33925.9583 | 191.98 | | |
| | | 1" | 335.90 | 34252.2675 | 193.83 | | |
| | | | 330.80 | 33732.2122 | 190.89 | | |
| | | | 324.90 | 33130.5797 | 187.48 | | |
| | | 1 1/4" | 321.20 | 32753.2847 | 185.35 | | |
| | | | 320.70 | 32702.2989 | 185.06 | | |



Tabla 27

Registro de Resistencia a Compresión de Briquetas Circulares con Tubería No Concéntrica

| CIRCULARES | DISPOSICIÓN | kN | Kgf | Kgf/cm2 | |
|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------|------------|--------|
| 7 DÍAS | 1/2" | 227.30 | 23178.1495 | 131.16 | |
| | | 221.70 | 22607.1084 | 127.93 | |
| | | 223.20 | 22760.0658 | 128.80 | |
| | | 207.80 | 21189.7028 | 119.91 | |
| | | 206.60 | 21067.3369 | 119.22 | |
| | | 209.20 | 21332.4631 | 120.72 | |
| | 1" | NO Concéntrica sin tratamiento | 194.30 | 19813.0860 | 112.12 |
| | | | 193.40 | 19721.3115 | 111.60 |
| | | | 191.70 | 19547.9597 | 110.62 |
| | | | 312.60 | 31876.3287 | 180.38 |
| | | | 308.40 | 31448.0479 | 177.96 |
| | | | 311.50 | 31764.1599 | 179.75 |
| 28 DÍAS | 1/2" | 293.60 | 29938.8679 | 169.42 | |
| | | 291.70 | 29745.1218 | 168.32 | |
| | | 294.20 | 30000.0509 | 169.77 | |
| | | 279.30 | 28480.6737 | 161.17 | |
| | | 276.80 | 28225.7447 | 159.73 | |
| | | 273.40 | 27879.0412 | 157.76 | |
| | 1 1/4" | NO Concéntrica con tratamiento | 238.40 | 24310.0344 | 137.57 |
| | | | 229.70 | 23422.8813 | 132.55 |
| | | | 234.60 | 23922.5423 | 135.37 |
| | | | 219.40 | 22372.5736 | 126.60 |
| | | | 217.60 | 22189.0247 | 125.56 |
| | | | 220.10 | 22443.9538 | 127.01 |
| 1" | NO Concéntrica con tratamiento | 205.40 | 20944.9710 | 118.52 | |
| | | 203.70 | 20771.6192 | 117.54 | |
| | | 198.40 | 20231.1696 | 114.49 | |
| | | 323.60 | 32998.0166 | 186.73 | |
| | | 314.70 | 32090.4691 | 181.59 | |
| | | 317.64 | 32390.2657 | 183.29 | |
| 1 1/4" | 1" | 304.20 | 31019.7671 | 175.54 | |
| | | 302.70 | 30866.8097 | 174.67 | |
| | | 305.10 | 31111.5416 | 176.06 | |
| | | 290.70 | 29643.1502 | 167.75 | |
| | | 287.40 | 29306.6439 | 165.84 | |
| | | 283.90 | 28949.7432 | 163.82 | |



Tabla 28

Registro de Resistencia a Compresión de Briquetas Cuadradas con Tubería Concéntrica

| CUADRADOS | DISPOSICIÓN | kN | Kgf | Kgf/cm2 | |
|-----------|--------------------------------|--------|------------|------------|--------|
| 7 DÍAS | Concéntrica sin tratamiento | 321.70 | 32804.2705 | 145.80 | |
| | | 1/2" | 319.80 | 32610.5244 | 144.94 |
| | | 320.10 | 32641.1159 | 145.07 | |
| | | 300.40 | 30632.2749 | 136.14 | |
| | | 1" | 301.10 | 30703.6551 | 136.46 |
| | | 304.30 | 31029.9643 | 137.91 | |
| | | 285.40 | 29102.7006 | 129.35 | |
| | | 1 1/4" | 286.20 | 29184.2779 | 129.71 |
| | | 281.40 | 28694.8141 | 127.53 | |
| | | 430.40 | 43888.5857 | 195.06 | |
| 28 DÍAS | Concéntrica con tratamiento | 1/2" | 428.60 | 43705.0368 | 194.24 |
| | | 426.10 | 43450.1077 | 193.11 | |
| | | 408.40 | 41645.2100 | 185.09 | |
| | | 1" | 410.20 | 41828.7589 | 185.91 |
| | | 414.30 | 42246.8426 | 187.76 | |
| | | 394.80 | 40258.3960 | 178.93 | |
| | | 1 1/4" | 397.10 | 40492.9307 | 179.97 |
| | | 388.40 | 39605.7776 | 176.03 | |
| | | 333.70 | 34027.9299 | 151.24 | |
| | | 1/2" | 330.40 | 33691.4236 | 149.74 |
| 7 DÍAS | Concéntrica con tratamiento | 331.40 | 33793.3952 | 150.19 | |
| | | 314.80 | 32100.6663 | 142.67 | |
| | | 1" | 315.40 | 32161.8493 | 142.94 |
| | | 319.20 | 32549.3414 | 144.66 | |
| | | 300.70 | 30662.8664 | 136.28 | |
| | | 1 1/4" | 301.50 | 30744.4437 | 136.64 |
| | | 302.30 | 30826.0210 | 137.00 | |
| | | 445.90 | 45469.1458 | 202.09 | |
| | | 1/2" | 440.40 | 44908.3019 | 199.59 |
| | | 440.80 | 44949.0905 | 199.77 | |
| 28 DÍAS | Concéntrica con tratamiento | 425.30 | 43368.5304 | 192.75 | |
| | | 1" | 428.40 | 43684.6424 | 194.15 |
| | | 431.20 | 43970.1630 | 195.42 | |
| | | 406.80 | 41482.0554 | 184.36 | |
| | | 1 1/4" | 410.80 | 41889.9419 | 186.18 |
| | | 412.70 | 42083.6880 | 187.04 | |



Tabla 29

Registro de Resistencia a Compresión de Briquetas Cuadradas con Tubería No Concéntrica

| CUADRADOS | DISPOSICIÓN | kN | Kgf | Kgf/cm2 | | |
|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------|------------|------------|--------|
| 7 DÍAS | 1/2" | 311.20 | 31733.5685 | 141.04 | | |
| | | 312.70 | 31886.5259 | 141.72 | | |
| | | 309.80 | 31590.8082 | 140.40 | | |
| | 1" | NO Concéntrica sin tratamiento | 291.40 | 29714.5304 | 132.06 | |
| | | | 295.40 | 30122.4168 | 133.88 | |
| | | | 297.20 | 30305.9658 | 134.69 | |
| | | | 279.80 | 28531.6596 | 126.81 | |
| | | 1 1/4" | 281.40 | 28694.8141 | 127.53 | |
| | | | 282.30 | 28786.5886 | 127.94 | |
| | | | 420.20 | 42848.4751 | 190.44 | |
| 28 DÍAS | 1/2" | 423.70 | 43205.3758 | 192.02 | | |
| | | 418.40 | 42664.9262 | 189.62 | | |
| | | 402.40 | 41033.3803 | 182.37 | | |
| | 1" | NO Concéntrica con tratamiento | 406.30 | 41431.0696 | 184.14 | |
| | | | 408.70 | 41675.8015 | 185.23 | |
| | | | 383.30 | 39085.7223 | 173.71 | |
| | | | 387.40 | 39503.8060 | 175.57 | |
| | 1 1/4" | 390.80 | 39850.5095 | 177.11 | | |
| | | 7 DÍAS | 1/2" | 322.60 | 32896.0449 | 146.20 |
| | | | | 324.10 | 33049.0024 | 146.88 |
| 319.80 | 32610.5244 | | | 144.94 | | |
| 1" | NO Concéntrica sin tratamiento | | 303.60 | 30958.5841 | 137.59 | |
| | | | 304.80 | 31080.9501 | 138.14 | |
| | | | 307.20 | 31325.6820 | 139.23 | |
| | | | 283.70 | 28929.3489 | 128.57 | |
| | 1 1/4" | | 286.40 | 29204.6723 | 129.80 | |
| | | | 290.30 | 29602.3616 | 131.57 | |
| | | | 431.70 | 44021.1488 | 195.65 | |
| 28 DIAS | 1/2" | 435.20 | 44378.0495 | 197.24 | | |
| | | 429.60 | 43807.0084 | 194.70 | | |
| | | 410.70 | 41879.7447 | 186.13 | | |
| | 1" | NO Concéntrica con tratamiento | 413.70 | 42185.6596 | 187.49 | |
| | | | 418.40 | 42664.9262 | 189.62 | |
| | | | 391.40 | 39911.6925 | 177.39 | |
| | | | 397.40 | 40523.5222 | 180.10 | |
| | 1 1/4" | 401.30 | 40921.2115 | 181.87 | | |



3.6 Procedimiento de análisis de datos

3.6.1 Determinación de la resistencia a compresión de briquetas circulares y cuadradas

Se determinará el valor de la resistencia a la compresión de las briquetas a partir de los datos obtenidos en el ensayo con el equipo de laboratorio. Con los valores registrados de rotura a los 7 y 28 días se procede a determinar un resultado promedio, de acuerdo a la distribución de las tuberías embebidas.

A Procesamiento o cálculos de la prueba

Para la determinación de la resistencia a compresión se debe usar la siguiente formula:

$$f'_{CR} = \frac{P}{Ac} \dots \dots \dots (20)$$

Donde:

f'_{CR} = Resistencia requerida (Kgf/cm²)

P = Carga (Kgf)

Ac = Área de la sección circular (cm²)

Se realizo la recolección de datos y el cambio de unidades correspondientes para la aplicación de la ecuación N°20, la resistencia a compresión se detalla en la tabla N°25 donde se muestran los resultados para briquetas circulares y cuadrados indicando el diámetro de tubería embebida utilizada y se esta se encuentra ubicada concéntricamente o en distintas posiciones.

B Diagramas y Tablas

A continuación, se detalla los resultados obtenidos para la resistencia a compresión.

- Para el caso de una biqueta circular con una tubería embebida concéntrica sin un tratamiento en su superficie con las tuberías de diámetro de 1/2", 1" y 1 1/4" representando un porcentaje de la sección bruta del elemento, se obtiene las resistencias a los 7 y 28 días.



Tabla 30

Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 7 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 11/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 18/08/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CIRCULAR | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0176715 |
| DISPOSICIÓN | CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | SIN TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 1.03% | 3.05% | 5.38% |
| Ø TUBERÍA | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 138.89 | 141.61 | 140.05 |
| 1" | 128.33 | 132.60 | 129.66 |
| 1 1/4" | 115.52 | 120.49 | 117.02 |
| PROMEDIO | 140.18 | 130.20 | 117.68 |
| DESVIACIÓN EST. | 1.36 | 2.19 | 2.55 |
| PORCENTAJE f _c | 66.75% | 62.00% | 56.04% |

Tabla 31

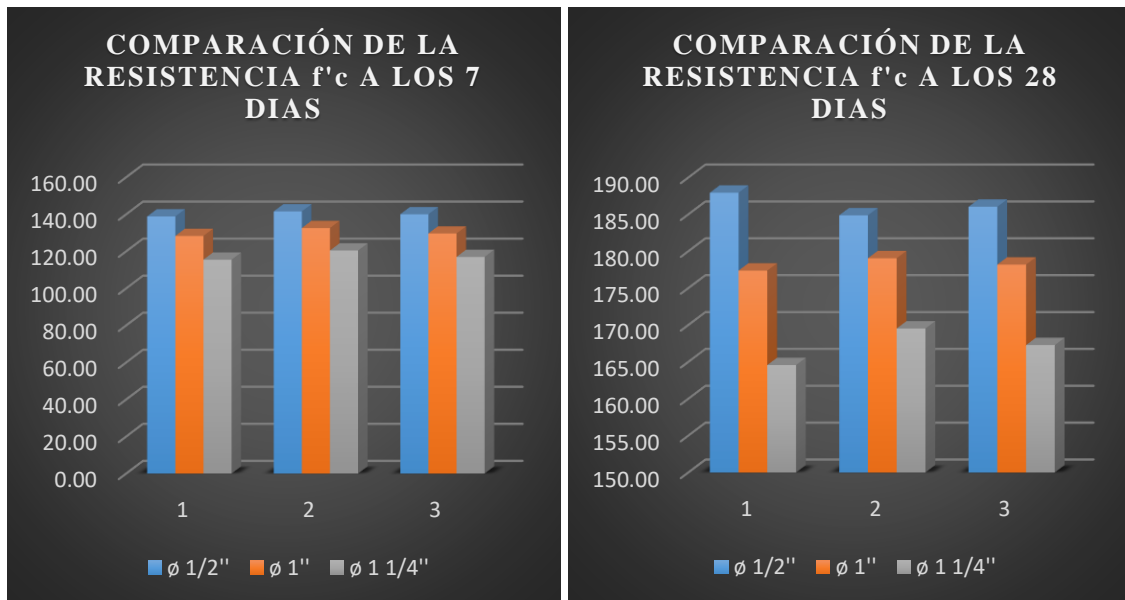
Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 28 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 12/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 09/09/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CIRCULAR | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0176715 |
| DISPOSICIÓN | CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | SIN TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 1.03% | 3.05% | 5.38% |
| Ø TUBERÍA | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 187.94 | 184.88 | 186.04 |
| 1" | 177.38 | 179.06 | 178.19 |
| 1 1/4" | 164.57 | 169.53 | 167.28 |
| PROMEDIO | 186.29 | 178.21 | 167.13 |
| DESVIACIÓN EST. | 1.54 | 0.84 | 2.48 |
| PORCENTAJE f _c | 88.71% | 84.86% | 79.58% |

Figura 44

Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Circulares con Tuberías

Concéntricas sin Tratamiento



- Para el caso de una briqueta circular con una tubería embebida concéntrica realizando un tratamiento en su superficie con las tuberías de diámetro de 1/2", 1" y 1 1/4" representando un porcentaje de la sección bruta del elemento, se obtiene las resistencias a los 7 y 28 días.

Tabla 32

Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas

con Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | 7 DÍAS |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------|------------|--------|
| FECHA DE MOLDEO | 13/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 20/08/2020 | |
| TIPO DE SECCIÓN | CIRCULAR | ÁREA TESTIGO (m2) | 0.0176715 | |
| DISPOSICIÓN | CONCÉNTRICA | | | |
| S/C TRATAMIENTO | CON TRATAMIENTO | | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" | |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m2) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 | |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 1.03% | 3.05% | 5.38% | |
| | RESISTENCIA (Kgf/cm2) | | | |
| Ø TUBERÍA | M-1 | M-2 | M-3 | |
| 1/2" | 144.49 | 146.91 | 144.78 | |
| 1" | 135.89 | 137.57 | 133.12 | |
| 1 1/4" | 122.28 | 124.29 | 123.78 | |
| PROMEDIO | 145.39 | 135.53 | 123.45 | |
| DESVIACIÓN EST. | 1.32 | 2.25 | 1.04 | |
| PORCENTAJE f'c | 69.23% | 64.54% | 58.79% | |



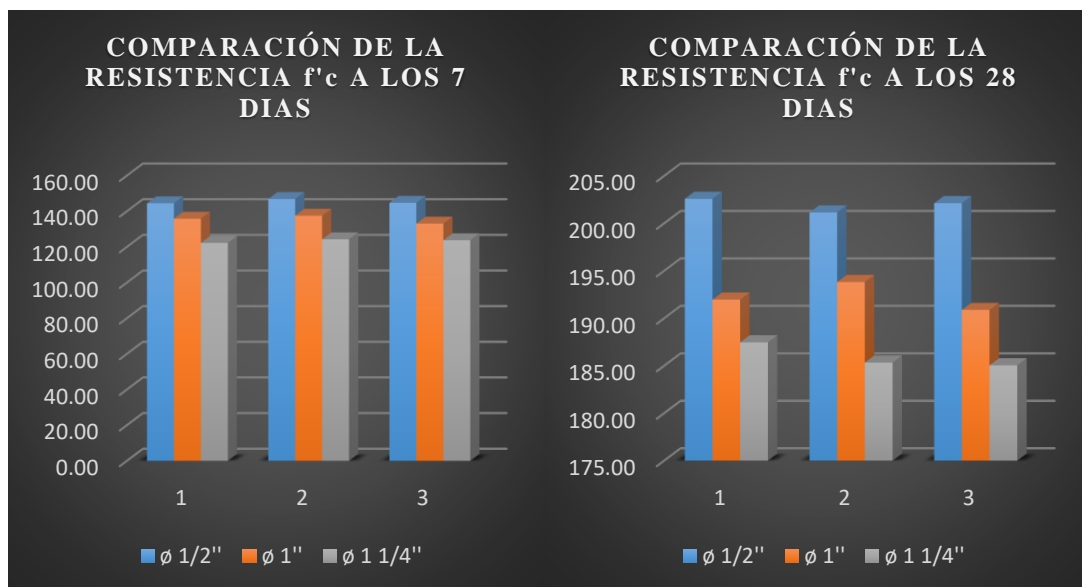
Tabla 33

Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas con Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 28 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 14/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 11/09/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CIRCULAR | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0176715 |
| DISPOSICIÓN | CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | CON TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 1.03% | 3.05% | 5.38% |
| Ø TUBERÍA | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 202.60 | 201.16 | 202.14 |
| 1" | 191.98 | 193.83 | 190.89 |
| 1 1/4" | 187.48 | 185.35 | 185.06 |
| PROMEDIO | 201.97 | 192.23 | 185.96 |
| DESVIACIÓN EST. | 0.74 | 1.49 | 1.32 |
| PORCENTAJE f _c | 96.17% | 91.54% | 88.55% |

Figura 45

Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas con Tratamiento



- Para el caso de una briqueta circular con una tubería no concéntrica sin realizar un tratamiento en su superficie con las tuberías de diámetro de 1/2", 1" y 1 1/4" representando un porcentaje de la sección bruta del elemento, se obtiene las resistencias a los 7 y 28 días.



Tabla 34

Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 7 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 15/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 22/08/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CIRCULAR | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0176715 |
| DISPOSICIÓN | NO CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | SIN TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 1.03% | 3.05% | 5.38% |
| | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| Ø TUBERÍA | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 131.16 | 127.93 | 128.80 |
| 1" | 119.91 | 119.22 | 120.72 |
| 1 1/4" | 112.12 | 111.60 | 110.62 |
| PROMEDIO | 129.30 | 119.95 | 111.45 |
| DESVIACIÓN EST. | 1.67 | 0.75 | 0.76 |
| PORCENTAJE f _c | 61.57% | 57.12% | 53.07% |

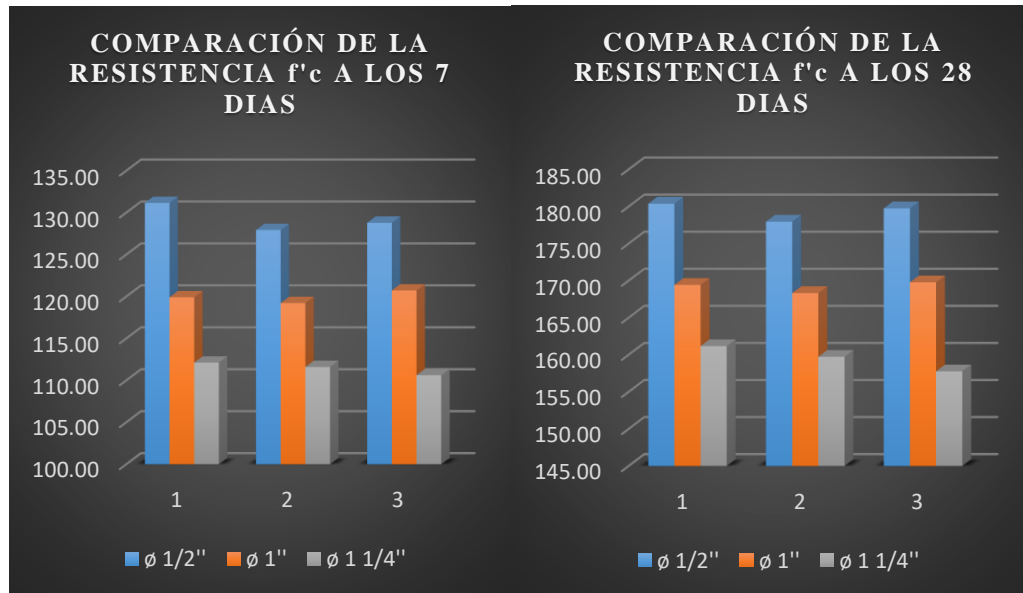
Tabla 35

Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 28 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 16/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 13/09/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CIRCULAR | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0176715 |
| DISPOSICIÓN | NO CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | SIN TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 1.03% | 3.05% | 5.38% |
| | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| Ø TUBERÍA | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 180.38 | 177.96 | 179.75 |
| 1" | 169.42 | 168.32 | 169.77 |
| 1 1/4" | 161.17 | 159.73 | 157.76 |
| PROMEDIO | 179.36 | 169.17 | 159.55 |
| DESVIACIÓN EST. | 1.26 | 0.76 | 1.71 |
| PORCENTAJE f _c | 85.41% | 80.56% | 75.98% |

Figura 46

Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento



- Para el caso de una briqueta circular con una tubería no concéntrica realizando un tratamiento en su superficie con las tuberías de diámetro de 1/2", 1" y 1 1/4" representando un porcentaje de la sección bruta del elemento, se obtiene las resistencias a los 7 y 28 días.

Tabla 36

Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas con Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 7 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 17/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 24/08/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CIRCULAR | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0176715 |
| DISPOSICIÓN | NO CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | CON TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 1.03% | 3.05% | 5.38% |
| Ø TUBERÍA | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 137.57 | 132.55 | 135.37 |
| 1" | 126.60 | 125.56 | 127.01 |
| 1 1/4" | 118.52 | 117.54 | 114.49 |
| PROMEDIO | 135.16 | 126.39 | 116.85 |
| DESVIACIÓN EST. | 2.52 | 0.75 | 2.10 |
| PORCENTAJE f'c | 64.36% | 60.19% | 55.64% |

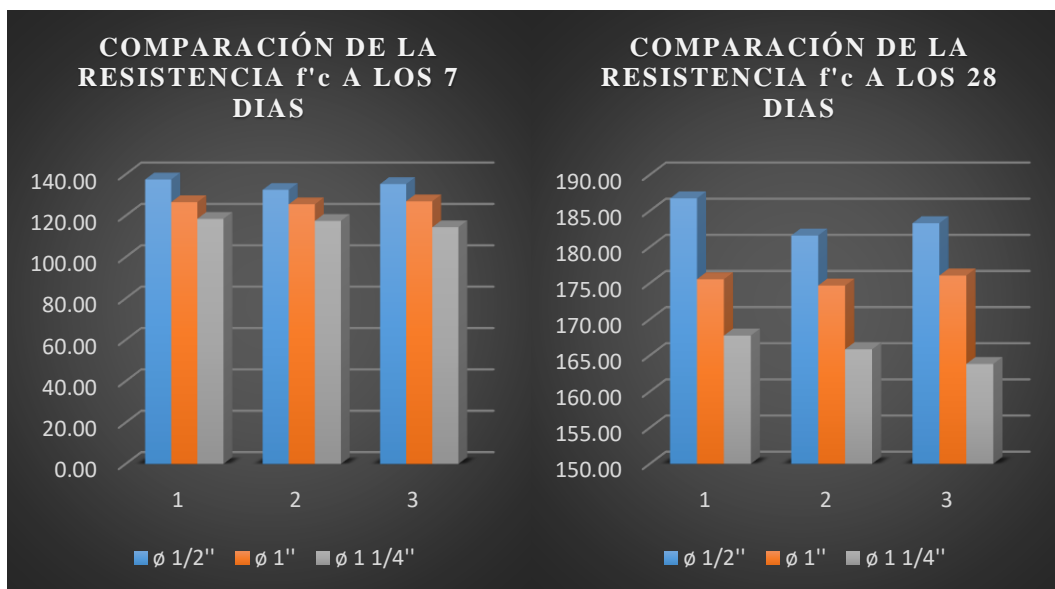
Tabla 37

Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas con Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 28 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 18/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 15/09/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CIRCULAR | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0176715 |
| DISPOSICIÓN | NO CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | CON TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 1.03% | 3.05% | 5.38% |
| Ø TUBERÍA | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 186.73 | 181.59 | 183.29 |
| 1" | 175.54 | 174.67 | 176.06 |
| 1 1/4" | 167.75 | 165.84 | 163.82 |
| PROMEDIO | 183.87 | 175.42 | 165.80 |
| DESVIACIÓN EST. | 2.62 | 0.70 | 1.97 |
| PORCENTAJE f _c | 87.56% | 83.53% | 78.95% |

Figura 47

Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas con Tratamiento



- Para el caso de una briqueta cuadrada con una tubería concéntrica sin realizar un tratamiento en su superficie con las tuberías de diámetro de 1/2", 1" y 1 1/4" representando un porcentaje de la sección bruta del elemento, se obtiene las resistencias a los 7 y 28 días.



Tabla 38

Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 7 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 19/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 26/08/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CUADRADA | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0225000 |
| DISPOSICIÓN | CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | SIN TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 0.81% | 2.40% | 4.23 % |
| | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| Ø TUBERÍA | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 145.80 | 144.94 | 145.07 |
| 1" | 136.14 | 136.46 | 137.91 |
| 1 1/4" | 129.35 | 129.71 | 127.53 |
| PROMEDIO | 145.27 | 136.84 | 128.86 |
| DESVIACIÓN EST. | 0.46 | 0.94 | 1.17 |
| PORCENTAJE f _c | 69.18% | 65.16% | 61.36% |

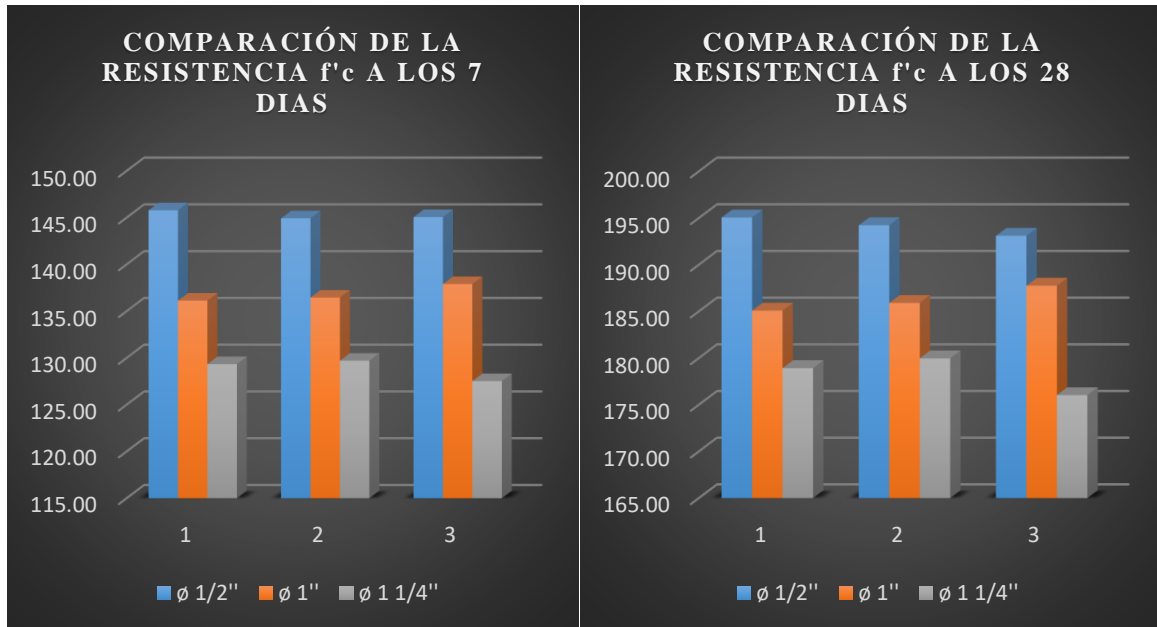
Tabla 39

Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 28 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 20/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 17/09/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CUADRADA | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0225000 |
| DISPOSICIÓN | CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | SIN TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 0.81% | 2.40% | 4.23 % |
| | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| Ø TUBERÍA | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 195.06 | 194.24 | 193.11 |
| 1" | 185.09 | 185.91 | 187.76 |
| 1 1/4" | 178.93 | 179.97 | 176.03 |
| PROMEDIO | 194.14 | 186.25 | 178.31 |
| DESVIACIÓN EST. | 0.98 | 1.37 | 2.04 |
| PORCENTAJE f _c | 92.45% | 88.69% | 84.91% |

Figura 48

Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento



- Para el caso de una briqueta cuadrada con una tubería concéntrica realizando un tratamiento en su superficie con las tuberías de diámetro de 1/2", 1" y 1 1/4" representando un porcentaje de la sección bruta del elemento, se obtiene las resistencias a los 7 y 28 días.

Tabla 40

Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas con Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 7 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 21/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 28/08/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CUADRADA | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0225000 |
| DISPOSICIÓN | CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | CON TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 0.81% | 2.40% | 4.23 % |
| | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| Ø TUBERÍA | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 151.24 | 149.74 | 150.19 |
| 1" | 142.67 | 142.94 | 144.66 |
| 1 1/4" | 136.28 | 136.64 | 137.00 |
| PROMEDIO | 150.39 | 143.42 | 136.64 |
| DESVIACIÓN EST. | 0.77 | 1.08 | 0.36 |
| PORCENTAJE f'c | 71.61% | 68.30% | 65.07% |



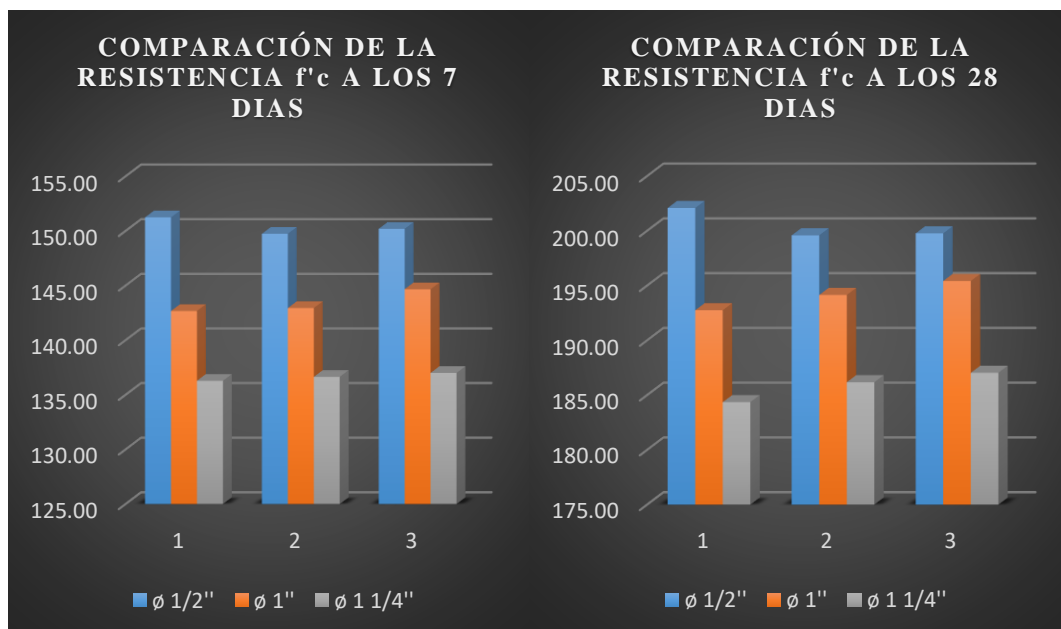
Tabla 41

Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas con Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 28 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 22/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 19/09/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CUADRADA | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0225000 |
| DISPOSICIÓN | CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | CON TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 0.81% | 2.40% | 4.23 % |
| Ø TUBERÍA | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 202.09 | 199.59 | 199.77 |
| 1" | 192.75 | 194.15 | 195.42 |
| 1 1/4" | 184.36 | 186.18 | 187.04 |
| PROMEDIO | 200.48 | 194.11 | 185.86 |
| DESVIACIÓN EST. | 1.39 | 1.34 | 1.37 |
| PORCENTAJE f _c | 95.47% | 92.43% | 88.50% |

Figura 49

Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas con Tratamiento





- Para el caso de una briqueta cuadrada con una tubería no concéntrica sin realizar un tratamiento en su superficie con las tuberías de diámetro de 1/2", 1" y 1 1/4" representando un porcentaje de la sección bruta del elemento, se obtiene las resistencias a los 7 y 28 días.

Tabla 42

Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 7 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 23/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 30/08/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CUADRADA | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0225000 |
| DISPOSICIÓN | NO CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | SIN TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 0.81% | 2.40% | 4.23 % |
| | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| Ø TUBERÍA | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 141.04 | 141.72 | 140.40 |
| 1" | 132.06 | 133.88 | 134.69 |
| 1 1/4" | 126.81 | 127.53 | 127.94 |
| PROMEDIO | 141.05 | 133.54 | 127.43 |
| DESVIACIÓN EST. | 0.66 | 1.35 | 0.57 |
| PORCENTAJE f'c | 67.17% | 63.59% | 60.68% |

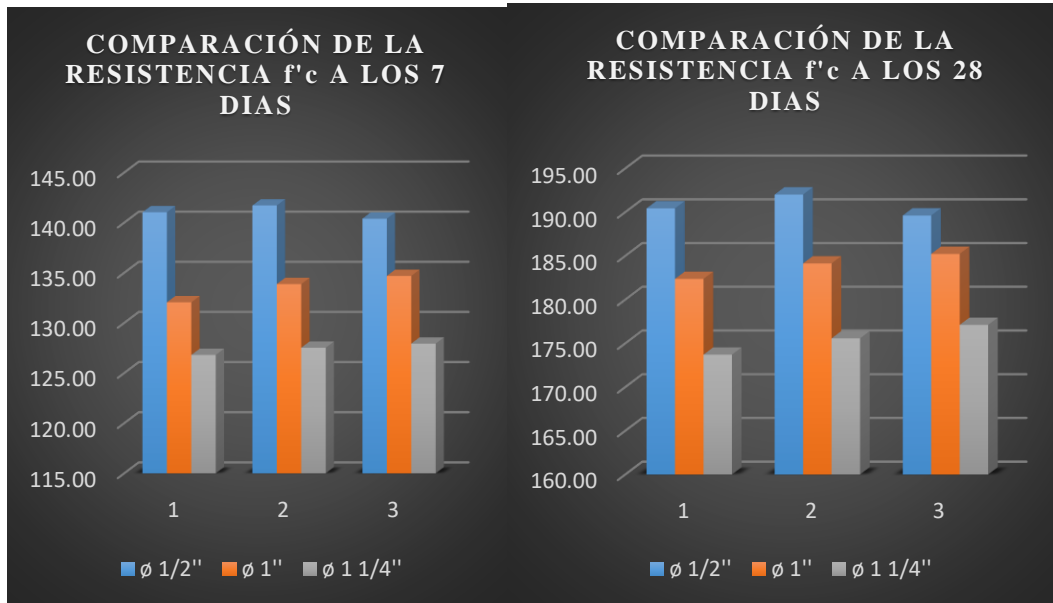
Tabla 43

Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 28 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 24/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 21/09/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CUADRADA | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0225000 |
| DISPOSICIÓN | NO CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | SIN TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 0.81% | 2.40% | 4.23 % |
| | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| Ø TUBERÍA | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 190.44 | 192.02 | 189.62 |
| 1" | 182.37 | 184.14 | 185.23 |
| 1 1/4" | 173.71 | 175.57 | 177.11 |
| PROMEDIO | 190.69 | 183.91 | 175.46 |
| DESVIACIÓN EST. | 1.22 | 1.44 | 1.70 |
| PORCENTAJE f'c | 90.81% | 87.58% | 83.55% |

Figura 50

Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento



- Para el caso de una briqueta cuadrada con una tubería no concéntrica realizando un tratamiento en su superficie con las tuberías de diámetro de 1/2", 1" y 1 1/4" representando un porcentaje de la sección bruta del elemento, se obtiene las resistencias a los 7 y 28 días.

Tabla 44

Resistencia a Compresión a los 7 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas con Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 7 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 25/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 01/09/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CUADRADA | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0225000 |
| DISPOSICIÓN | NO CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | CON TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 0.81% | 2.40% | 4.23 % |
| | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| Ø TUBERÍA | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 146.20 | 146.88 | 144.94 |
| 1" | 137.59 | 138.14 | 139.23 |
| 1 1/4" | 128.57 | 129.80 | 131.57 |
| PROMEDIO | 146.01 | 138.32 | 129.98 |
| DESVIACIÓN EST. | 0.98 | 0.83 | 1.51 |
| PORCENTAJE f'c | 69.53% | 65.87% | 61.90% |



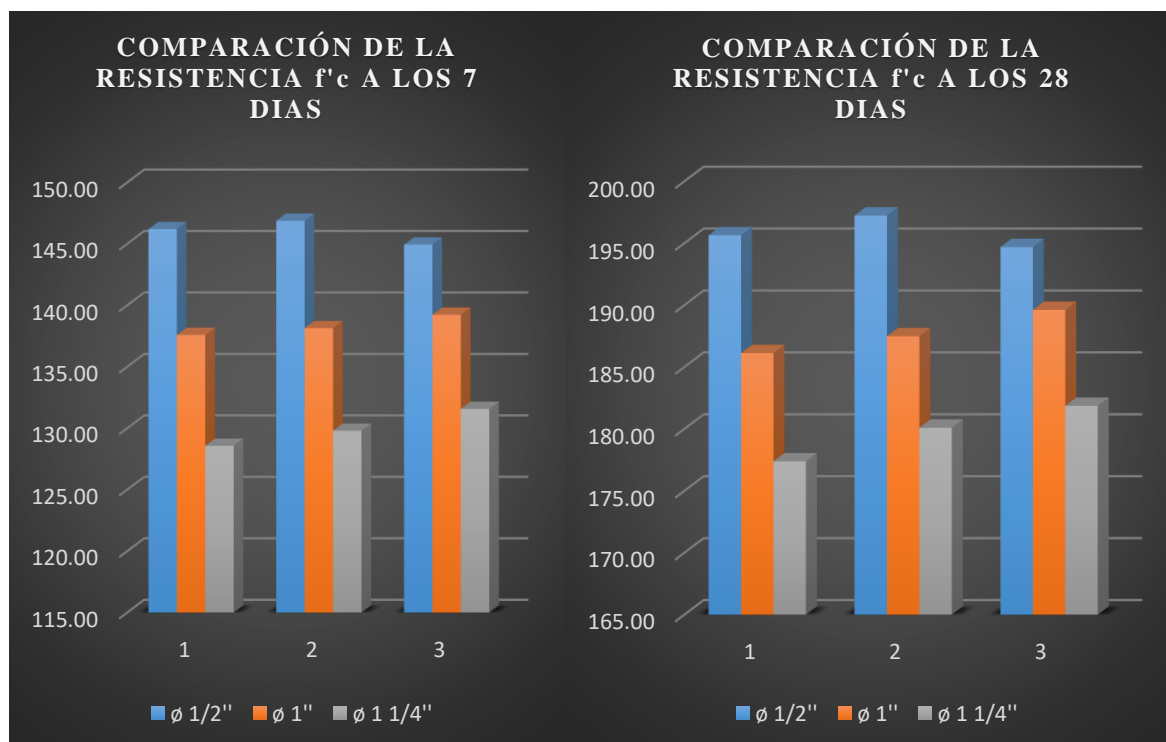
Tabla 45

Resistencia a Compresión a los 28 días de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas con Tratamiento

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | 28 DÍAS |
|--|------------------------------------|--------------------------------|------------|
| FECHA DE MOLDEO | 26/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 23/09/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CUADRADA | ÁREA TESTIGO (m ²) | 0.0225000 |
| DISPOSICIÓN | NO CONCÉNTRICA | | |
| S/C TRATAMIENTO | CON TRATAMIENTO | | |
| DIÁMETRO TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| ÁREA SECCIÓN TUBERÍA (m ²) | 0.0001815 | 0.0005391 | 0.0009511 |
| % DE TUBERÍA EN SECCIÓN | 0.81% | 2.40% | 4.23 % |
| | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| Ø TUBERÍA | M-1 | M-2 | M-3 |
| 1/2" | 195.65 | 197.24 | 194.70 |
| 1" | 186.13 | 187.49 | 189.62 |
| 1 1/4" | 177.39 | 180.10 | 181.87 |
| PROMEDIO | 195.86 | 187.75 | 179.79 |
| DESVIACIÓN EST. | 1.28 | 1.76 | 2.26 |
| PORCENTAJE f _c | 93.27% | 89.40% | 85.61% |

Figura 51

Comparación de Resistencia a Compresión de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas con Tratamiento





C Análisis de la prueba

Con los resultados obtenido de la resistencia a compresión se puede deducir e interpretar que:

a Briquetas circulares

- Al colocar una tubería de 1/2" concéntrica en las briquetas circulares este representa un 1.03% del área de la sección, al someter a compresión sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 140.18 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 186.29 Kgf/cm².
- De manera similar al colocar una tubería concéntrica en las briquetas circulares de 1" este representa un 3.05% del área de la sección, al someter a compresión sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 130.20 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 178.21 Kgf/cm²
- Al tener una tubería de 1 1/4" este representa un 5.38% del área de la sección, al someter a compresión sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 117.68 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 167.13 Kgf/cm²
- Al realizar un tratamiento en la adherencia de la tubería con el concreto colocando un alambre N°16 en la superficie de la tubería PVC de 1/2" ubicada concéntricamente en las briquetas circulares este representa un 1.03% del área de la sección se obtiene una resistencia de 145.39 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 201.97 Kgf/cm².
- De manera similar, realizando el mismo tratamiento en la superficie y colocar una tubería concéntrica en las briquetas circulares de 1" este representa un 3.05% del área de la sección, se obtiene una resistencia de 135.53 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 192.23 Kgf/cm²



- Al tener una tubería de 1 1/4" este representa un 5.38% del área de la sección, al someter a compresión realizando el tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 123.45 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 185.96 Kgf/cm²

Al realizar el mismo análisis, pero con las tuberías ubicadas de manera que no coincidan con el centroide de la sección se puede interpretar que:

- Al colocar una tubería de 1/2" de manera no concéntrica en las briquetas circulares, al someter a compresión sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 129.30 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 179.36 Kgf/cm².
- De manera similar al colocar una tubería no concéntrica en las briquetas circulares de 1" sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 119.95 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 169.17 Kgf/cm²
- Al tener una tubería de 1 1/4" en la briketa circular sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 111.45 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 159.55 Kgf/cm²
- Al realizar un tratamiento en la adherencia de la tubería con el concreto colocando un alambre N°16 en la superficie de la tubería PVC de 1/2" ubicada de manera no concéntrica en las briquetas circulares se obtiene una resistencia de 135.16 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 183.87 Kgf/cm².
- De manera similar, realizando el mismo tratamiento en la superficie y colocar una tubería no concéntrica en las briquetas circulares de 1" se obtiene una resistencia de 126.39 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 175.42 Kgf/cm²
- Al tener una tubería de 1 1/4" ubicado de manera no concéntrica y realizando el tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 116.85 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 165.80 Kgf/cm²



b Briquetas cuadradas

Al tener las briquetas cuadradas se obtuvo las resistencias a compresión con las tuberías ubicadas de manera concéntricas y no concéntricas de 1/2" que representa el 0.81%, una tubería de 1" que es el 2.40% de la sección y por último se tiene la tubería embebida de 1 1/4" con un 4.23% de la sección.

- Al colocar una tubería de 1/2" concéntrica sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 145.80 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 194.14 Kgf/cm².
- De manera similar al colocar una tubería concéntrica de 1" sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 136.84 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 186.25 Kgf/cm²
- Al tener una tubería de 1 1/4" sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 128.86 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 178.31 Kgf/cm²
- Al realizar el tratamiento de adherencia sobre su superficie de la tubería de 1/2" concéntrica se obtiene una resistencia de 150.39 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 200.48 Kgf/cm².
- De manera similar, realizando el mismo tratamiento en la superficie y colocar una tubería concéntrica de 1" se obtiene una resistencia de 143.42 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 194.11 Kgf/cm²
- Al tener una tubería de 1 1/4" realizando el tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 136.64 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 185.86 Kgf/cm²

Al realizar el mismo análisis, pero con las tuberías ubicadas de manera que no coincidan con el centroide de la sección se puede interpretar que:



- Al colocar una tubería de 1/2" de manera no concéntrica sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 141.05 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 190.69 Kgf/cm².
- De manera similar al colocar una tubería no concéntrica de 1" sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 133.54 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 183.91 Kgf/cm²
- Al tener una tubería de 1 1/4" sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 127.43 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 175.46 Kgf/cm²
- Al realizar el tratamiento de adherencia sobre su superficie de la tubería de 1/2" de manera no concéntrica se obtiene una resistencia de 146.01 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 195.86 Kgf/cm².
- De manera similar, realizando el mismo tratamiento en la superficie y colocar una tubería no concéntrica de 1" se obtiene una resistencia de 138.32 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 187.75 Kgf/cm²
- Al tener una tubería de 1 1/4" ubicado de manera no concéntrica y realizando el tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 129.98 Kgf/cm² a los 7 días, mientras que a los 28 días este llega a 179.79 Kgf/cm².

3.6.2 Determinación de la rigidez axial de testigos de concreto

Se determinará la rigidez axial de los testigos circulares y cuadrados de concreto, se codificaron las muestras en el ensayo de resistencia a la compresión, además se contó con la resistencia patrón de las muestras sin alteración alguna por tuberías.

A Procesamiento o cálculos de la prueba

Para la determinación de la resistencia a compresión se debe usar la formula N° 3 de la presente investigación:



$$K = \frac{A \cdot E}{L}$$

Donde:

K = Rigidez axial, Kgf/cm

A = Área, cm²

E = Modulo de elasticidad, Kgf/cm²

L = Longitud, cm

Para la determinación del módulo de elasticidad se debe usar la formula N°2 del marco teorico:

$$Ec = 15000 \sqrt{f'c} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$$

Donde:

f'c = Resistencia a la compresión, Kgf/cm²

B Diagramas y Tablas

A continuación, se detalla los resultados obtenidos de la rigidez axial de los especímenes.

- Para el caso de una briqueta circular sin tubería embebida en su sección, se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 46

Rigidez Axial en Espécimen Circular Patrón

| ENSAYO | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MUESTRA PATRÓN | | |
|--------------------------------------|--|------------------------------------|-------------------|
| FECHA DE MOLDEO | 09/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 05/09/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CIRCULAR | ÁREA DE TESTIGO (cm ²) | 176.715 |
| FECHA DE ROTURA | 28 DÍAS | ALTURA (cm) | 15.000 |
| MUESTRA | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | | |
| MP-CIR | 238.70 | 237.50 | 237.35 |
| Promedio f'c (Kgf/cm ²) | 237.85 | Mod. Elast. (Kgf/cm ²) | 231335.79 |
| CALCULO DE LA RIGIDEZ AXIAL (Kgf/cm) | | | 2725367.00 |



- Para el caso de una briqueta cuadrada sin tubería embebida en su sección, se obtuvo la siguiente rigidez axial:

Tabla 47

Rigidez Axial en Espécimen Cuadrado Patrón

| ENSAYO | | RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MUESTRA PATRÓN | |
|--------------------------------------|------------|--|-------------------|
| FECHA DE MOLDEO | 10/08/2020 | FECHA DE ROTURA | 06/09/2020 |
| TIPO DE SECCIÓN | CUADRADA | ÁREA DE TESTIGO (cm ²) | 225.000 |
| FECHA DE ROTURA | 28 DÍAS | ALTURA (cm) | 15.000 |
| MUESTRA | | RESISTENCIA (Kgf/cm ²) | |
| MP-CUAD | 240.35 | 239.75 | 241.35 |
| Promedio f'c (Kgf/cm ²) | 240.48 | Mod. Elast. (Kgf/cm ²) | 232612.88 |
| CALCULO DE LA RIGIDEZ AXIAL (Kgf/cm) | | | 3489193.14 |

- Obtenido los patrones de muestra para ambos tipos de especímenes, se procedió a determinar la rigidez axial de briquetas circulares con una tubería embebidas concéntrica y no concéntrica sin un tratamiento en su superficie con las tuberías de diámetro de 1/2", 1" y 1 1/4":

Tabla 48

Rigidez Axial de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento

| RIGIDEZ A LOS 28 DÍAS - CIRCULAR CONCÉNTRICA SIN TRATAMIENTO | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ø TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| f'c Prom. (Kgf/cm ²) | 186.29 | 178.21 | 167.13 |
| E (Kgf/cm ²) | 204730.31 | 200242.98 | 193916.22 |
| A (cm ²) | 176.715 | 176.715 | 176.715 |
| L (cm) | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| K (Kgf/cm) | 2411927.79 | 2359062.52 | 2284526.98 |

Tabla 49

Rigidez Axial de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento

| RIGIDEZ A LOS 28 DÍAS - CIRCULAR NO CONCÉNTRICA SIN TRATAMIENTO | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Ø TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| f'c Prom. (Kgf/cm ²) | 179.36 | 169.17 | 159.55 |
| E (Kgf/cm ²) | 200889.90 | 195098.05 | 189471.63 |



| | | | |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| A (cm ²) | 176.715 | 176.715 | 176.715 |
| L (cm) | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| K (Kgf/cm) | 2366683.86 | 2298450.15 | 2232165.32 |

- De manera similar al anterior calculo, se procedió a determinar la rigidez axial de briquetas circulares con una tubería embebidas concéntrica y no concéntrica, sin embargo, se ha realizado un tratamiento en su superficie con las tuberías de diámetro de 1/2", 1" y 1 1/4":

Tabla 50

Rigidez Axial de Briquetas Circulares con Tuberías Concéntricas Con Tratamiento

| RIGIDEZ A LOS 28 DÍAS - CIRCULAR CONCÉNTRICA CON TRATAMIENTO | | | |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| ∅ TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| f'c Prom. (Kgf/cm²) | 201.97 | 192.23 | 185.96 |
| E (Kgf/cm²) | 213172.47 | 207972.35 | 204552.56 |
| A (cm²) | 176.715 | 176.715 | 176.715 |
| L (cm) | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| K (Kgf/cm) | 2511384.81 | 2450122.30 | 2409833.72 |

Tabla 51

Rigidez Axial de Briquetas Circulares con Tuberías No Concéntricas Con Tratamiento

| RIGIDEZ A LOS 28 DÍAS - CIRCULAR NO CONCÉNTRICA CON TRATAMIENTO | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| ∅ TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| f'c Prom. (Kgf/cm²) | 183.87 | 175.42 | 165.80 |
| E (Kgf/cm²) | 203398.01 | 198671.21 | 193146.96 |
| A (cm²) | 176.715 | 176.715 | 176.715 |
| L (cm) | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| K (Kgf/cm) | 2396231.94 | 2340545.53 | 2275464.39 |

- De manera similar que las briquetas circulares, se procedió a determinar la rigidez axial de briquetas cuadradas con una tubería embebidas concéntrica y no concéntrica, sin realizar un tratamiento en su superficie con las tuberías de diámetro de 1/2", 1" y 1 1/4":



Tabla 52

Rigidez Axial de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas Sin Tratamiento

| RIGIDEZ A LOS 28 DÍAS - CUADRADA CONCÉNTRICA SIN TRATAMIENTO | | | |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| ∅ TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| f'c Prom. (Kgf/cm²) | 194.14 | 186.25 | 178.31 |
| E (Kgf/cm²) | 208999.40 | 204711.99 | 200299.15 |
| A (cm²) | 225.000 | 225.000 | 225.000 |
| L (cm) | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| K (Kgf/cm) | 3134991.03 | 3070679.89 | 3004487.27 |

Tabla 53

Rigidez Axial de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas Sin Tratamiento

| RIGIDEZ A LOS 28 DÍAS - CUADRADA NO CONCÉNTRICA SIN TRATAMIENTO | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| ∅ TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| f'c Prom. (Kgf/cm²) | 190.69 | 183.91 | 175.46 |
| E (Kgf/cm²) | 207137.64 | 203421.98 | 198693.86 |
| A (cm²) | 225.000 | 225.000 | 225.000 |
| L (cm) | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| K (Kgf/cm) | 3107064.53 | 3051329.63 | 2980407.90 |

- De manera similar al anterior calculo, se procedió a determinar la rigidez axial de briquetas cuadradas con una tubería embebidas concéntrica y no concéntrica, sin embargo, se ha realizado un tratamiento en su superficie con las tuberías de diámetro de 1/2", 1" y 1 1/4":

Tabla 54

Rigidez Axial de Briquetas Cuadradas con Tuberías Concéntricas Con Tratamiento

| RIGIDEZ A LOS 28 DÍAS - CUADRADA CONCÉNTRICA CON TRATAMIENTO | | | |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| ∅ TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| f'c Prom. (Kgf/cm²) | 200.48 | 194.11 | 185.86 |
| E (Kgf/cm²) | 212388.21 | 208983.25 | 204495.72 |
| A (cm²) | 225.000 | 225.000 | 225.000 |
| L (cm) | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| K (Kgf/cm) | 3185823.09 | 3134748.79 | 3067435.82 |



Tabla 55

Rigidez Axial de Briquetas Cuadradas con Tuberías No Concéntricas Con Tratamiento

| RIGIDEZ A LOS 28 DÍAS - CUADRADA NO CONCÉNTRICA CON TRATAMIENTO | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| ∅ TUBERÍA | 1/2" | 1" | 1 1/4" |
| f'c Prom. (Kgf/cm²) | 195.86 | 187.75 | 179.79 |
| E (Kgf/cm²) | 209926.77 | 205531.02 | 201126.83 |
| A (cm²) | 225.000 | 225.000 | 225.000 |
| L (cm) | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| K (Kgf/cm) | 3148901.59 | 3082965.29 | 3016902.38 |

C Análisis de la prueba

Con los resultados obtenido del cálculo de rigidez axial para especímenes circulares y cuadrados se puede deducir e interpretar que:

a Briquetas circulares

- La muestra patrón tiene una rigidez axial de 2725367.00 Kgf/cm
- Al colocar una tubería de 1/2" concéntrica en las briquetas circulares que representa un 1.03% del área de la sección, donde no se realizó un tratamiento superficial de la tubería se obtiene una rigidez axial de 2411927.79 Kgf/cm.
- De manera similar al colocar una tubería concéntrica en las briquetas circulares de 1" este representa un 3.05% del área de la sección, al someter a compresión sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una rigidez axial de 2359062.52 Kgf/cm.
- Al tener una tubería de 1 1/4" este representa un 5.38% del área de la sección, al someter a compresión sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una rigidez axial de 2284526.98 Kgf/cm.
- Al realizar un tratamiento en la adherencia de la tubería con el concreto colocando un alambre N°16 en la superficie de la tubería PVC de 1/2" ubicada concéntricamente en las briquetas circulares este representa un 1.03% del área de la sección se obtiene una rigidez axial de 2511384.81 Kgf/cm.



- De manera similar, realizando el mismo tratamiento en la superficie y colocar una tubería concéntrica en las briquetas circulares de 1" este representa un 3.05% del área de la sección, se obtiene una rigidez axial de 2450122.30 Kgf/cm.
- Al tener una tubería de 1 1/4" este representa un 5.38% del área de la sección, al someter a compresión realizando el tratamiento en la superficie se obtiene una rigidez axial de 2409833.72 Kgf/cm.

Al realizar el mismo análisis, pero con las tuberías ubicadas de manera que no coincidan con el centroide de la sección se puede interpretar que:

- Al colocar una tubería de 1/2" de manera no concéntrica en las briquetas circulares, al someter a compresión sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una rigidez axial de 2366683.86 Kgf/cm.
- De manera similar al colocar una tubería no concéntrica en las briquetas circulares de 1" sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una rigidez axial de 2298450.15 Kgf/cm.
- Al tener una tubería de 1 1/4" en una biqueta circular sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una resistencia de 2232165.32 Kgf/cm.
- Al realizar un tratamiento en la adherencia de la tubería con el concreto colocando un alambre N°16 en la superficie de la tubería PVC de 1/2" ubicada de manera no concéntrica en las briquetas circulares se obtiene una rigidez axial de 2396231.94 Kgf/cm.
- De manera similar, realizando el mismo tratamiento en la superficie y colocar una tubería no concéntrica en las briquetas circulares de 1" se obtiene una rigidez axial de 2340545.53 Kgf/cm.
- Al tener una tubería de 1 1/4" ubicado de manera no concéntrica en una biqueta circular y realizando el tratamiento en la superficie se obtiene una rigidez de 2275464.39 Kgf/cm.



b Briquetas cuadradas

Al tener las briquetas cuadradas se obtuvo las rigideces axiales con las tuberías ubicadas de manera concéntricas y no concéntricas de 1/2" que representa el 0.81%, una tubería de 1" que es el 2.40% de la sección y por último se tiene la tubería embebida de 1 1/4" con un 4.23% de la sección.

- La muestra cuadrada patrón muestra una rigidez axial de 3489193.14 Kgf/cm.
- Al colocar una tubería de 1/2" concéntrica sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una rigidez axial de 3134991.03 Kgf/cm.
- De manera similar al colocar una tubería concéntrica de 1" sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una rigidez axial de 3070679.89 Kgf/cm.
- Al tener una tubería de 1 1/4" en una briqueta cuadrada sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una rigidez axial de 3004487.27 Kgf/cm.
- Al realizar el tratamiento de adherencia sobre su superficie de la tubería de 1/2" concéntrica se obtiene una rigidez axial de 3185823.09 Kgf/cm.
- De manera similar, realizando el mismo tratamiento en la superficie y colocar una tubería concéntrica de 1" se obtiene una rigidez axial de 3134748.79 Kgf/cm.
- Al tener una tubería de 1 1/4" realizando el tratamiento en la superficie se obtiene una rigidez axial de 3067435.82 Kgf/cm.

Al realizar el mismo análisis, pero con las tuberías ubicadas de manera que no coincidan con el centroide de la sección se puede interpretar que:

- Al colocar una tubería de 1/2" de manera no concéntrica sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una rigidez axial de 3107064.53 Kgf/cm.
- De manera similar al colocar una tubería no concéntrica de 1" sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una rigidez axial de 3051329.63 Kgf/cm.



- Al tener una tubería de 1 1/4" en una briqueta cuadrada sin ningún tratamiento en la superficie se obtiene una rigidez axial de 2980407.90 Kgf/cm.
- Al realizar el tratamiento de adherencia sobre su superficie de la tubería de 1/2" de manera no concéntrica se obtiene una rigidez axial de 3148901.59 Kgf/cm.
- De manera similar, realizando el mismo tratamiento en la superficie y colocar una tubería no concéntrica de 1" se obtiene una rigidez axial de 3082965.29 Kgf/cm.
- Al tener una tubería de 1 1/4" ubicado de manera no concéntrica y realizando el tratamiento en la superficie se obtiene una rigidez axial de 3016902.38 Kgf/cm.

3.6.3 *Determinación de respuesta sísmica con tuberías embebidas*

Para poder determinar la variación de la respuesta sísmica se procedió a analizar y modelar una estructura a porticada con las características obtenidos en el análisis de la resistencia a compresión realizado anteriormente.

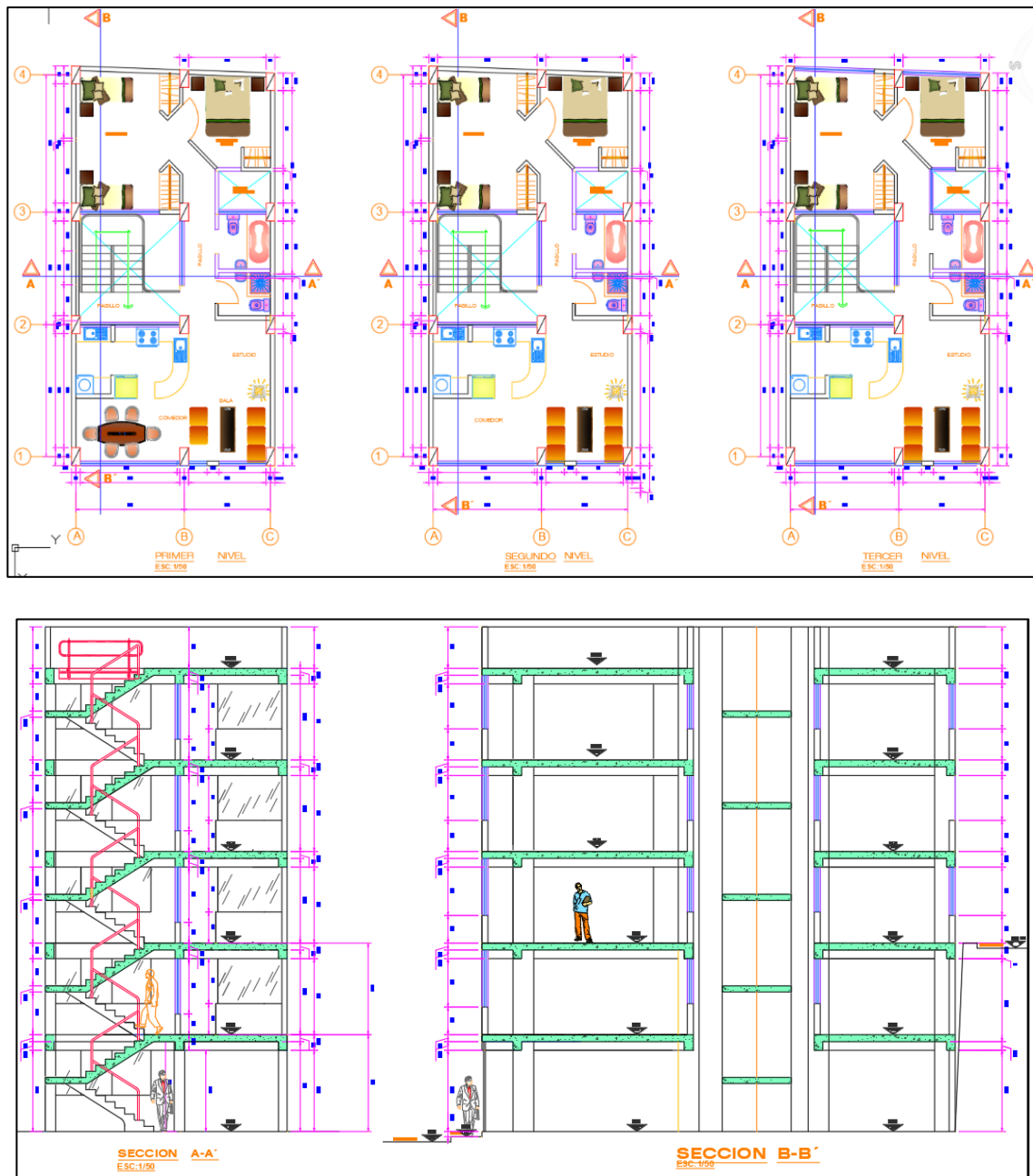
3.6.3.1 Modelado de la estructura

Se obtuvo un plano de una edificación tipo vivienda de 05 niveles para poder evaluar la influencia de tener tuberías embebidas en elementos verticales, verificar los desplazamientos y derivas de entrepiso por nivel, para realizar este proceso se utilizó el software ETABS V.17 (versión educativa).



Figura 52

Distribución en Planta y Elevación



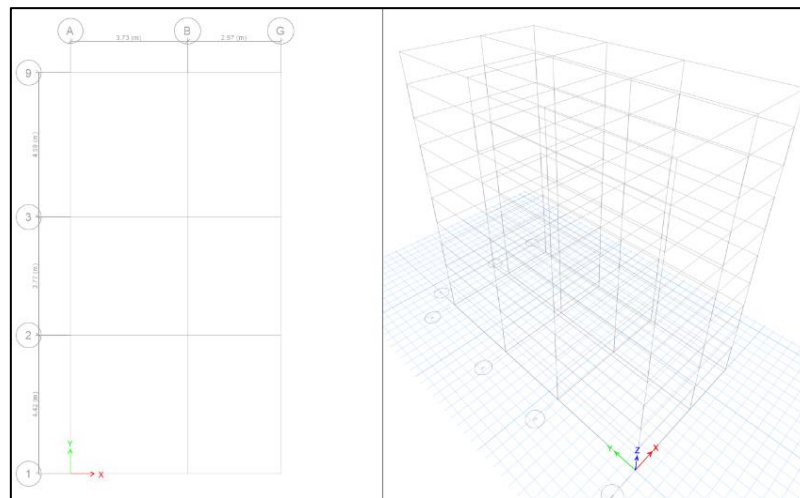
3.6.3.1.1 Creación de grillas

Se procede a definir las grillas de modelado que corresponden a los centroides de los elementos verticales, se procede a determinar según las dimensiones en planta de la edificación.



Figura 53

Definición de Grillas en Planta y Elevación



| Story | Height m | Elevation m | Master Story | Similar To | Splice Story | Splice Height m | Story Color |
|----------|----------|-------------|--------------|------------|--------------|-----------------|-------------|
| NIVEL 05 | 2.65 | 13.4 | Yes | None | No | 0 | Blue |
| NIVEL 04 | 2.65 | 10.75 | No | NIVEL 01 | No | 0 | Red |
| NIVEL 03 | 2.65 | 8.1 | No | NIVEL 01 | No | 0 | Red |
| NIVEL 02 | 2.65 | 5.45 | No | NIVEL 01 | No | 0 | Red |
| NIVEL 01 | 2.8 | 2.8 | Yes | None | No | 0 | Blue |
| Base | | 0 | | | | | |

Note: Right Click on Grid for Options

Refresh View

OK Cancel

3.6.3.1.2 Definición de materiales de concreto

Definiremos el material de concreto 210 Kgf/cm², donde se tomaron los valores de módulo de elasticidad y módulo de corte según la normativa E.060 nos indica:

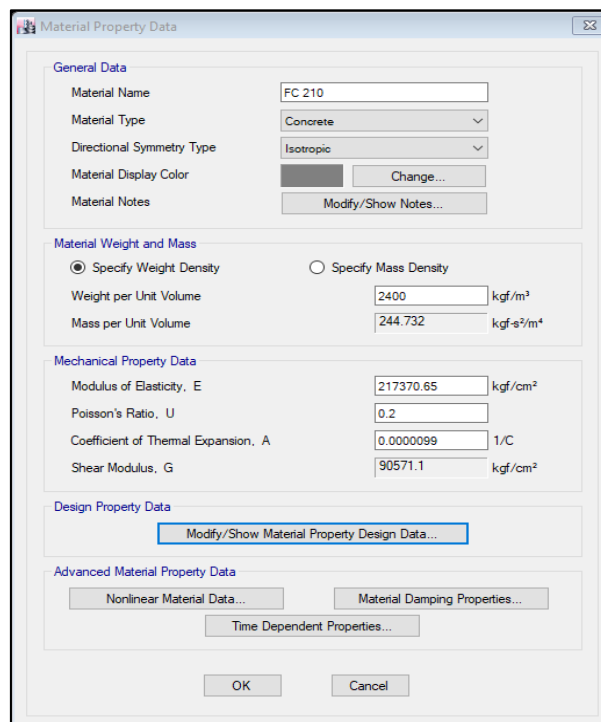
Tabla 56

Definición de Material de concreto

| Resistencia a compresión de concreto | | F'c = 210 Kgf/cm² |
|---|-------------------------------|-------------------------------------|
| Módulo de elasticidad | $E = 15000 * \sqrt{f'c}$ | 217370.6512 Kgf/cm ² |
| Módulo de poisson | 0.20 | 0.20 |
| Módulo de corte | $G = \frac{E}{2 * (1 + \nu)}$ | 181142.2093 Kgf/cm ² |

Figura 54

Definición de concreto en Software



3.6.3.1.3 Definición de secciones de vigas y columnas

Definiremos las dimensiones de las secciones definido en los planos estructurales donde se tienen las siguientes dimensiones, se tiene las vigas principales de 25x50 las cuales se encuentran paralelas al eje Y y las secundarias de 25x40 perpendiculares a las anteriores.



Figura 55

Secciones Típicas de vigas

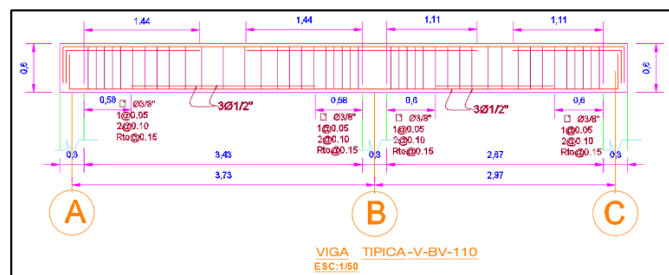
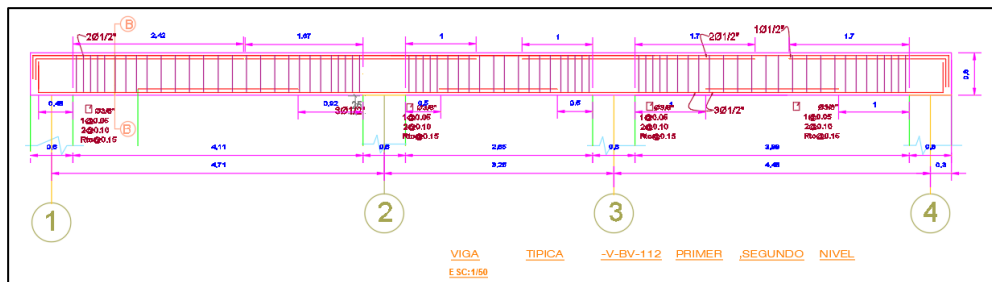
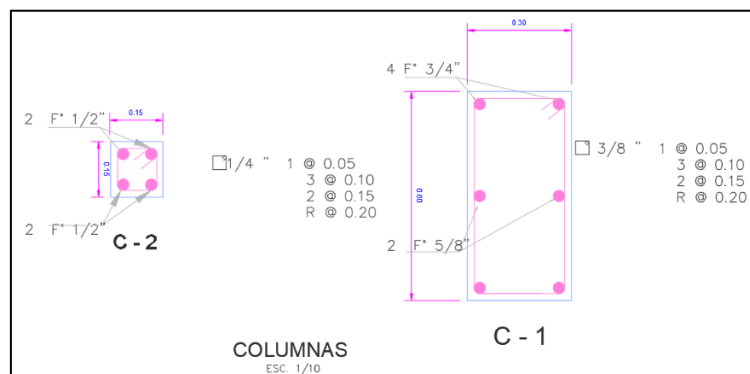


Figura 56

Secciones Típicas de Columnas

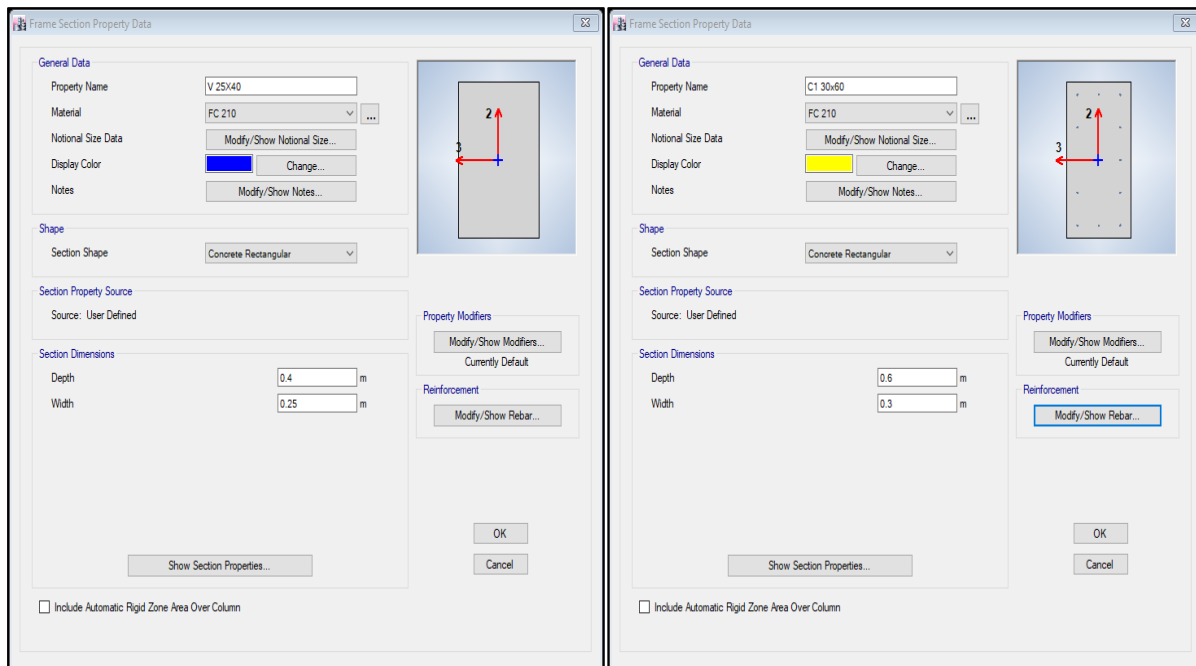


Con las dimensiones de los planos estructurales, se procede a modelar en el software las dimensiones de vigas y columnas del sistema a porticado, encontrando que las columnas son de una dimensión de 30x60.



Figura 57

Definición de Vigas y Columnas en ETABS



Debido a que un objetivo de la tesis es la de comprobar la influencia de las tuberías embebidas en edificación se procede a definir otras secciones cumpliendo con estas características, se asignara una abertura correspondiente a un porcentaje de 0.4% a 4% de la sección típica de manera concéntrica, además, es importante mencionar que para el análisis solamente se asignara estas secciones alteradas en todas las columnas de la edificación.

Para representar una sección hueca con una abertura se utiliza la propiedad de section designer el cual se representará con una abertura en la sección representando un porcentaje obtenido en las briquetas cuadradas de 0.88%, 2.72% y 4.50% con las siguientes dimensiones:

ÁREA TOTAL DE SECCIÓN: $30 \times 60 \text{ cm} = 1800 \text{ cm}^2$

ÁREA DE ABERTURA Y PORCENTAJE:

- $3 \times 3 \text{ cm} = 9 \text{ cm}^2$ con un 0.88%
- $7 \times 7 \text{ cm} = 49 \text{ cm}^2$ con un 2.72 %
- $9 \times 9 \text{ cm} = 81 \text{ cm}^2$ con un 4.5 %



Figura 58

Columna con Abertura de 0.88%

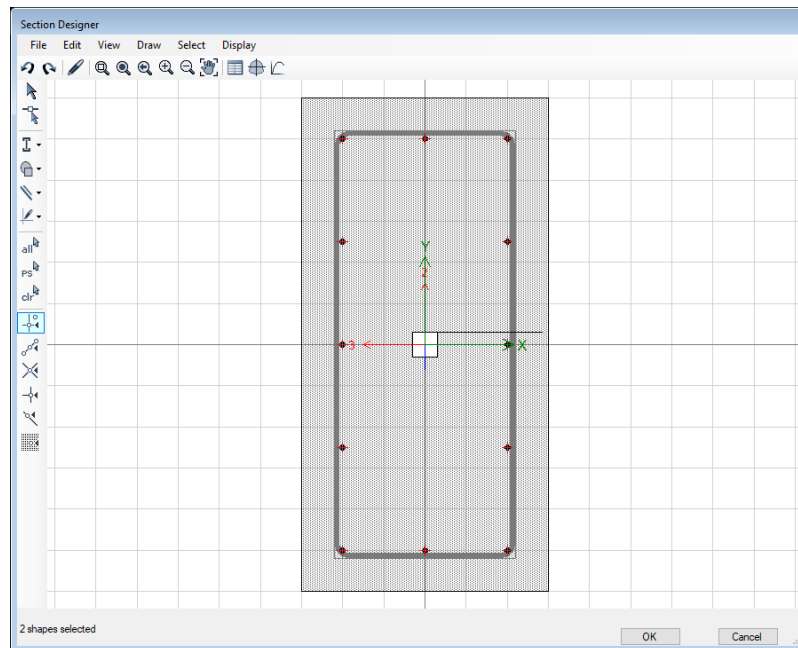


Figura 59

Columna con Abertura de 2.72%

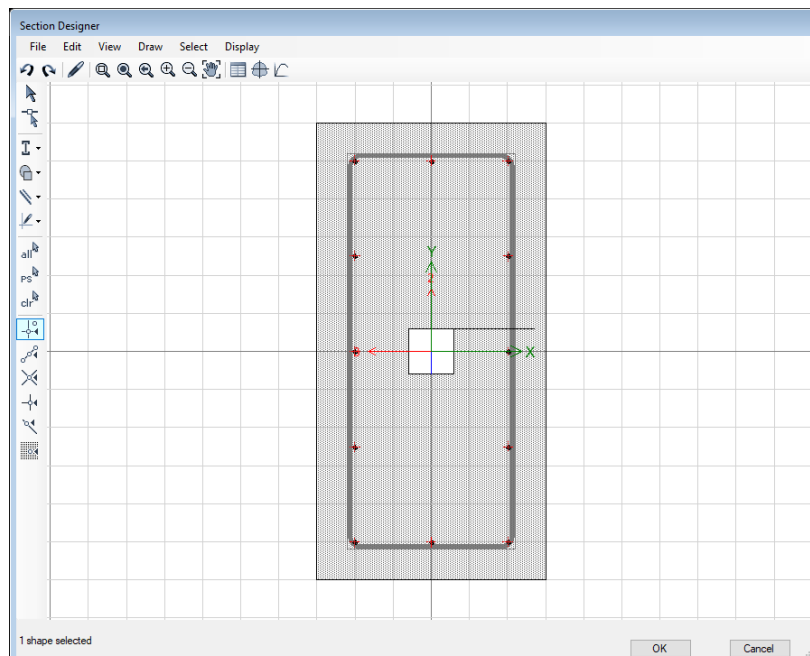
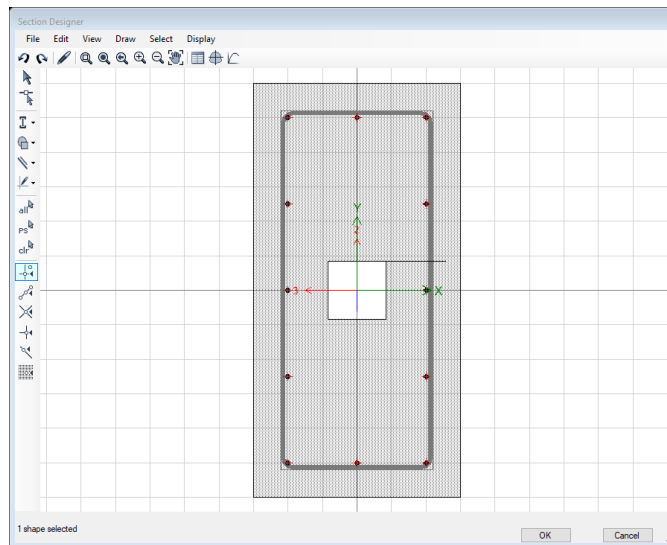




Figura 60

Columna con Abertura de 4.5%



3.6.3.1.4 Definición de secciones tipo losa

Definiremos las dimensiones de las secciones definido en los planos estructurales donde se tienen las siguientes dimensiones:

Figura 61

Detalle de Losa Aligerada de Edificación

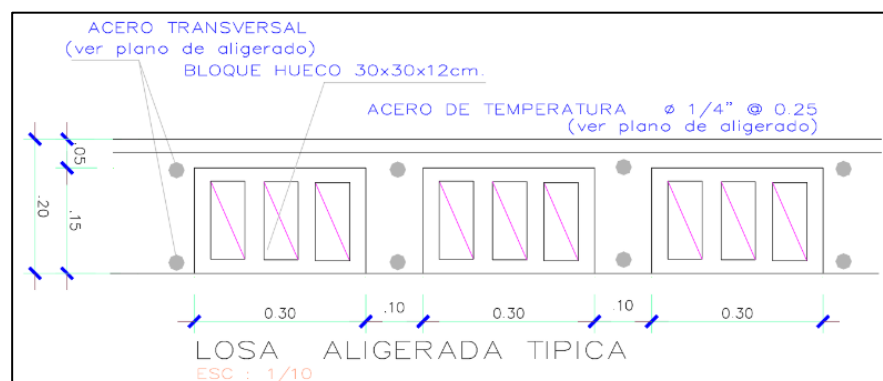




Figura 62

Detalle de Losa de Escalera de Entrepiso

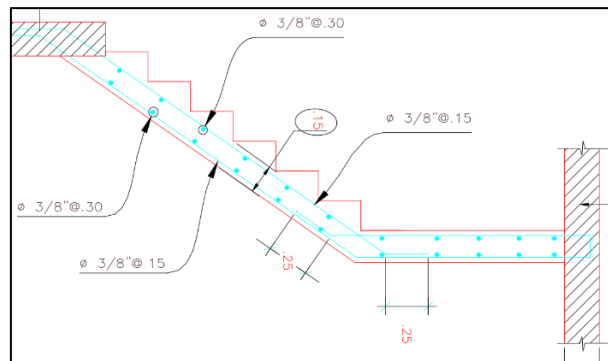
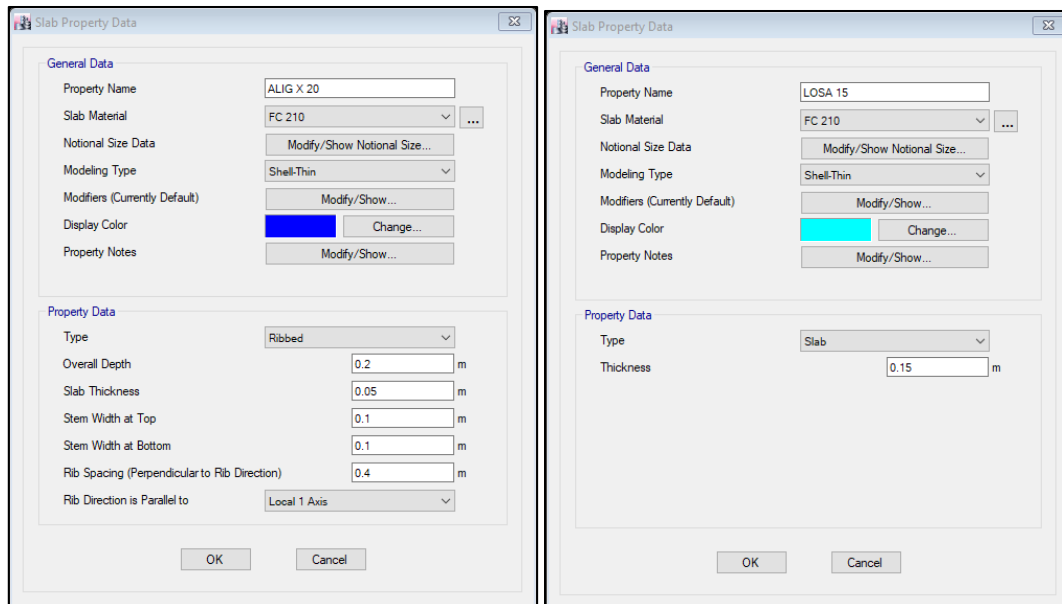


Figura 63

Creación de Losas Aligeradas y Macizas en ETABS



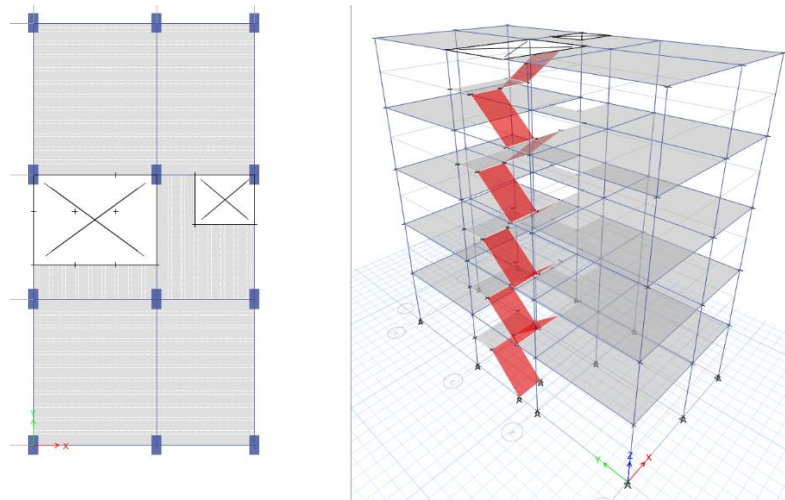
Como se puede verificar la dimensión de los elementos tipo área se tiene una losa aligerada de $h = 20$ cm y una separación entre ejes de 40 cm, este en el software se modelará como una losa tipo Ribbed el cual idealiza las nervaduras a una determinada dimensión y dirección paralela, en cuanto a la losa se modela como Slab el cual idealiza como una losa maciza.

3.6.3.1.5 Dibujo de edificación

Se dibujarán los elementos en donde corresponda, se respetarán las aberturas y voladizos de la estructura, así como el sentido de ubicación de las columnas, debido a que, el objetivo es demostrar la influencia de tuberías embebidas en elementos verticales mas no de un diseño o evaluación estructural (estructuración), por lo tanto, de respeta la distribución estructural de la edificación.

Figura 64

Modelado de Estructura en ETABS



3.6.3.2 Análisis de cargas por gravedad

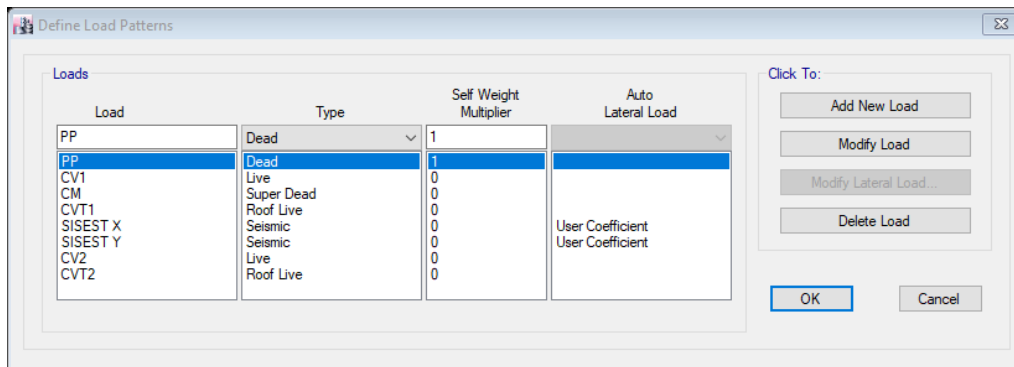
Para realizar el análisis sísmico de la edificación es necesario contar con la masa por cada entrepiso este proceso se realizará definiendo y cargando el peso de la tabiquería, entre otros.

3.6.3.2.1 Definición de patrones de carga

Para definir las cargas previamente se procederá a definir los patrones de carga, que corresponden a las cargas que se presentan en la edificación, es necesario contar con la carga muerta, viva y de techo además del peso propio de los elementos.

Figura 65

Definición de Patrones de Carga



3.6.3.2.2 Cargas linealmente distribuidas

Dentro de este tipo de cargas se encuentran el peso de las tabiquerías de albañilería el cual se muestra en los planos de arquitectura anexo a la presente investigación, para determinar la carga por tabiquería es seleccionar una unidad de albañilería, se sabe que se cuenta con 2 tipos de tabiquería.

- Unidades solidas con un peso aproximado de 19 Kgf / (m² x cm).
- Unidades huecas o tubulares con un peso aproximado de 14 Kgf / (m² x cm).

En los planos de elevación de la estructura se puede apreciar la altura de los muros ubicados encima de las vigas, se calcula entonces el peso por metro lineal multiplicando la altura por el espesor por el tipo de unidad de albañilería, estos valores fueron comprobados con la normativa E.020.

Tabla 57

Carga Lineal por Muro de Albañilería

| DATOS | VALOR |
|------------------------|--------------------------------|
| ESPESOR DEL MURO | 15 cm |
| TIPO DE LADRILLO | UND. TUBULAR |
| | 14 Kgf / (m ² x cm) |
| ALTURA DEL MURO | 2.200 mts |
| PESO W | 462.00 Kgf / m |
| P.P. Tab. (en la VIGA) | 465.00 Kgf / m |



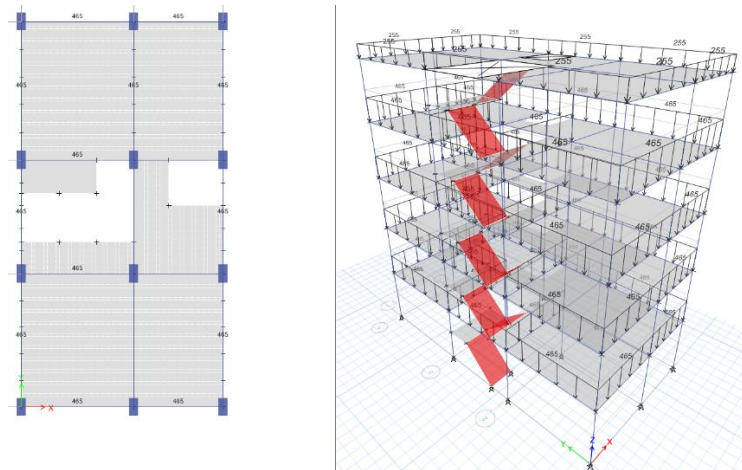
Tabla 58

Carga Lineal por Muro de Albañilería en Parapeto

| DATOS | VALOR |
|--------------------------|---------------------------------|
| ESPESOR DEL MURO = | 15 cm |
| TIPO DE LADRILLO = | UND. TUBULAR |
| | 14 Kgf / (m ² x cm) |
| ALTURA DEL MURO = | 1.200 mts |
| PESO W = | 252.00 Kgf / m |
| P.P. Tab. (en la VIGA) = | 255.00 Kgf / m |

Figura 66

Asignación de Cargas lineales



3.6.3.2.3 Cargas superficialmente distribuidas

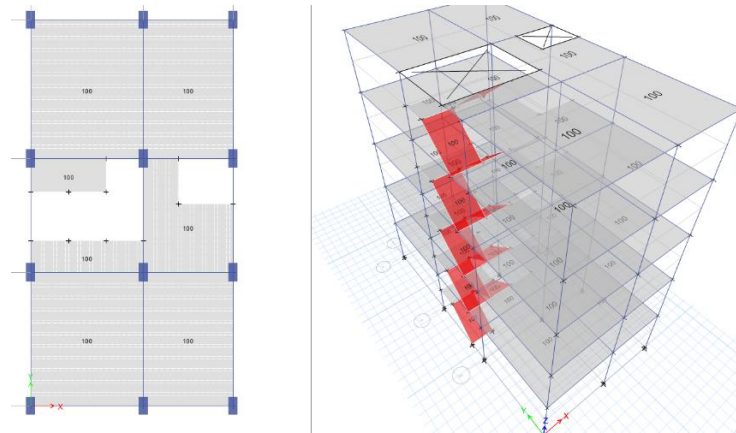
Estas cargas se asignan de acuerdo al uso del ambiente, generalmente esta información se encuentra en la E.020, el uso para la presente edificación es de viviendas, por lo tanto, se asignará la carga de 200 Kgf/m², mientras que para la carga muerta se asignará la carga de 100 Kgf/m², valor que generalmente se coloca con el objetivo de representar el acabado de piso y el contrapiso o vaciado de una superficie encima de la losa.

La asignación de la carga también incluye a las losas de las escaleras, en cuanto a las cargas de techo se dará el valor de 100 Kgf/m².



Figura 67

Asignación de Cargas Superficiales



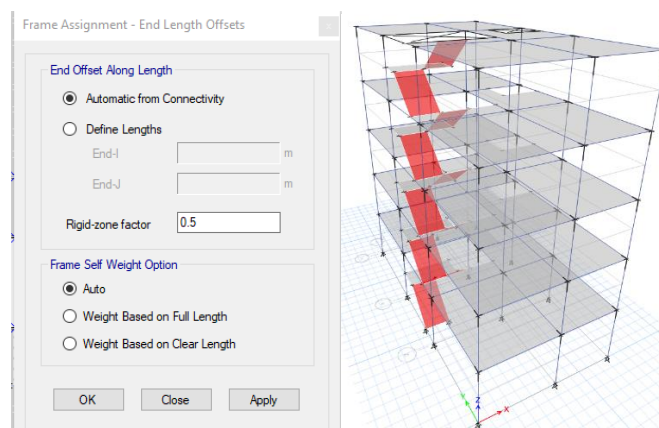
Para el caso de las cargas vivas se tomaron en consideración el uso de los ambientes, además, se asignaron en forma de damero para obtener los momentos máximos negativos en los elementos estructurales, tal como lo indica la NTP E. 060 en el capítulo 8 en el artículo 8.9 “DISPOSICIÓN DE LA CARGA VIVA”, alterando su distribución en paños.

3.6.3.2.4 Brazos rígidos

Para idealizar que los nudos entre vigas y columnas se vacían monolíticamente junto con las losas, se asume que estos elementos son rígidos, por lo tanto, es necesario colocar esta condición, el software ETABS recomienda según su manual del usuario un valor de 0.5.

Figura 68

Asignación de Brazos Rígidos en Modelo



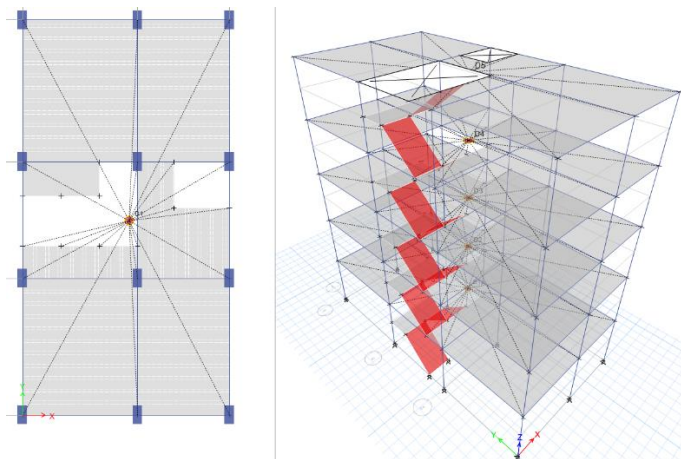


3.6.3.2.5 Diafragmas rígidos

En cuanto a los diafragmas rígidos se crean por nivel, además estos no contarán con las losas inclinadas ni las losas que no se encuentran paralelamente a su plano, asimismo, las losas de descanso de las escaleras tampoco se asignan.

Figura 69

Asignación de Diafragmas Rígidos en Modelo



3.6.3.3 Parámetros para análisis sísmico

Para realizar el análisis sísmico de la edificación es necesario realizar la configuración para colocar lo indicado por la norma E.030. Se deberán de colocar los factores de uso y zona, así como similares.

3.6.3.3.1 Factores de Sismo Estático

Para un primer análisis se asume que la estructura es regular y se coloca un coeficiente de reducción basal de acuerdo con el sistema estructural predominante, debido a que en la edificación no cuentan con muros de corte se asumirá un $R=8$ correspondiente a una estructura a porticada.

Siendo: $Z = 0.25$ (Zona 2 – Cusco)

$U = 1.00$ (Categoría C)



$$S = 1.20$$

(Suelo intermedio)

Para el caso del coeficiente de amplificación sísmica es necesario calcularlo a partir del periodo fundamental de vibración el cual se define de acuerdo a lo dispuesto en la normativa E.030 en el artículo 28.4.

$$T = \frac{hn}{Ct} = \frac{13.40}{35} = 0.383\text{seg.}$$

Como se plantea inicialmente una edificación de sistema a porticado se toma en consideración un valor de $Ct = 35$. Ahora con este valor se procede a determinar el coeficiente de amplificación sísmica

Teniendo:

$$T < T_p \quad C = 2,5$$

$$T_p = 0.6$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T_L = 2.0$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

$$C = 2.5$$

Para la definición del espectro de respuesta se tendrá que utilizar otros periodos y compararlos con las ecuaciones descritas anteriormente el cual se encuentra normado en el artículo 14 de la NTP E.030. Obtenido los valores previamente calculados se procede a calcular la cortante estática en la base el cual es representada por la ecuación normada en el artículo 28.2.1 de la NTP E.030. Este valor es un porcentaje del peso en la base ocasionada por el sismo.

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P = \frac{0.25 \cdot 1.00 \cdot 2.5 \cdot 1.2}{8} \cdot P = 0.094 \cdot P$$

Tabla 59

Parámetros para Cortante Estática

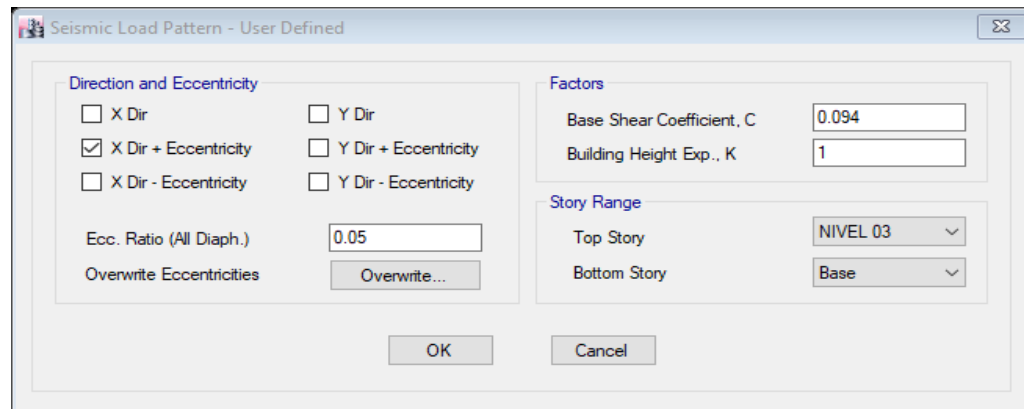
| Z | U | S | R | g | Tp | C | V |
|------|-----|-----|---|------|-----|-----|-------|
| 0.25 | 1.0 | 1.2 | 8 | 9.81 | 0.6 | 2.5 | 0.094 |



Calculado el porcentaje del peso afectado al peso de la estructura, se procede a definir este valor en el software para el sismo estático

Figura 70

Definición de Cortante Basal



3.6.3.3.2 Espectro de respuesta

Este se encuentra definido en el artículo 29.2.1. de la NTP E.030, el cual se define en función de una aceleración espectral y el valor de la aceleración de la gravedad.

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

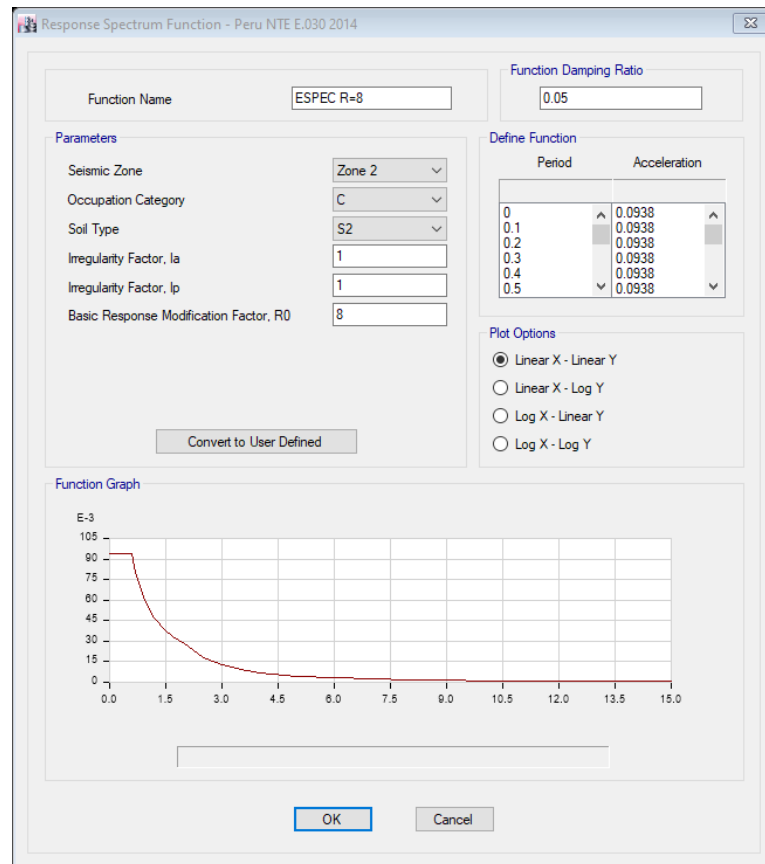
Para la aplicación de un análisis en dirección vertical se podrá usar un espectro igual a los 2/3 del espectro de las direcciones horizontales, excepto para periodos muy cortos definidos en el artículo 29.2.2 de la NTP E.030 el cual se clasifica con la siguiente relación:

$$T \leq 0.2 T_p \quad 0.383 \leq 0.2 * 0.6 \quad 0.383 \leq 0.12 \quad \dots \dots \text{NO ESPERIDO MUY CORTO}$$

Debido a que no se tiene un periodo fundamental menor que el mínimo permitido se genera el espectro aplicando las ecuaciones dispuesto en la normativa E.030 en el artículo 28.4.

Figura 71

Definición del Espectro de Respuesta

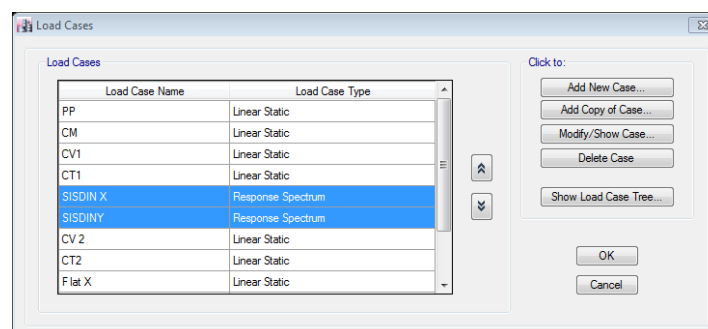


3.6.3.3.3 Casos de carga

Definidos los patrones de carga (CM, CV y CT) se generan los casos de carga se funciones lineales y los espectros de respuesta para ambas direcciones de análisis. Por lo determinado anteriormente se crean los casos de carga para ambas direcciones de análisis

Figura 72

Casos de Carga





Se crean cargas de una respuesta lateral y otra vertical, que es las $\frac{2}{3}$ de la aceleración asumida en la dirección lateral, tal como se menciona en la NTP E.030 en el artículo 29.2.2 donde indica lo siguiente:

Para el análisis en dirección vertical puede usarse un espectro con valores igual a los $\frac{2}{3}$ del espectro empleado para las direcciones de análisis, la aceleración espectral se tomó la aceleración de la gravedad 9.81 m/seg^2 , y cuando el periodo es muy corto se tendrá que realizar la modificación al espectro realizado anteriormente y definir los espectros de respuesta.

Figura 73

Espectro de Respuesta en Dirección X

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|-----------|--------------|
| Acceleration | U1 | ESPEC R=8 | 9.8067 |
| Acceleration | U3 | ESPEC R=8 | 6.5378 |

3.6.3.3.4 Modos de vibración

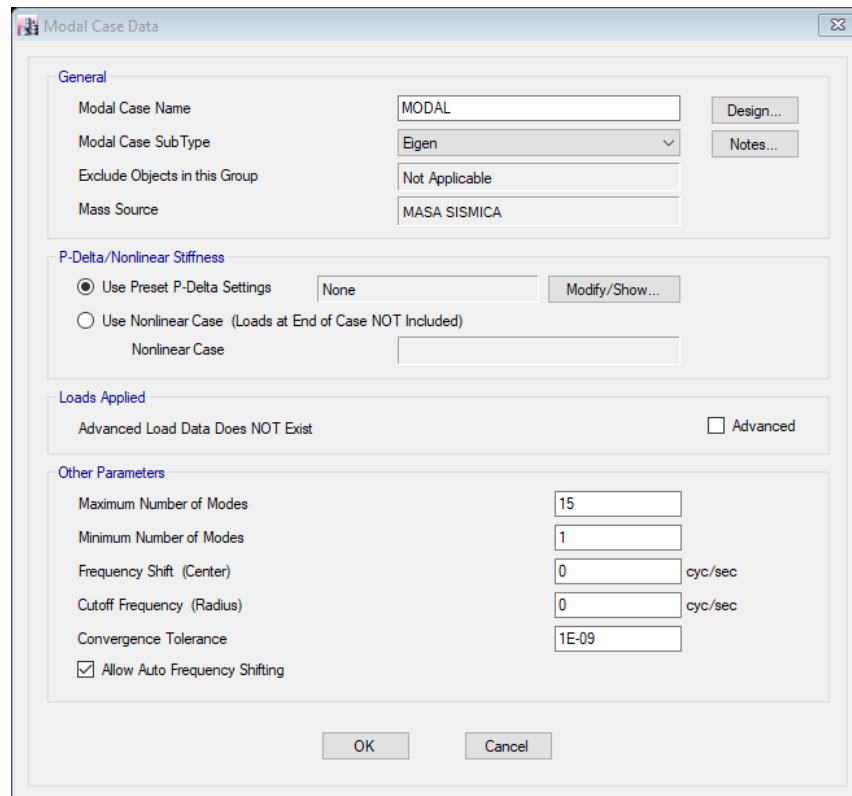
De acuerdo a lo estipulado por la normativa se tiene como mínimo 3 grados de libertad por nivel, y estos casos deberían alcanzar el 90 % de masa participativa para cada dirección de



análisis. La edificación en análisis al tener 5 niveles tendrá como mínimo 15 modos de vibración.

Figura 74

Definición de Modos de Vibración



3.6.3.3.5 Masa o peso de la edificación

De acuerdo a lo estipulado por la normativa se tiene como mínimo 3 grados de libertad por nivel, y estos casos deberían alcanzar el 90 % de masa participativa para cada dirección de análisis. La edificación en análisis al tener 5 niveles tendrá como mínimo 15 modos de vibración. Se define la suma de las cargas con los siguientes datos, los valores de cargas serán asumidas de acuerdo a lo estipulado en la norma E. 030 en el artículo 26 donde se menciona lo siguiente

El peso (P) se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determina de la siguiente manera:

- En edificaciones de las categorías A y B, se toma el 50% de la carga viva.

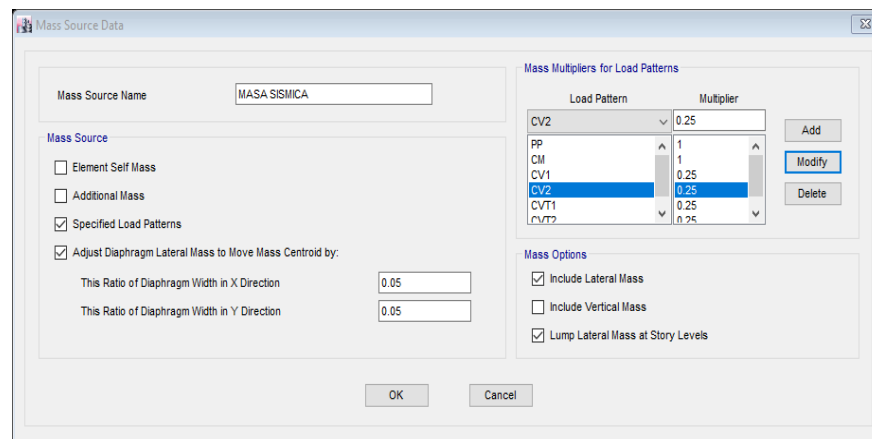


- En edificaciones de la categoría C, se toma el 25% de la carga viva.
- En depósitos, se toma el 80% del peso total que es posible almacenar.
- En azoteas y techos en general se toma el 25% de la carga viva.

Este peso es definido en el software:

Figura 75

Definición de Masa o Peso de la Edificación



3.6.3.4 Determinación de cortantes y desplazamientos

Para la obtención de estos datos se procede a analizar la estructura con ayuda del software y se procede a verificar las derivas de entrepiso de la edificación.

3.6.3.4.1 Derivas y desplazamiento de entrepiso

Para el cálculo de las derivas de entrepiso nos basamos en lo estipulado en la NTP E.030 en el artículo 31 donde se indica:

31.1. Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0.85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.



31.2. Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se consideran los valores mínimos de C/R indicados en el numeral 28.2 ni el cortante mínimo en la base en el numeral 29.4.

Basándonos en estos criterios se procede a calcular las derivas máximas de entrepiso para cada dirección de análisis, y se verifica que este valor se multiplique por el 75% del valor de R y así obtener la deriva elástica y este valor deberá ser menor a 0.007 para que cumpla con los requisitos en la normativa E 030. Se recuerda que no se debe modificar los espectros de respuesta con el sismo estático.

A Columnas sin tuberías embebidas

Se idealizo que la estructuras cuenta con todas las columnas sin ninguna abertura.

Tabla 60

Derivas de Entrepiso con Columnas sin Tuberías Embebidas

| CALCULO DE DERIVAS SIN TUBERÍAS EMBEBIDAS | | | | | | |
|---|-------------|--------------------------|------------------------|-------------|--------------------------|------------------------|
| NIVEL | Dirección | Deriva | Punto | X m | Y m | Z m |
| Nivel 5 | X | 0.000347 | 3 | 6.7 | 12.78 | 13.4 |
| Nivel 4 | | 0.000653 | 3 | 6.7 | 12.78 | 10.75 |
| Nivel 3 | | 0.000907 | 3 | 6.7 | 12.78 | 8.1 |
| Nivel 2 | | 0.001068 | 3 | 6.7 | 12.78 | 5.45 |
| Nivel 1 | | 0.00083 | 3 | 6.7 | 12.78 | 2.8 |
| Nivel 5 | Y | 0.000288 | 12 | 6.7 | 0 | 13.4 |
| Nivel 4 | | 0.000464 | 12 | 6.7 | 0 | 10.75 |
| Nivel 3 | | 0.000615 | 12 | 6.7 | 0 | 8.1 |
| Nivel 2 | | 0.000667 | 12 | 6.7 | 0 | 5.45 |
| Nivel 1 | | 0.000428 | 3 | 6.7 | 12.78 | 2.8 |
| COMPROBACIÓN DE DERIVAS | | | | | Rox = | 8 |
| | | | | | Roy = | 8 |
| NIVEL | DIRECCIÓN X | | | DIRECCIÓN Y | | |
| | Ro | Distorsión inelástica | Distorsión elástica | Ro | Distorsión inelástica | Distorsión elástica |
| Nivel 5 | 8 | 0.000347 | 0.00208 | 8 | 0.000288 | 0.00196 |
| Nivel 4 | 8 | 0.000653 | 0.00392 | 8 | 0.000464 | 0.00316 |
| Nivel 3 | 8 | 0.000907 | 0.00544 | 8 | 0.000615 | 0.00418 |
| Nivel 2 | 8 | 0.001068 | 0.00641 | 8 | 0.000667 | 0.00454 |
| Nivel 1 | 8 | 0.00083 | 0.00498 | 8 | 0.000428 | 0.00291 |
| | | | Verificación | | | Verificación |
| Nivel 5 | | | BIEN | | | BIEN |
| Nivel 4 | | | BIEN | | | BIEN |
| Nivel 3 | | | BIEN | | | BIEN |
| Nivel 2 | | | BIEN | | | BIEN |
| Nivel 1 | | | BIEN | | | BIEN |



Tabla 61

Desplazamiento de Entrepiso con Columnas sin Tuberías Embebidas

| Nivel | DIRECCIÓN X | | DIRECCIÓN Y | |
|-----------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|
| | Distorsión | Desplazamiento (cm) | Distorsión | Desplazamiento (cm) |
| Nivel 5 | 0.00208 | 0.52 | 0.00196 | 0.49 |
| Nivel 4 | 0.00392 | 0.98 | 0.00316 | 0.79 |
| Nivel 3 | 0.00544 | 1.36 | 0.00418 | 1.05 |
| Nivel 2 | 0.00641 | 1.60 | 0.00454 | 1.13 |
| Nivel 1 | 0.00498 | 1.25 | 0.00291 | 0.73 |
| Altura de entrepiso | | | 250 | cm |
| Desplazamiento máximo | | | 1.75 | cm |

B Columnas con tuberías embebidas de 0.88%

Se idealizo que la estructuras cuenta con las columnas de esquina con las secciones definido en el apartado 3.6.2.1.3. en el cual se definieron las secciones con áreas huecas en el medio, con el fin de representar una tubería embebida de 0.88% con un área hueca de 16 cm².

Tabla 62

Derivas de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 0.88%

| CALCULO DE DERIVAS CON TUBERÍAS EMBEBIDAS DE 0.88% | | | | | | |
|--|-----------------------|---------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| NIVEL | Dirección | Deriva | Punto | X m | Y m | Z m |
| Nivel 5 | X | 0.000352 | 3 | 6.7 | 12.78 | 13.4 |
| Nivel 4 | | 0.000661 | 3 | 6.7 | 12.78 | 10.75 |
| Nivel 3 | | 0.000918 | 3 | 6.7 | 12.78 | 8.1 |
| Nivel 2 | | 0.001081 | 3 | 6.7 | 12.78 | 5.45 |
| Nivel 1 | | 0.000843 | 3 | 6.7 | 12.78 | 2.8 |
| Nivel 5 | Y | 0.000288 | 12 | 6.7 | 0 | 13.4 |
| Nivel 4 | | 0.000465 | 12 | 6.7 | 0 | 10.75 |
| Nivel 3 | | 0.000617 | 12 | 6.7 | 0 | 8.1 |
| Nivel 2 | | 0.000671 | 12 | 6.7 | 0 | 5.45 |
| Nivel 1 | | 0.000432 | 12 | 6.7 | 0 | 2.8 |
| COMPROBACIÓN DE DERIVAS | | | | | Rox = | 8 |
| | | | | | Roy = | 8 |
| NIVEL | DIRECCIÓN X | | | DIRECCIÓN Y | | |
| | Ro | 8 | Verificación | Ro | 8 | Distorsión elástica |
| | Distorsión inelástica | Distorsión elástica | | Distorsión inelástica | Distorsión inelástica | Distorsión elástica |
| Nivel 5 | 0.000352 | 0.00211 | BIEN | 0.000288 | 0.00196 | BIEN |
| Nivel 4 | 0.000661 | 0.00397 | BIEN | 0.000465 | 0.00316 | BIEN |
| Nivel 3 | 0.000918 | 0.00551 | BIEN | 0.000617 | 0.00420 | BIEN |
| Nivel 2 | 0.001081 | 0.00649 | BIEN | 0.000671 | 0.00456 | BIEN |
| Nivel 1 | 0.000843 | 0.00506 | BIEN | 0.000432 | 0.00294 | BIEN |



Tabla 63

Desplazamiento de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 0.88%

| Nivel | DIRECCIÓN X | | DIRECCIÓN Y | |
|-----------------------|-------------|---------------------|-------------|-----------------|
| | Distorsión | Desplazamiento (cm) | Distorsión | Distorsión (cm) |
| Nivel 5 | 0.00211 | 0.53 | 0.00196 | 0.49 |
| Nivel 4 | 0.00397 | 0.99 | 0.00316 | 0.79 |
| Nivel 3 | 0.00551 | 1.38 | 0.00420 | 1.05 |
| Nivel 2 | 0.00649 | 1.62 | 0.00456 | 1.14 |
| Nivel 1 | 0.00506 | 1.26 | 0.00294 | 0.74 |
| Altura de entrepiso | | | 250 | cm |
| Desplazamiento máximo | | | 1.75 | cm |

C Columnas con tuberías embebidas de 2.72%

Se idealizo que la estructuras cuenta con las columnas de esquina con las secciones definido en el apartado 3.6.2.1.3. en el cual se definieron las secciones con áreas huecas en el medio, con el fin de representar una tubería embebida de 2.72% con un área hueca de 49 cm².

Tabla 64

Derivas de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 2.72%

| CALCULO DE DERIVAS CON TUBERÍAS EMBEBIDAS DE 2% | | | | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| NIVEL | Dirección | Deriva | Punto | X m | Y m | Z m |
| Nivel 5 | X | 0.000354 | 3 | 6.7 | 12.78 | 13.4 |
| Nivel 4 | | 0.000665 | 3 | 6.7 | 12.78 | 10.75 |
| Nivel 3 | | 0.000923 | 3 | 6.7 | 12.78 | 8.1 |
| Nivel 2 | | 0.001087 | 3 | 6.7 | 12.78 | 5.45 |
| Nivel 1 | | 0.000849 | 3 | 6.7 | 12.78 | 2.8 |
| Nivel 5 | Y | 0.000288 | 12 | 6.7 | 0 | 13.4 |
| Nivel 4 | | 0.000466 | 12 | 6.7 | 0 | 10.75 |
| Nivel 3 | | 0.000618 | 12 | 6.7 | 0 | 8.1 |
| Nivel 2 | | 0.000673 | 12 | 6.7 | 0 | 5.45 |
| Nivel 1 | | 0.000435 | 12 | 6.7 | 0 | 2.8 |
| COMPROBACIÓN DE DERIVAS | | | | | Rox = | 8 |
| | | | | | Roy = | 8 |
| NIVEL | DIRECCIÓN X | | | DIRECCIÓN Y | | |
| | Ro Distorsión inelástica | 8 Distorsión elástica | Verificación | Ro Distorsión inelástica | Ro Distorsión inelástica | Ro Distorsión elástica |
| Nivel 5 | 0.000355 | 0.00212 | BIEN | 0.000288 | 0.00196 | BIEN |
| Nivel 4 | 0.000664 | 0.00398 | BIEN | 0.000466 | 0.00317 | BIEN |
| Nivel 3 | 0.000923 | 0.00554 | BIEN | 0.000618 | 0.00420 | BIEN |
| Nivel 2 | 0.001087 | 0.00652 | BIEN | 0.000673 | 0.00458 | BIEN |
| Nivel 1 | 0.000849 | 0.00509 | BIEN | 0.000435 | 0.00296 | BIEN |



Tabla 65

Desplazamiento de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 2.72%

| Nivel | DIRECCIÓN X | | DIRECCIÓN Y | |
|---------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|
| | Distorsión | Desplazamiento (cm) | Distorsión | Desplazamiento (cm) |
| Nivel 5 | 0.00212 | 0.53 | 0.00196 | 0.49 |
| Nivel 4 | 0.00398 | 1.00 | 0.00317 | 0.79 |
| Nivel 3 | 0.00554 | 1.38 | 0.00420 | 1.05 |
| Nivel 2 | 0.00652 | 1.63 | 0.00458 | 1.14 |
| Nivel 1 | 0.00509 | 1.27 | 0.00296 | 0.74 |

| | |
|-----------------------|---------|
| Altura de entrepiso | 250 cm |
| Desplazamiento máximo | 1.75 cm |

D Columnas con tuberías embebidas de 4.5%

Se idealizo que la estructuras cuenta con las columnas de esquina con las secciones definido en el apartado 3.6.2.1.3. en el cual se definieron las secciones con áreas huecas en el medio, con el fin de representar una tubería embebida de 4.5% con un área hueca de 81 cm².

Tabla 66

Derivas de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 4.5%

| CALCULO DE DERIVAS CON TUBERÍAS EMBEBIDAS DE 4.5% | | | | | | |
|---|-----------------------|---------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| NIVEL | Dirección | Deriva | Punto | X m | Y m | Z m |
| Nivel 5 | X | 0.000359 | 3 | 6.7 | 12.78 | 13.4 |
| Nivel 4 | | 0.000675 | 3 | 6.7 | 12.78 | 10.75 |
| Nivel 3 | | 0.000936 | 3 | 6.7 | 12.78 | 8.1 |
| Nivel 2 | | 0.001103 | 3 | 6.7 | 12.78 | 5.45 |
| Nivel 1 | | 0.000863 | 3 | 6.7 | 12.78 | 2.8 |
| Nivel 5 | Y | 0.000287 | 12 | 6.7 | 0 | 13.4 |
| Nivel 4 | | 0.000467 | 12 | 6.7 | 0 | 10.75 |
| Nivel 3 | | 0.00062 | 12 | 6.7 | 0 | 8.1 |
| Nivel 2 | | 0.000677 | 9 | 6.7 | 4.42 | 5.45 |
| Nivel 1 | | 0.00044 | 12 | 6.7 | 0 | 2.8 |
| COMPROBACIÓN DE DERIVAS | | | | | Rox = | 8 |
| | | | | | Roy = | 8 |
| NIVEL | DIRECCIÓN X | | | DIRECCIÓN Y | | |
| | Ro | 8 | Verificación | Ro | 8 | Distorsión elástica |
| | Distorsión inelástica | Distorsión elástica | | Distorsión inelástica | Distorsión inelástica | |
| Nivel 5 | 0.000359 | 0.00215 | BIEN | 0.000287 | 0.00195 | BIEN |
| Nivel 4 | 0.000675 | 0.00405 | BIEN | 0.000467 | 0.00318 | BIEN |
| Nivel 3 | 0.000936 | 0.00562 | BIEN | 0.00062 | 0.00422 | BIEN |
| Nivel 2 | 0.001103 | 0.00662 | BIEN | 0.000677 | 0.00460 | BIEN |
| Nivel 1 | 0.000863 | 0.00518 | BIEN | 0.00044 | 0.00299 | BIEN |



Tabla 67

Desplazamiento de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 4.5%

| Nivel | DIRECCIÓN X | | DIRECCIÓN Y | |
|-----------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|
| | Distorsión | Desplazamiento (cm) | Distorsión | Desplazamiento (cm) |
| Nivel 5 | 0.00215 | 0.54 | 0.00195 | 0.49 |
| Nivel 4 | 0.00404 | 1.01 | 0.00318 | 0.79 |
| Nivel 3 | 0.00562 | 1.40 | 0.00422 | 1.05 |
| Nivel 2 | 0.00662 | 1.65 | 0.00460 | 1.15 |
| Nivel 1 | 0.00518 | 1.29 | 0.00299 | 0.75 |
| Altura de entrepiso | | | 250 | cm |
| Desplazamiento máximo | | | 1.75 | cm |

3.6.3.4.2 Cortantes de entrepiso

Al igual que el cálculo de desplazamientos se evaluó la variación de tuberías embebidas en las fuerzas cortantes de entrepiso para cada situación, de igual manera se analizó para una edificación con columnas con un 0.88%, 2.72% y 4.5%.

Se utilizó el software y se determinó la variación de las fuerzas cortantes resistentes.

A Columnas sin tuberías embebidas

Tabla 68

Fuerzas Cortantes de Entrepiso con Columnas sin Tuberías Embebidas

| Nivel | DIRECCIÓN X | | DIRECCIÓN Y | |
|---------|-------------|----------|-------------|----------|
| | VX (Kgf) | VX (tnf) | VY (Kgf) | VY (tnf) |
| Nivel 5 | 6839.58 | 6.84 | 6999.57 | 7.00 |
| Nivel 4 | 14921.08 | 14.92 | 14685.70 | 14.69 |
| Nivel 3 | 21310.76 | 21.31 | 20641.43 | 20.64 |
| Nivel 2 | 25820.86 | 25.82 | 24633.16 | 24.63 |
| Nivel 1 | 28084.36 | 28.08 | 26454.88 | 26.45 |

B Columnas con tuberías embebidas de 0.88%



Tabla 69

Fuerzas Cortantes de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 0.72%

| Nivel | DIRECCIÓN X | | DIRECCIÓN Y | |
|---------|-------------|----------|-------------|----------|
| | VX (Kgf) | VX (tnf) | VY (Kgf) | VY (tnf) |
| Nivel 5 | 6834.91 | 6.83 | 6972.22 | 6.97 |
| Nivel 4 | 14908.73 | 14.91 | 14633.21 | 14.63 |
| Nivel 3 | 21291.74 | 21.29 | 20572.71 | 20.57 |
| Nivel 2 | 25798.18 | 25.80 | 24558.07 | 24.56 |
| Nivel 1 | 28061.78 | 28.06 | 26380.37 | 26.38 |

C Columnas con tuberías embebidas de 2.72%

Tabla 70

Fuerzas Cortantes de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 2.72%

| Nivel | DIRECCIÓN X | | DIRECCIÓN Y | |
|---------|-------------|----------|-------------|----------|
| | VX (Kgf) | VX (tnf) | VY (Kgf) | VY (tnf) |
| Nivel 5 | 6825.55 | 6.83 | 6950.97 | 6.95 |
| Nivel 4 | 14881.83 | 14.88 | 14587.48 | 14.59 |
| Nivel 3 | 21250.04 | 21.50 | 20509.42 | 20.51 |
| Nivel 2 | 25746.63 | 25.75 | 24485.63 | 24.49 |
| Nivel 1 | 28006.40 | 28.01 | 26305.76 | 26.31 |

D Columnas con tuberías embebidas de 4.5%

Tabla 71

Fuerzas Cortantes de Entrepiso con Columnas con Tuberías Embebidas al 4%

| Nivel | DIRECCIÓN X | | DIRECCIÓN Y | |
|---------|-------------|----------|-------------|----------|
| | VX (Kgf) | VX (tnf) | VY (Kgf) | VY (tnf) |
| Nivel 5 | 6813.95 | 6.81 | 6911.68 | 6.91 |
| Nivel 4 | 14849.07 | 14.85 | 14506.33 | 14.51 |
| Nivel 3 | 21198.86 | 21.20 | 20399.01 | 20.40 |
| Nivel 2 | 25683.01 | 25.68 | 24360.75 | 24.36 |
| Nivel 1 | 27938.44 | 27.91 | 26178.93 | 26.18 |



Capítulo IV: Resultados

4.1 Resistencia a compresión promedio f^c

4.1.1 Elementos circulares con tubería concéntrica

En los siguientes gráficos y tablas se muestran de manera resumida el resultado promedio de la evolución de la resistencia a compresión de los elementos circulares con tubería concéntrica y su variación al realizar un tratamiento superficial sobre la tubería embebida, además se resume la diferencia entre estos valores a los 7 y 28 días.

Tabla 72

Resistencia promedio de Elementos Circulares con Tuberías Concéntricas

| Tipo: Circular | Resistencia de diseño | 210 Kg/cm ² | | |
|----------------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|
| | Posición: Concéntrica | 7 días | 28 días | % de variación |
| Tubería embebida sin tratamiento | 1/2" | 140.18 Kg/cm ² | 186.29 Kg/cm ² | 11.29% |
| | 1" | 130.20 Kg/cm ² | 178.21 Kg/cm ² | 15.14% |
| | 1 1/4" | 117.68 Kg/cm ² | 167.13 Kg/cm ² | 20.41% |
| Tubería embebida con tratamiento | 1/2" | 145.39 Kg/cm ² | 201.97 Kg/cm ² | 3.83% |
| | 1" | 135.53 Kg/cm ² | 192.23 Kg/cm ² | 8.46% |
| | 1 1/4" | 123.45 Kg/cm ² | 185.96 Kg/cm ² | 11.45% |



Figura 76

Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Circulares con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento

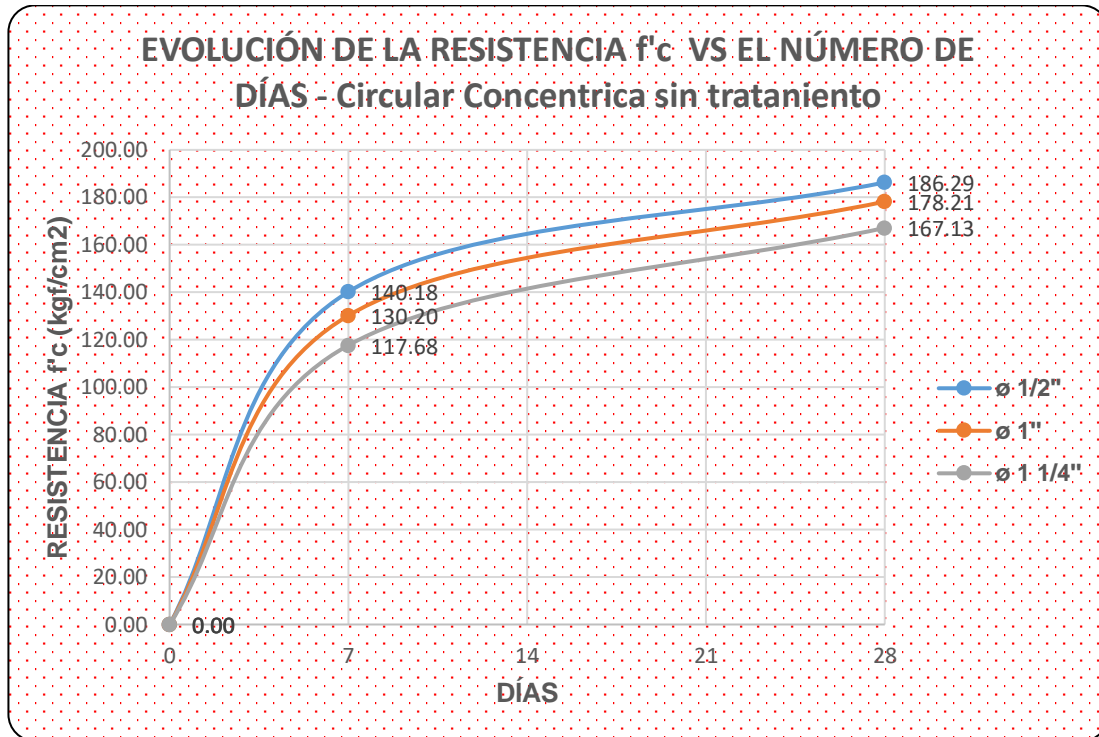
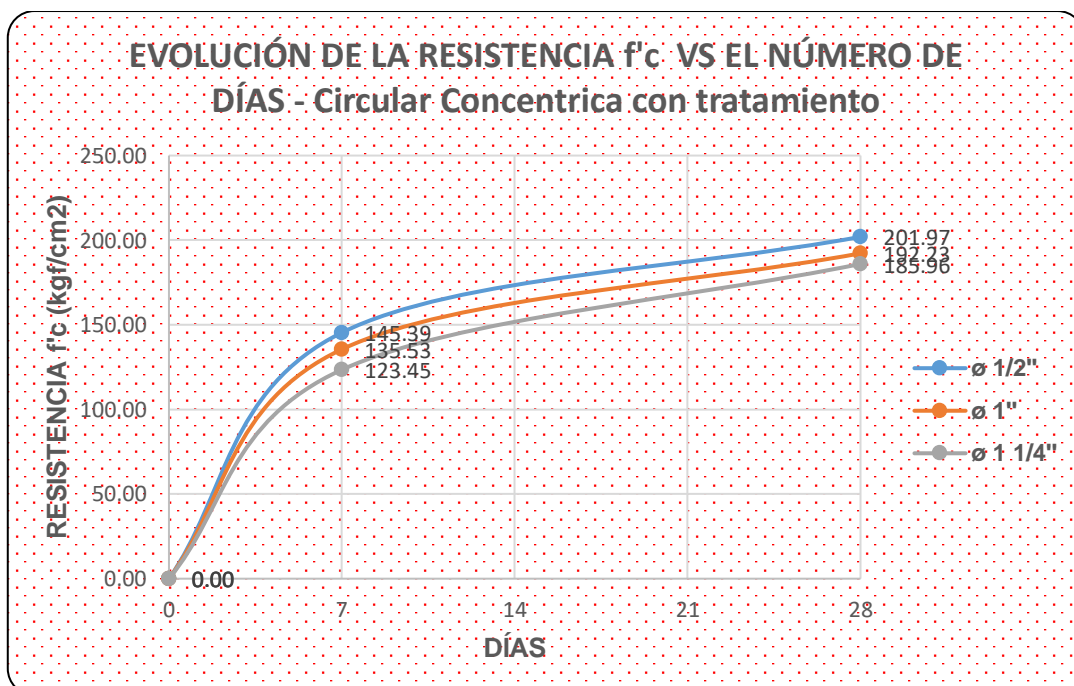


Figura 77

Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Circulares con Tuberías Concéntricas Con Tratamiento





4.1.2 Elementos circulares con tubería no concéntrica

En los siguientes gráficos y tablas se muestran de manera resumida el resultado promedio de la evolución de la resistencia a compresión de los elementos circulares con tubería no concéntrica con ubicación variable y su variación al realizar un tratamiento superficial sobre la tubería embebida, además se resume la diferencia entre estos valores a los 7 y 28 días.

Tabla 73

Resistencia promedio de Elementos Circulares con Tuberías No Concéntricas

| Tipo: Circular | Resistencia de diseño | 210 Kgf/cm ² | | |
|----------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------|
| | Posición: NO Concéntrica | 7 días | 28 días | % de variación |
| Tubería embebida sin tratamiento | 1/2" | 129.30 Kgf/cm ² | 179.36 Kgf/cm ² | 14.59% |
| | 1" | 119.95 Kgf/cm ² | 169.17 Kgf/cm ² | 19.44% |
| | 1 1/4" | 111.45 Kgf/cm ² | 159.55 Kgf/cm ² | 24.02% |
| Tubería embebida con tratamiento | 1/2" | 135.16 Kgf/cm ² | 183.87 Kgf/cm ² | 12.44% |
| | 1" | 126.39 Kgf/cm ² | 175.42 Kgf/cm ² | 16.47% |
| | 1 1/4" | 116.85 Kgf/cm ² | 165.80 Kgf/cm ² | 21.05% |

Figura 78

Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Circulares con Tuberías No Concéntricas sin Tratamiento

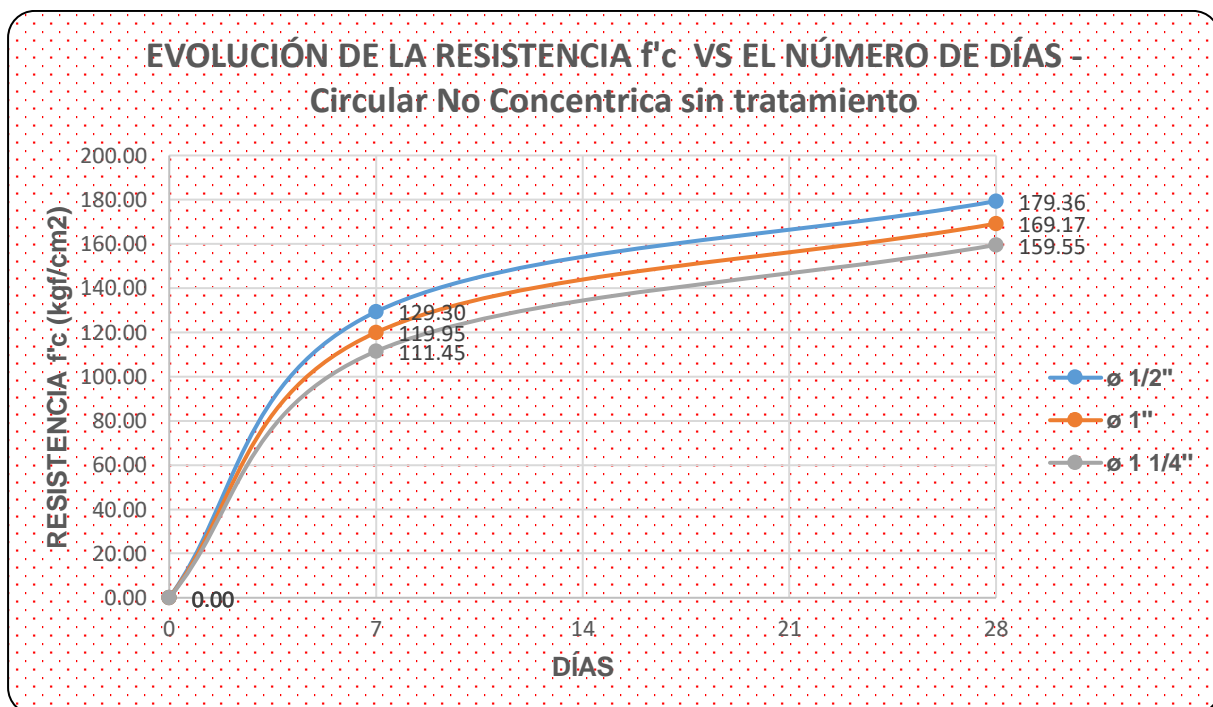
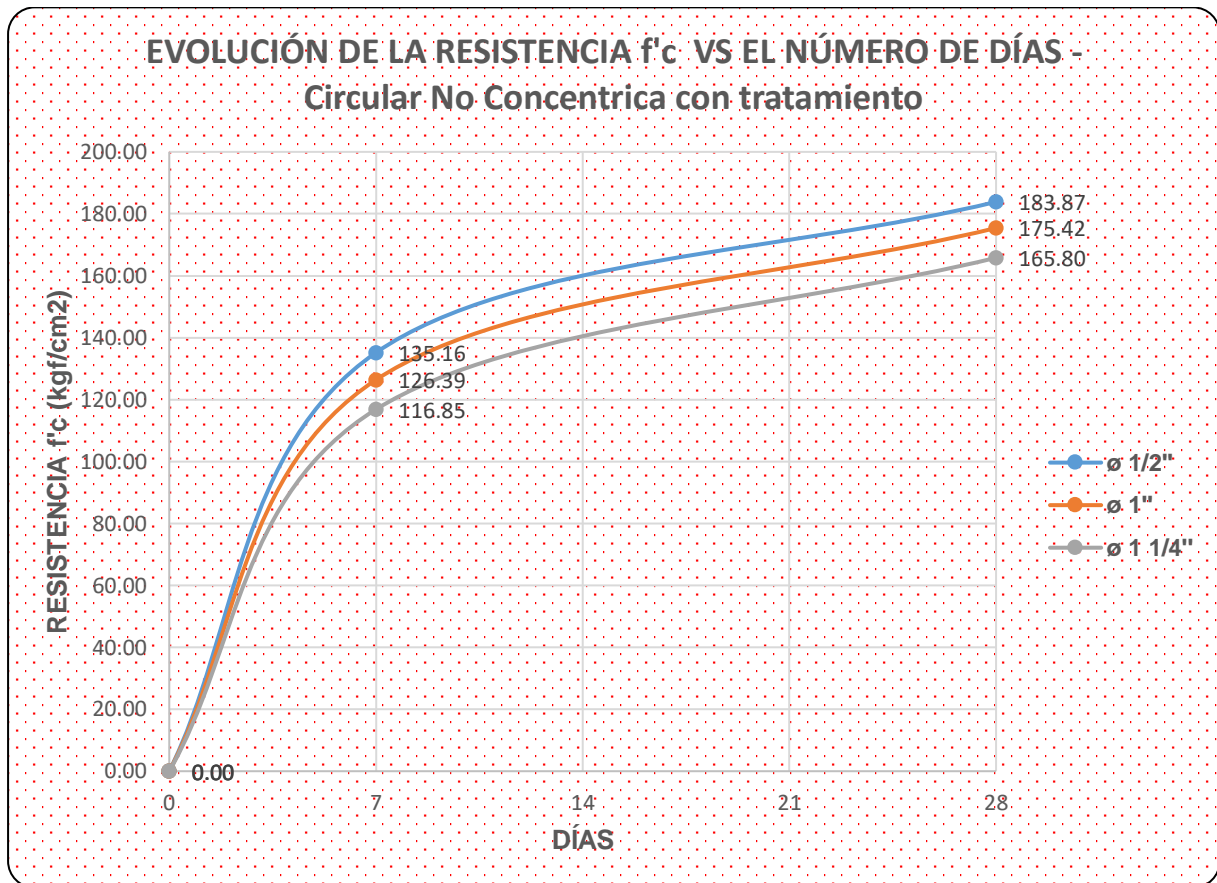




Figura 79

Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Circulares con Tuberías No Concéntricas Con Tratamiento



4.1.3 Elementos cuadrados con tubería concéntrica

En los siguientes gráficos y tablas se muestran de manera resumida el resultado promedio de la evolución de la resistencia a compresión de los elementos cuadrados con tubería ubicada concéntricamente en la sección resistente y su variación al realizar un tratamiento superficial sobre la tubería embebida, además se resume la diferencia entre estos valores a los 7 y 28 días.



Tabla 74

Resistencia promedio de Elementos Cuadrados con Tuberías Concéntricas

| Tipo: Cuadrado | Resistencia de diseño Posición: Concéntrica | 210 | | % de variación |
|----------------------------------|---|----------------------------|----------------------------|----------------|
| | | 7 días | 28 días | |
| Tubería embebida sin tratamiento | 1/2" | 145.27 Kgf/cm ² | 194.14 Kgf/cm ² | 7.55% |
| | 1" | 136.84 Kgf/cm ² | 186.25 Kgf/cm ² | 11.31% |
| | 1 1/4" | 128.86 Kgf/cm ² | 178.31 Kgf/cm ² | 15.09% |
| Tubería embebida con tratamiento | 1/2" | 150.39 Kgf/cm ² | 200.48 Kgf/cm ² | 4.53% |
| | 1" | 143.42 Kgf/cm ² | 194.11 Kgf/cm ² | 7.57% |
| | 1 1/4" | 136.64 Kgf/cm ² | 185.86 Kgf/cm ² | 11.50% |

Figura 80

Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Cuadrados con Tuberías Concéntricas sin Tratamiento

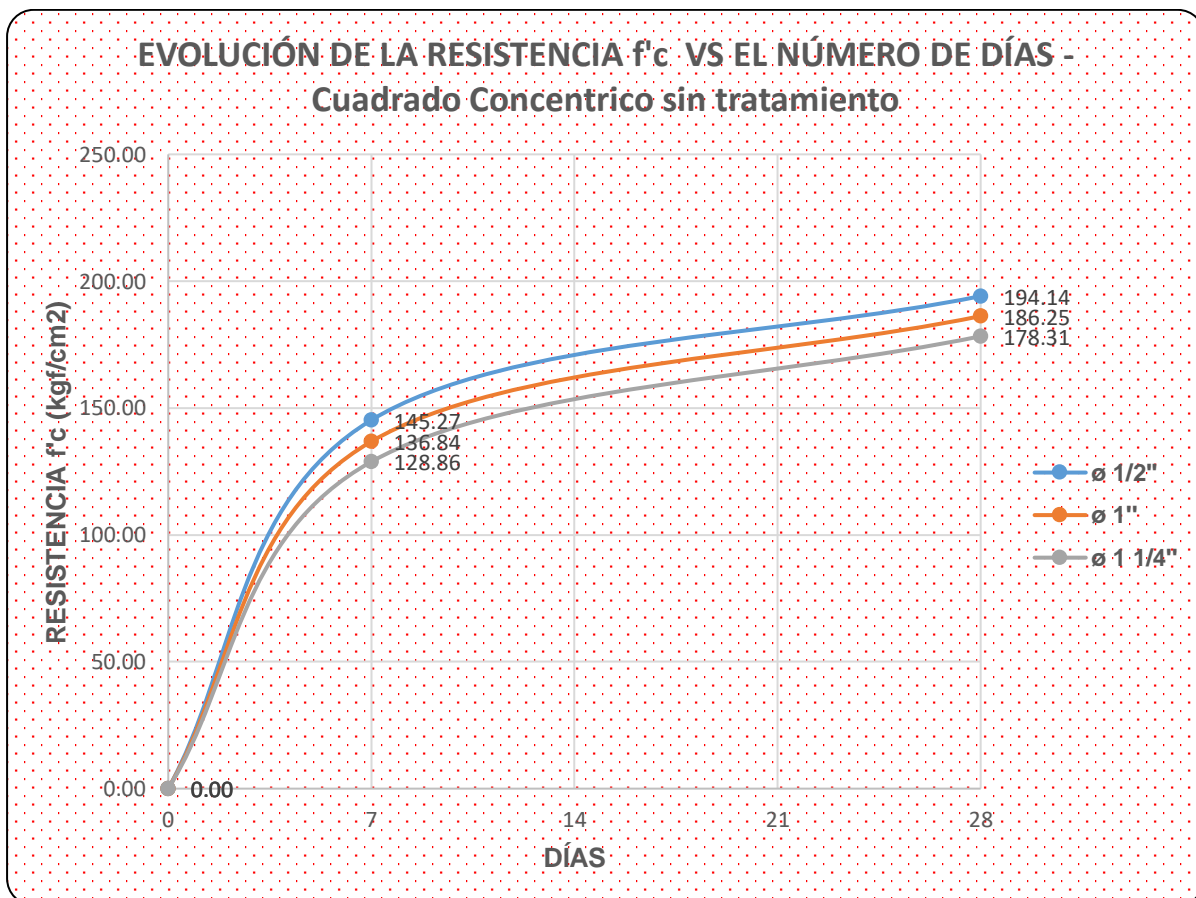
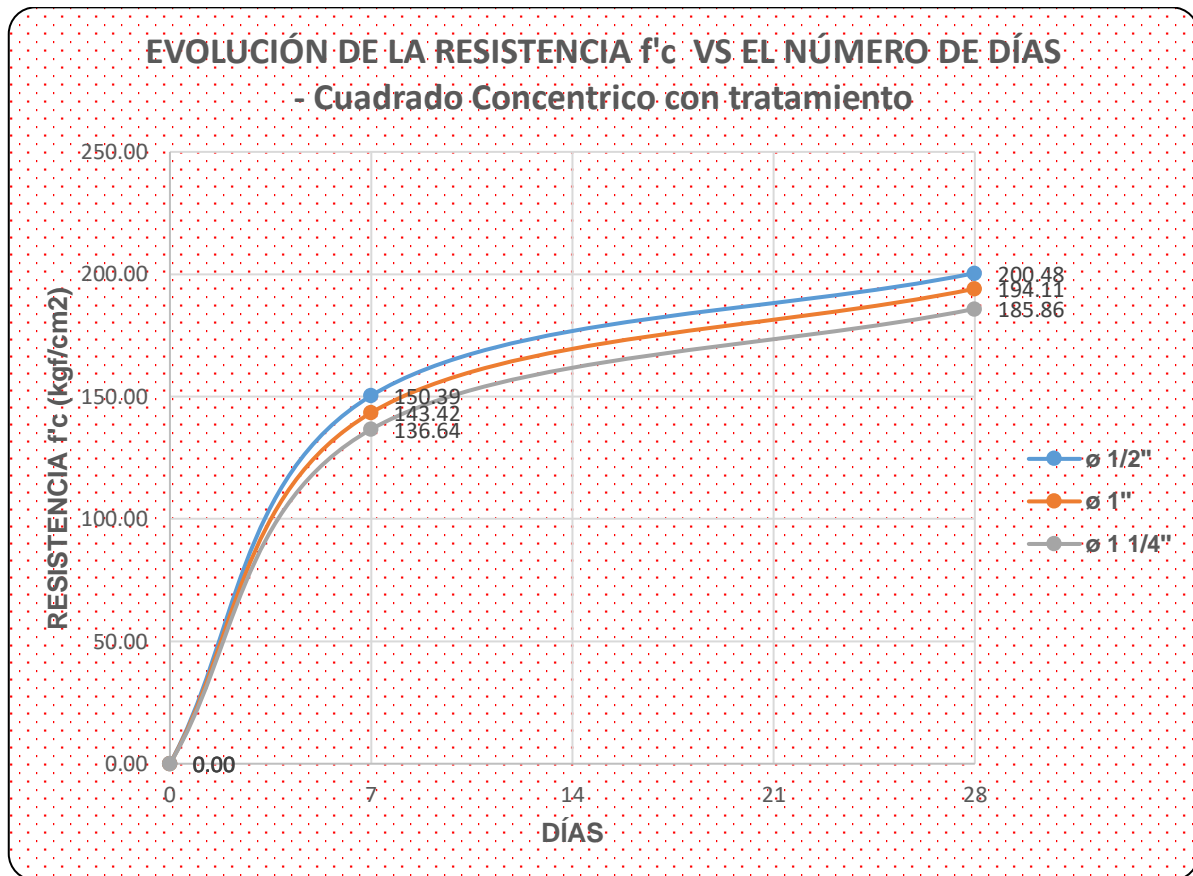




Figura 81

Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Cuadrados con Tuberías Concéntricas Con Tratamiento



4.1.4 Elementos cuadrados con tubería no concéntrica

En los siguientes gráficos y tablas se muestran de manera resumida el resultado promedio de la evolución de la resistencia a compresión de los elementos cuadrados con tubería no concéntrica con ubicación variable y su variación al realizar un tratamiento superficial sobre la tubería embebida, además se resume la diferencia entre estos valores a los 7 y 28 días.



Tabla 75

Resistencia promedio de Elementos Cuadrados con Tuberías No Concéntricas

| Tipo: Cuadrado | Resistencia de diseño | 210 | | Kg/cm ² | % de variación |
|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|----------------|
| | Posición: NO Concéntrica | 7 días | 28 días | | |
| Tubería embebida sin tratamiento | 1/2" | 141.05 Kg/cm ² | 190.69 Kg/cm ² | 9.19% | |
| | 1" | 133.54 Kg/cm ² | 183.91 Kg/cm ² | 12.42% | |
| | 1 1/4" | 127.43 Kg/cm ² | 175.46 Kg/cm ² | 16.45% | |
| Tubería embebida con tratamiento | 1/2" | 146.01 Kg/cm ² | 195.86 Kg/cm ² | 6.73% | |
| | 1" | 138.32 Kg/cm ² | 187.75 Kg/cm ² | 10.60% | |
| | 1 1/4" | 129.98 Kg/cm ² | 179.79 Kg/cm ² | 14.39% | |

Figura 82

Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Cuadrados con Tuberías No Concéntricas Sin Tratamiento

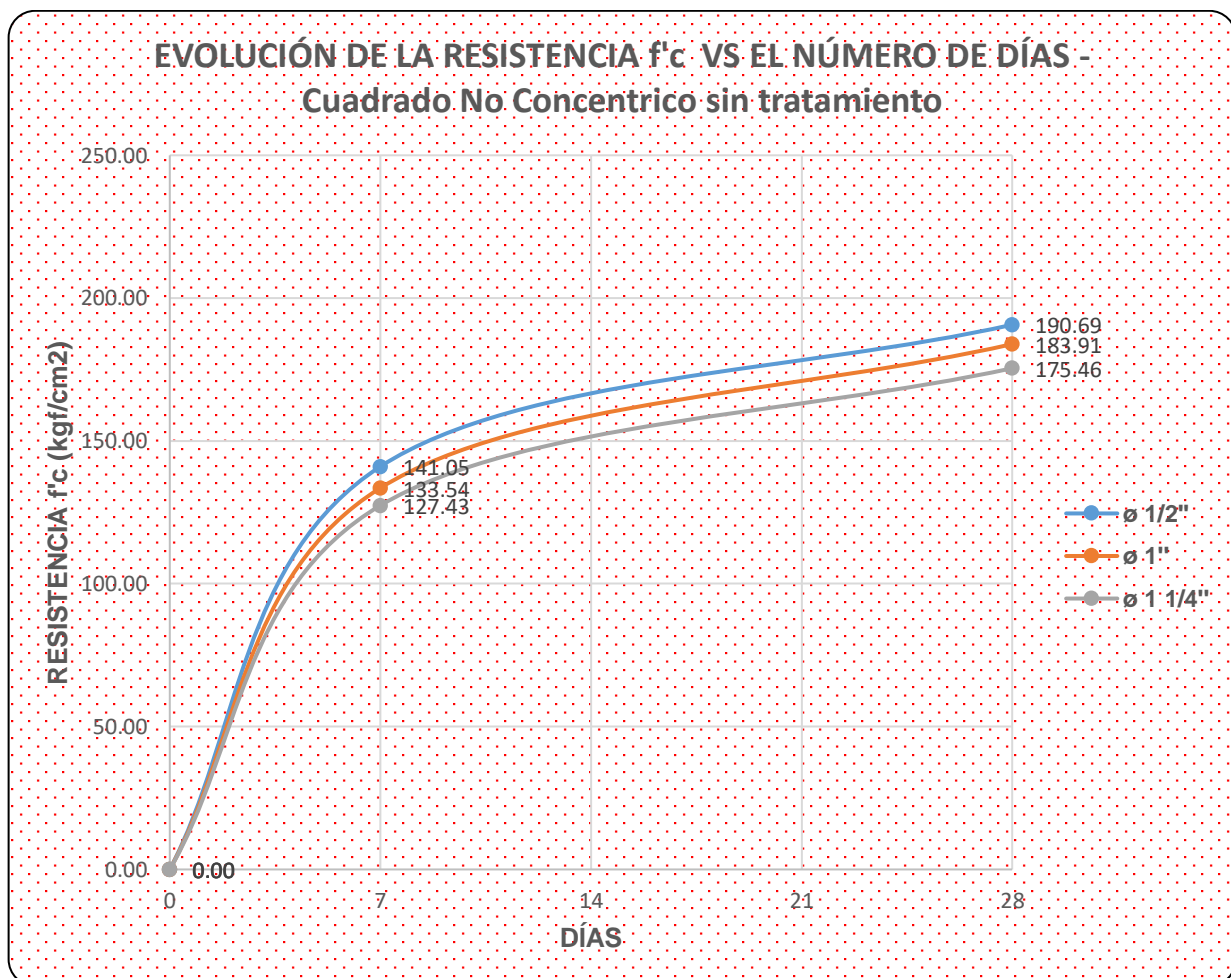
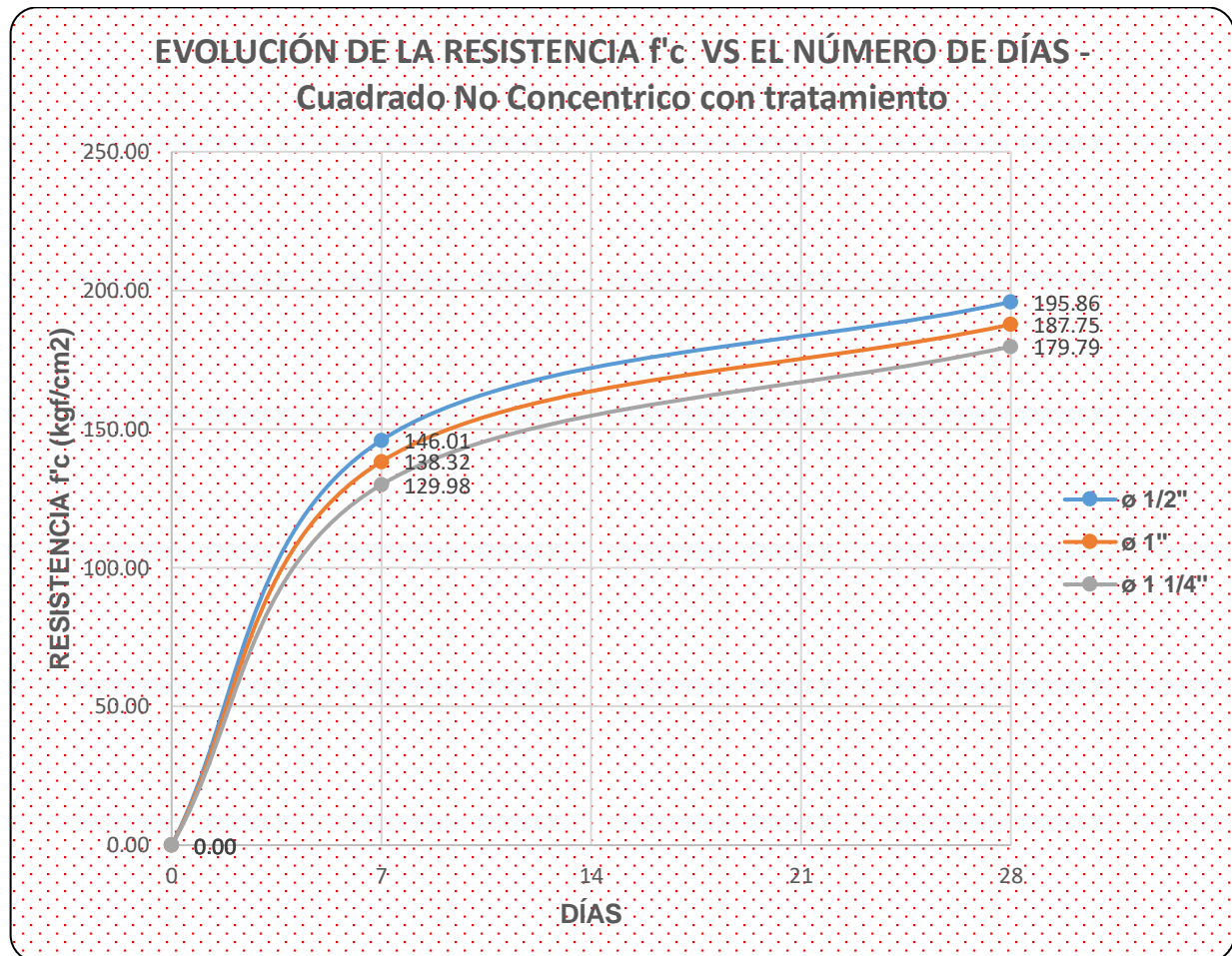




Figura 83

Evolución de Resistencia a Compresión de Elementos Cuadrados con Tuberías No Concéntricas Con Tratamiento



4.2 Rigidez axial

4.2.1 Rigidez axial en elementos circulares con tubería concéntrica

En los siguientes gráficos y tablas se muestran de manera resumida el resultado de la rigidez axial de los elementos circulares con tubería concéntrica y su variación al realizar un tratamiento superficial sobre la tubería embebida.



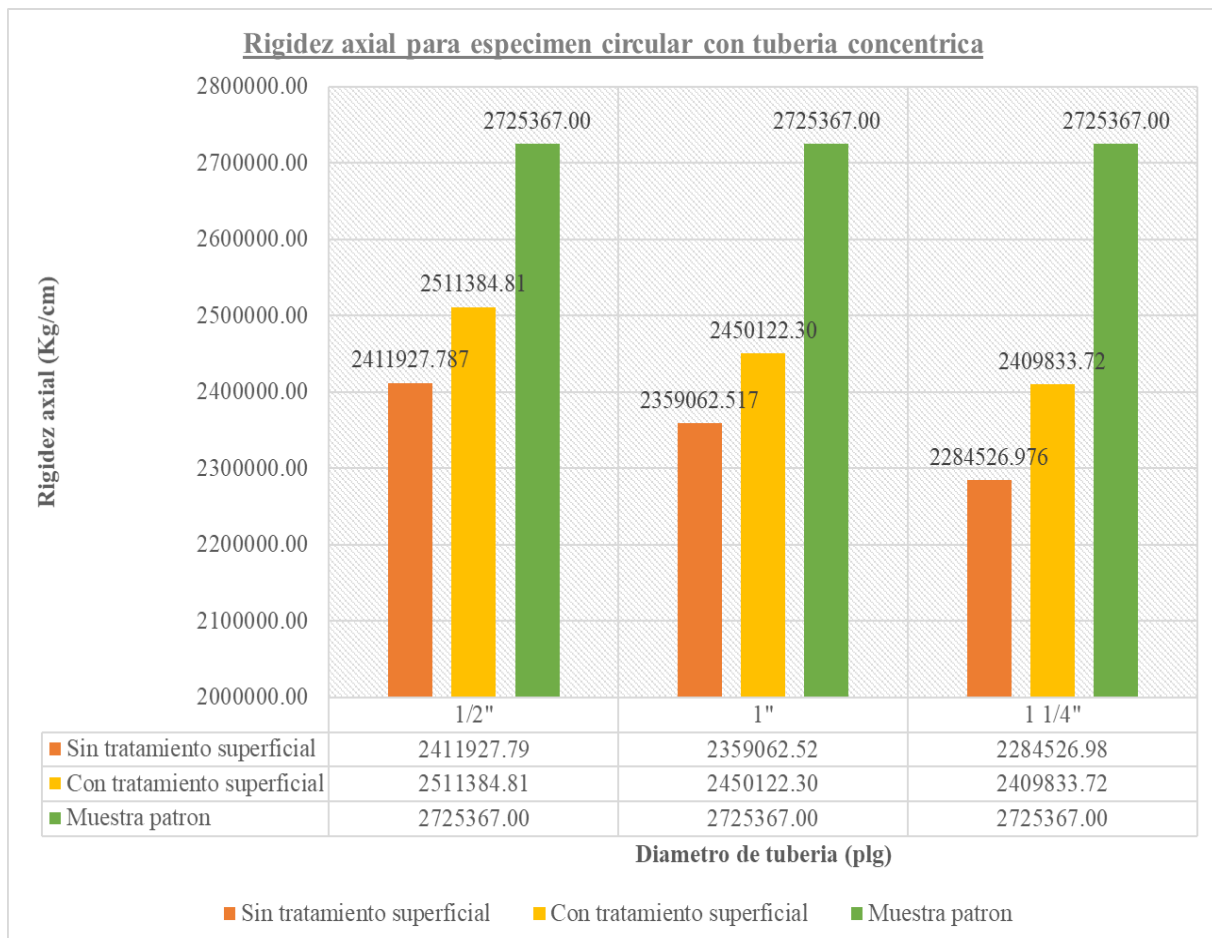
Tabla 76

Rigidez axial de Elementos Circulares con Tuberías Concéntricas

| Tipo: Circular | Rigidez patrón | 2725367.00 | Kgf/cm |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------|
| | Posición: Concéntrica | Rigidez | % de variación |
| Tubería embebida sin tratamiento | 1/2" | 2411927.79 Kgf/cm | 11.50% |
| | 1" | 2359062.52 Kgf/cm | 13.44% |
| | 1 1/4" | 2284526.98 Kgf/cm | 16.18% |
| Tubería embebida con tratamiento | 1/2" | 2511384.81 Kgf/cm | 7.85% |
| | 1" | 2450122.30 Kgf/cm | 10.10% |
| | 1 1/4" | 2409833.72 Kgf/cm | 11.58% |

Figura 84

Comparación de Rigideces Axiales de Elementos Circulares con Tuberías Concéntricas





4.2.2 Rigidez axial en elementos circulares con tubería no concéntrica

En los siguientes gráficos y tablas se muestran de manera resumida el resultado de la rigidez axial de los elementos circulares con tubería ubicada de manera no concéntrica y su variación al realizar un tratamiento superficial sobre la tubería embebida.

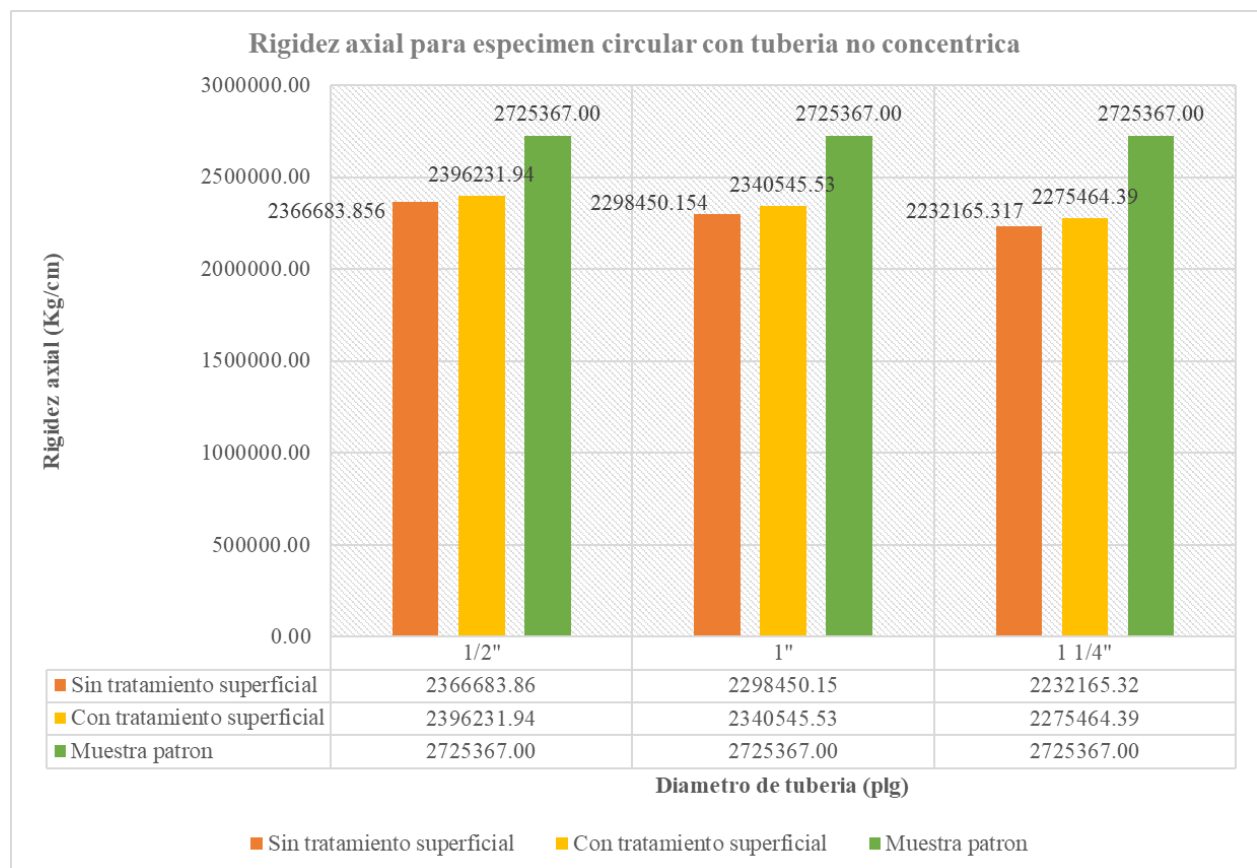
Tabla 77

Rigidez axial de Elementos Circulares con Tuberías No Concéntricas

| Tipo: Circular | Rigidez patrón | 2725367.00 | Kgf/cm |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------|
| | Posición: No Concéntrica | Rigidez | % de variación |
| Tubería embebida sin tratamiento | 1/2" | 2366683.86 Kgf/cm | 13.16% |
| | 1" | 2298450.15 Kgf/cm | 15.66% |
| | 1 1/4" | 2232165.32 Kgf/cm | 18.10% |
| Tubería embebida con tratamiento | 1/2" | 2396231.94 Kgf/cm | 12.08% |
| | 1" | 2340545.53 Kgf/cm | 14.12% |
| | 1 1/4" | 2275464.39 Kgf/cm | 16.51% |

Figura 85

Comparación de Rigedeces Axiales de Elementos Circulares con Tuberías No Concéntricas





4.2.3 Rigidez axial en elementos cuadrados con tubería concéntrica

En los siguientes gráficos y tablas se muestran de manera resumida el resultado de la rigidez axial de los elementos cuadrados con tubería concéntrica y su variación al realizar un tratamiento superficial sobre la tubería embebida.

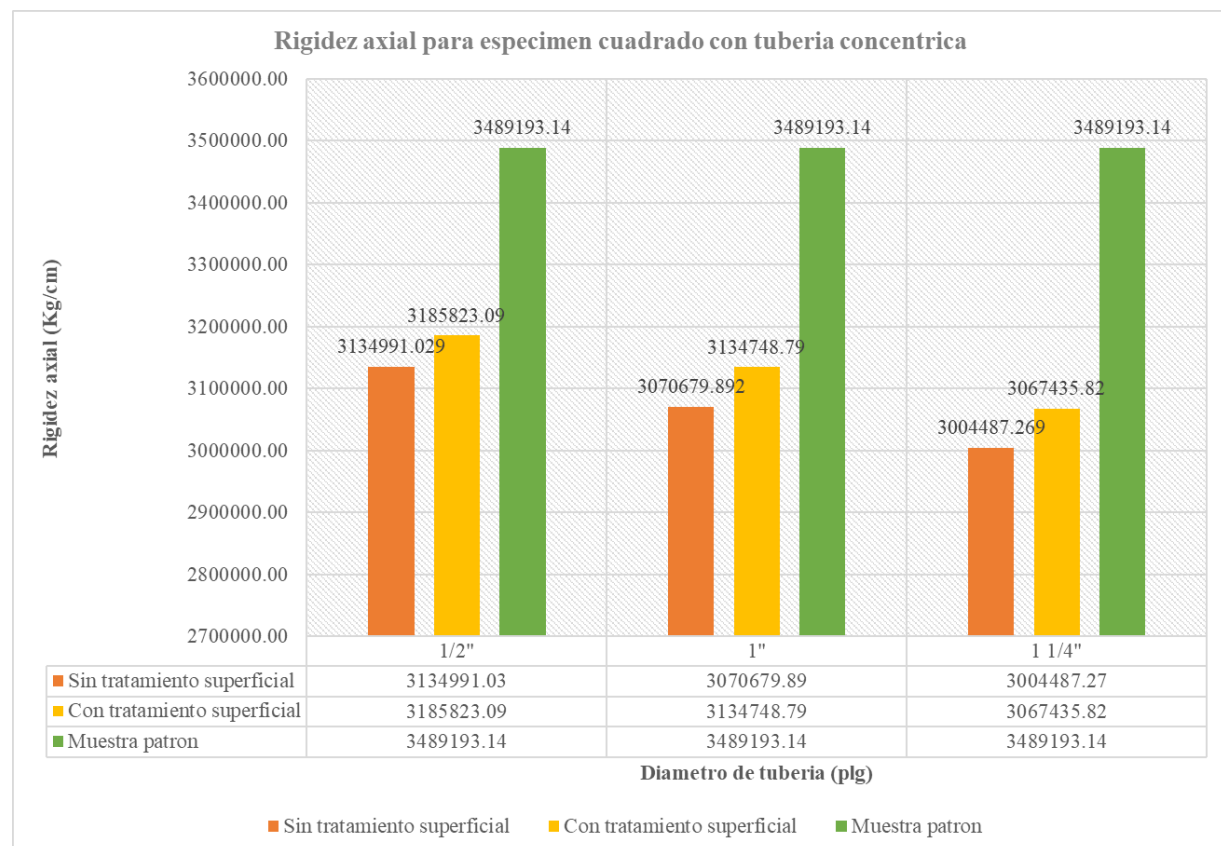
Tabla 78

Rigidez Axial de Elementos Cuadrados con Tuberías Concéntricas

| Tipo: Cuadrado | Rigidez patrón | 3489193.14 | Kgf/cm |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------|
| | Posición: Concéntrica | Rigidez | % de variación |
| Tubería embebida sin tratamiento | 1/2" | 3134991.03 Kgf/cm | 10.15% |
| | 1" | 3070679.89 Kgf/cm | 11.99% |
| | 1 1/4" | 3004487.27 Kgf/cm | 13.89% |
| Tubería embebida con tratamiento | 1/2" | 3185823.09 Kgf/cm | 8.69% |
| | 1" | 3134748.79 Kgf/cm | 10.16% |
| | 1 1/4" | 3067435.82 Kgf/cm | 12.09% |

Figura 86

Comparación de Rigideces Axiales de Elementos Cuadrados con Tuberías Concéntricas





4.2.4 Rigidez axial en elementos cuadrados con tubería no concéntrica

En los siguientes gráficos y tablas se muestran de manera resumida el resultado de la rigidez axial de los elementos cuadrados con tubería ubicada de manera no concéntrica y su variación al realizar un tratamiento superficial sobre la tubería embebida.

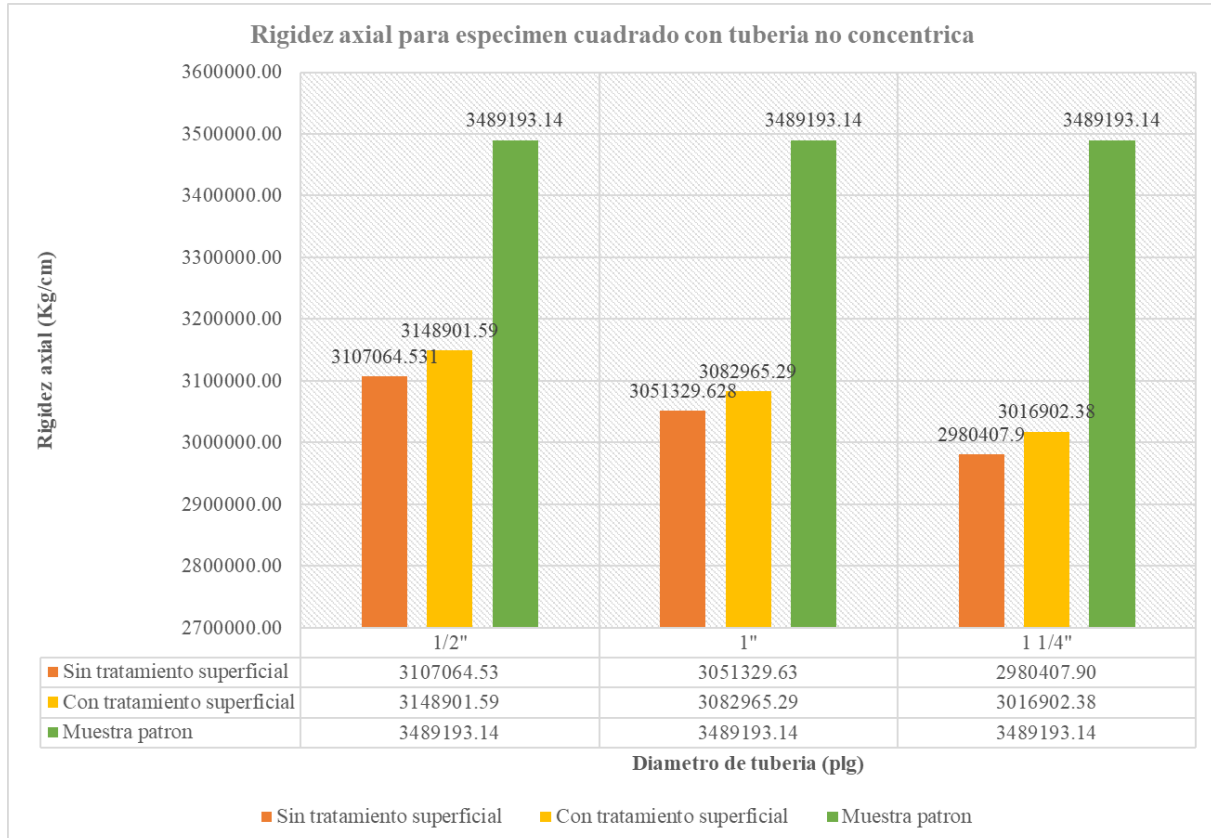
Tabla 79

Rigidez Axial de Elementos Cuadrados con Tuberías No Concéntricas

| Tipo: Cuadrado | Rigidez patrón | 3489193.14 | Kgf/cm |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------|
| | Posición: No Concéntrica | Rigidez | % de variación |
| Tubería embebida sin tratamiento | 1/2" | 3107064.53 Kgf/cm | 10.95% |
| | 1" | 3051329.63 Kgf/cm | 12.55% |
| | 1 1/4" | 2980407.90 Kgf/cm | 14.58% |
| Tubería embebida con tratamiento | 1/2" | 3148901.59 Kgf/cm | 9.75% |
| | 1" | 3082965.29 Kgf/cm | 11.64% |
| | 1 1/4" | 3016902.38 Kgf/cm | 13.54% |

Figura 87

Comparación de Rigideces Axiales de Elementos Cuadrados con Tuberías No Concéntricas





4.3 Respuesta sísmica

4.3.1 Derivas y desplazamientos de entrepiso

Se procedió a determinar las derivas de entrepiso de una edificación de 5 niveles, se muestra en las siguientes tablas y figuras un resumen de los datos obtenidos, las derivas serán analizados y se mostrara su variación con respecto a la reducción de sección resistente por tuberías embebidas en cada dirección de análisis sísmico.

Tabla 80

Derivas de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Columnas en Dirección X-X

| Derivas de entrepiso dirección de análisis X-X | | | | |
|--|--|---------|---------|---------|
| Nivel | Porcentaje de área de sección reducida | | | |
| | 0% | 0.88% | 2.72% | 4.5% |
| Nivel 5 | 0.00208 | 0.00211 | 0.00212 | 0.00215 |
| Nivel 4 | 0.00392 | 0.00397 | 0.00399 | 0.00405 |
| Nivel 3 | 0.00544 | 0.00551 | 0.00554 | 0.00562 |
| Nivel 2 | 0.00641 | 0.00649 | 0.00652 | 0.00662 |
| Nivel 1 | 0.00498 | 0.00506 | 0.00509 | 0.00518 |

Tabla 81

Derivas de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Columnas en Dirección Y-Y

| Derivas de entrepiso dirección de análisis Y-Y | | | | |
|--|--|---------|---------|---------|
| Nivel | Porcentaje de área de sección reducida | | | |
| | 0% | 0.88% | 2.72% | 4.5% |
| Nivel 5 | 0.00196 | 0.00196 | 0.00196 | 0.00195 |
| Nivel 4 | 0.00316 | 0.00316 | 0.00317 | 0.00318 |
| Nivel 3 | 0.00418 | 0.00420 | 0.00420 | 0.00422 |
| Nivel 2 | 0.00454 | 0.00456 | 0.00458 | 0.00460 |
| Nivel 1 | 0.00291 | 0.00294 | 0.00296 | 0.00299 |



Determinado las derivas de entrepiso, se procedió a calcular el desplazamiento de cada nivel multiplicando las derivas por la altura respectiva, los siguientes datos muestran el desplazamiento relativo de cada nivel y el desplazamiento total de la edificación en el último nivel.

Tabla 82

Desplazamientos de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Columnas en Dirección X-X

| Desplazamiento de entrepiso dirección de análisis X-X (cm) | | | | |
|---|---|--------------|--------------|-------------|
| Nivel | Porcentaje de área de sección reducida | | | |
| | 0% | 0.88% | 2.72% | 4.5% |
| Nivel 5 | 0.52 cm | 0.53 cm | 0.53 cm | 0.54 cm |
| Nivel 4 | 0.98 cm | 0.99 cm | 1.00 cm | 1.01 cm |
| Nivel 3 | 1.36 cm | 1.38 cm | 1.38 cm | 1.40 cm |
| Nivel 2 | 1.60 cm | 1.62 cm | 1.63 cm | 1.65 cm |
| Nivel 1 | 1.25 cm | 1.26 cm | 1.27 cm | 1.29 cm |
| Desplazamiento total (cm) | 5.71 cm | 5.78 cm | 5.82 cm | 5.90 cm |

Tabla 83

Desplazamientos de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Columnas en Dirección Y-Y

| Desplazamiento de entrepiso dirección de análisis Y-Y (cm) | | | | |
|---|---|--------------|--------------|-------------|
| Nivel | Porcentaje de área de sección reducida | | | |
| | 0% | 0.88% | 2.72% | 4.5% |
| Nivel 5 | 0.49 cm | 0.49 cm | 0.49 cm | 0.49 cm |
| Nivel 4 | 0.79 cm | 0.79 cm | 0.79 cm | 0.79 cm |
| Nivel 3 | 1.05 cm | 1.05 cm | 1.05 cm | 1.05 cm |
| Nivel 2 | 1.13 cm | 1.14 cm | 1.14 cm | 1.15 cm |
| Nivel 1 | 0.73 cm | 0.74 cm | 0.74 cm | 0.75 cm |
| Desplazamiento total (cm) | 4.19 cm | 4.21 cm | 4.22 cm | 4.23 cm |

Con los datos obtenidos se realizó una comparativa determinando la variación de los resultados con respecto a una configuración de columnas sin sección reducida.



Tabla 84

Variación de Derivas y Desplazamientos Con Tuberías Embebidas en Dirección X-X

| Variación de derivas y desplazamientos X-X | | | |
|--|--|-------|------|
| Nivel | Porcentaje de área de sección reducida | | |
| | 0.88% | 2.72% | 4.5% |
| Nivel 5 | 1.4% | 2.0% | 3.3% |
| Nivel 4 | 1.2% | 1.7% | 3.1% |
| Nivel 3 | 1.2% | 1.7% | 3.1% |
| Nivel 2 | 1.2% | 1.7% | 3.2% |
| Nivel 1 | 1.5% | 2.2% | 3.8% |
| Desplazamiento total | 1.3% | 1.9% | 3.3% |

Tabla 85

Variación de Derivas y Desplazamientos Con Tuberías Embebidas en Dirección Y-Y

| Variación de derivas y desplazamientos Y-Y | | | |
|--|--|-------|------|
| Nivel | Porcentaje de área de sección reducida | | |
| | 0.88% | 2.72% | 4.5% |
| Nivel 5 | 0.0% | 0.0% | 0.3% |
| Nivel 4 | 0.2% | 0.4% | 0.6% |
| Nivel 3 | 0.3% | 0.5% | 0.8% |
| Nivel 2 | 0.6% | 0.9% | 1.5% |
| Nivel 1 | 1.2% | 1.6% | 2.7% |
| Desplazamiento total | 0.5% | 0.7% | 1.2% |

4.3.2 Cortantes de entrepiso

Se muestra un resumen de las fuerzas cortantes en entrepiso en toneladas por cada nivel y su variación al aumentar el porcentaje de sección por tuberías embebidas en cada dirección de análisis.



Tabla 86

Cortantes de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Columnas en Dirección X-X

| Cortante resistente dirección de análisis X-X (tnf) | | | | |
|--|---|--------------|--------------|-------------|
| Nivel | Porcentaje de área de sección reducida | | | |
| | 0% | 0.88% | 2.72% | 4.5% |
| Nivel 5 | 6.840 tnf | 6.835 tnf | 6.826 tnf | 6.814 tnf |
| Nivel 4 | 14.921 tnf | 14.909 tnf | 14.882 tnf | 14.849 tnf |
| Nivel 3 | 21.311 tnf | 21.292 tnf | 21.250 tnf | 21.199 tnf |
| Nivel 2 | 25.821 tnf | 25.798 tnf | 25.747 tnf | 25.683 tnf |
| Nivel 1 | 28.084 tnf | 28.062 tnf | 28.006 tnf | 27.938 tnf |

Tabla 87

Cortantes de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Columnas en Dirección Y-Y

| Cortante resistente dirección de análisis Y-Y (tnf) | | | | |
|--|---|--------------|--------------|-------------|
| Nivel | Porcentaje de área de sección reducida | | | |
| | 0% | 0.88% | 2.72% | 4.5% |
| Nivel 5 | 7.000 tnf | 6.972 tnf | 6.951 tnf | 6.912 tnf |
| Nivel 4 | 14.686 tnf | 14.633 tnf | 14.587 tnf | 14.506 tnf |
| Nivel 3 | 20.641 tnf | 20.573 tnf | 20.509 tnf | 20.399 tnf |
| Nivel 2 | 24.633 tnf | 24.558 tnf | 24.486 tnf | 24.361 tnf |
| Nivel 1 | 26.455 tnf | 26.380 tnf | 26.306 tnf | 26.179 tnf |

Tabla 88

Variación de Cortantes de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Dirección X-X

| Variación de Cortante X-X | | | |
|----------------------------------|---|--------------|-------------|
| Nivel | Porcentaje de área de sección reducida | | |
| | 0.88% | 2.72% | 4.5% |
| Nivel 5 | 0.07% | 0.21% | 0.37% |
| Nivel 4 | 0.08% | 0.26% | 0.48% |
| Nivel 3 | 0.09% | 0.28% | 0.53% |
| Nivel 2 | 0.09% | 0.29% | 0.53% |
| Nivel 1 | 0.08% | 0.28% | 0.52% |



Tabla 89

Variación de Cortantes de Entrepiso Con Tuberías Embebidas en Dirección Y-Y

| Nivel | Variación de Cortante Y-Y | | |
|---------|--|-------|-------|
| | Porcentaje de área de sección reducida | | |
| | 0.88% | 2.72% | 4.5% |
| Nivel 5 | 0.39% | 0.69% | 1.26% |
| Nivel 4 | 0.36% | 0.67% | 1.22% |
| Nivel 3 | 0.33% | 0.64% | 1.17% |
| Nivel 2 | 0.30% | 0.60% | 1.11% |
| Nivel 1 | 0.28% | 0.56% | 1.04% |



Capítulo V: Discusión

1. ¿Por qué se utiliza un porcentaje determinado en la sección de resistencia a compresión?

Según el reglamento RNE E.060, se menciona solamente que esta área deberá ser menor que el 4% de la sección resistente a compresión, sin embargo, no estipula el efecto de las mismas, y como afecta al comportamiento sísmico de una edificación. En la presente investigación se obtuvo las áreas de tuberías embebidas según las medidas comerciales, se realizaron equivalencias en términos de área para lograr que esta se encuentre por debajo de los valores recomendados en la normativa.

2. ¿Por qué se colocaron áreas de tuberías embebidas que superan al límite de 4% estipulado por la normativa?

Según el reglamento RNE E.060 el límite establecido por la normativa tiene un valor máximo de 4%, el objetivo de la investigación es verificar como este porcentaje influye en la resistencia a compresión logrando determinar que la resistencia se reduce hasta en 20.41% que son 42.87 Kgf/cm² para una briqueta circular sin realizar algún tratamiento superficial en la tubería de 1 ¼” colocado de manera concéntrica, de manera similar para una briqueta cuadrada sin realizar algún tratamiento superficial en la tubería colocado de manera concéntrica tiene una reducción del 15.09% que son 31.69 Kgf/cm², las variaciones son calculados en función de la resistencia de diseño de 210 Kgf/cm².

3. ¿Por qué se tiene una mayor resistencia cuando las tuberías embebidas son concéntricas con relación a las no concéntricas?

El ensayo a compresión realizado bajo los lineamientos de la NTP 339.034 se aplica una carga axial a la muestra que sea continua y uniforme en la superficie del elemento, al tener la ubicación concéntrica se tiene una distribución de esfuerzos más homogéneos dentro de la estructura de las briquetas, sin embargo, cuando se colocan en posición aleatoria o no



concéntrica las fuerzas no tienen una distribución uniforme, por lo tanto, se produce una línea de falla cercana a la tubería embebida produciendo la rotura más rápidamente.

4. ¿Por qué se realiza un tratamiento en la superficie de la tubería colocando alambre N°16 en forma de espiral?

De acuerdo a experiencias propias de los investigadores y la verificación in situ de obras de edificaciones donde se tiene la colocación de tuberías embebidas en elementos verticales, se aprecia que se realiza este tratamiento con el fin de mejorar la adherencia entre ambos materiales, se conoce que, el concreto armado es la combinación del cemento endurecido y el acero corrugado, ambos se complementan en los esfuerzos que podrían llevar a la falla, además, se tiene similar coeficiente de dilatación térmica lo que conlleva a idealizar como un solo material, el acero tiene la necesidad de ser corrugado, debido a la adherencia con el concreto, el caso con el material PVC es muy diferente, es necesario simular este comportamiento adicionando el alambre en la superficie tal como se muestra en el registro fotográfico en el anexo N°2.

5. ¿Por qué la resistencia a compresión de elementos con el tratamiento superficial de las tuberías de PVC es mayor con respecto a las que no se les realizó dicho tratamiento?

Al colocar el alambre de forma de espiral en la superficie de la tubería PVC se mejora significativamente el comportamiento mecánico de las muestras, al mejorar la adherencia entre un elemento y el otro se logra obtener una mayor resistencia tal como lo demuestra esta investigación, por lo tanto, es recomendable realizarlo en la ejecución de algún proyecto que tenga en consideración la colocación de tuberías embebidas en elementos verticales, la diferencia equivale a un incremento de al menos 18.83 Kg/cm², este es el caso de una briqueta circular con tubería concéntrica de 1 ¼” que representa un porcentaje mayor al 4%.

6. ¿Por qué se realizaron briquetas circulares y cuadradas con tuberías embebidas?



Uno de los objetivos de la presente investigación es la de evaluar el comportamiento mecánico de las muestras colocando tuberías embebidas en su sección en un determinado porcentaje, esto era posible con los ensayos de briquetas circulares de dimensiones establecidas en las normativas, sin embargo, como un aporte a la investigación se tuvo el objetivo de analizar en secciones cuadradas representando la falla de un elemento con una sección similar a la de una columna de concreto, motivo por el cual, se prepararon muestras con estas secciones que también nos permite la normativa.

7. ¿Es recomendable la colocación de tuberías embebidas en elementos verticales, y de ser posible, cual es el porcentaje recomendado para realizarlo?

Con los datos obtenidos no se recomienda la colocación de tuberías embebidas en elementos verticales, debido a que se produce una reducción de la resistencia a compresión así como una reducción en el comportamiento sísmico, de tener esta necesidad, se deberá de realizar un tratamiento en la superficie colocando alambre N°16 en toda la superficie en forma de espiral, además se demostró que el porcentaje máximo es el indicado en la normativa E.060 donde se estipula un máximo de 4% de la sección del elemento.

8. ¿Por qué la necesidad de realizar un modelamiento de la estructura en un software de diseño sismorresistente como el ETABS?

Se realizó un modelamiento de una edificación con el fin de demostrar como las tuberías embebidas en elementos verticales producen una variación en el comportamiento sísmico de una estructura idealizada, se obtuvieron los planos y se procedió a realizar una abertura equivalente en el modelamiento que represente los porcentajes semejantes a los ensayados en las briquetas de concreto, asimismo, se procedió a realizar el cálculo de cargas permanentes y variables, verificando de esta manera la variación de la respuesta sísmica tales como los desplazamientos, derivas y cortantes de entrepiso.



9. ¿Por qué no se realizaron los ensayos de rotura de briquetas y caracterización de los agregados en laboratorios de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de ingeniería y arquitectura de la UAC?

Debido a la crisis sanitaria por el COVID 19 muchas de las actividades fueron seriamente afectado, desde marzo del año 2020 el estado peruano decreto un estado de emergencia sanitaria teniendo como resultado la orden de cuarentena a nivel nacional, esta investigación se desarrolla precisamente en este tiempo, debido a que no se tenía acceso a las instalaciones de la universidad se tuvo la decisión de recurrir a otros laboratorios para realizar los ensayos que hicieron posible la obtención de resultados de esta investigación.



Glosario

- **ABSORCIÓN:** Relación del fluido que es retenido en cualquier material después de un cierto tiempo de exposición (suelo, rocas, maderas, etc.).
- **ADHERENCIA:** Propiedad física de elementos que hace mención a la aglutinación o unión física de distintos elementos.
- **AGREGADO:** Material granular de composición mineralógica como arena, grava, escoria, o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.
- **AGREGADO FINO:** Se considera agregado fino a la arena o piedra natural finamente triturada, de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz Nro. 4 (4.75 mm) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037.
- **AGREGADO GRUESO:** Material retenido en el tamiz N°4 (4.75 mm) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037.
- **BRIQUETAS:** Muestras que son preparadas con el fin de realizar diversos ensayos mecánicos del concreto endurecido, estos pueden ser de sección circular, cuadrada o rectangular.
- **CEMENTO:** El cemento es un agente adherente hidráulico que se obtiene calentando y moliendo una mezcla de piedra caliza y arcilla. La mayoría de los cementos se producen con Clinker y aditivos que, normalmente, se utilizan en forma de polvo. El cemento fragua cuando se mezcla con agua. Combinado con arena y áridos se convierte en mortero o en hormigón, ambos con la dureza de la piedra.
- **CONO DE ABRAMS:** Molde con forma de cono trunco constituido de un metal no atacable por la pasta de cemento, que se usa para medir la consistencia de la mezcla de concreto fresco. Se conoce también como cono de asentamiento o SLUMP.
- **CUARTEO:** Procedimiento de reducción del tamaño de una muestra.



- **DERIVA:** Relación adimensional entre el desplazamiento de un entrepiso y la altura del mismo
- **DESPLAZAMIENTO:** Variación de la posición de un punto con respecto a otro, este puede ser producido por fuerzas externas al cuerpo analizado
- **DISEÑO DE MEZCLAS:** Es el procedimiento mediante el cual se calculan o estiman las proporciones que deben existir entre los materiales que componen la mezcla, para lograr las propiedades deseadas para el concreto.
- **PARÁMETROS SÍSMICOS:** Valores definidos en la normativa que ayudan a identificar el comportamiento sísmico de una estructura en función del tipo de suelo, estructura y zona sísmica.
- **PESO ESPECÍFICO:** Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas.
- **PESO UNITARIO:** Es el cociente al dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos.
- **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:** Ensayo de resistencia a la compresión que se realiza colocando una muestra cilíndrica en una prensa al que se le aplica una fuerza hasta la rotura de la muestra o testigo.
- **RIGIDEZ:** Propiedad que tiene un elemento estructural para oponerse a las deformaciones o, dicho de otra manera, la capacidad de soportar cargas sin deformarse o desplazarse excesivamente.
- **SLUMP:** Establece la determinación del asentamiento del concreto fresco tanto en el laboratorio como en el campo. Este método consiste en colocar una muestra de concreto fresco en un molde con forma de cono trunco, según las características y procedimientos que establezcan las especificaciones técnicas correspondientes.
- **TAMAÑO MÁXIMO:** Menor tamiz por el que pasa toda la muestra del agregado grueso.



- **TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL:** Menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.
- **TUBO:** Elemento circular generalmente de sección circular hueco que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. También sirven para transportar materiales que, si bien no son propiamente un fluido
- **TUBERÍA EMBEBIDA:** Elemento generalmente de PVC ubicado dentro de elementos donde el material primordial es el concreto.



Conclusiones

1. Conclusión N°1

Hipótesis general:

La influencia de tuberías embebidas en porcentajes de 0.4% a 4% en la rigidez de testigos de sección cuadrada y circular sometidos a esfuerzo de compresión es negativa debido a una reducción en la sección transversal.

Se ha demostrado totalmente la hipótesis general, en la siguiente tabla se muestra la influencia que es negativa o perjudicial en la rigidez axial de las tuberías embebidas en especímenes circulares con tubería concéntrica logrando una variación máxima de 16.18%, en caso de realizar un tratamiento superficial a la tubería esta variación se reduce 11.58%, se determina también que la variación es mayor cuando se incrementa la sección de la tubería y cuando no se realiza el tratamiento superficial.

Tabla 90

Influencia de las Tuberías Embebidas en Secciones Circulares la Rigidez Axial

| Tipo: Circular | Rigidez patrón | 2725367.00 | Kgf/cm |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------|
| | Posición: Concéntrica | Rigidez | % de variación |
| Tubería embebida sin tratamiento | 1/2" | 2411927.79 Kgf/cm | 11.50% |
| | 1" | 2359062.52 Kgf/cm | 13.44% |
| | 1 1/4" | 2284526.98 Kgf/cm | 16.18% |
| Tubería embebida con tratamiento | 1/2" | 2511384.81 Kgf/cm | 7.85% |
| | 1" | 2450122.30 Kgf/cm | 10.10% |
| | 1 1/4" | 2409833.72 Kgf/cm | 11.58% |
| Tipo: Circular | Rigidez patrón | 2725367.00 | Kgf/cm |
| | Posición: No Concéntrica | Rigidez | % de variación |
| Tubería embebida sin tratamiento | 1/2" | 2366683.86 Kgf/cm | 13.16% |
| | 1" | 2298450.15 Kgf/cm | 15.66% |
| | 1 1/4" | 2232165.32 Kgf/cm | 18.10% |
| Tubería embebida con tratamiento | 1/2" | 2396231.94 Kgf/cm | 12.08% |
| | 1" | 2340545.53 Kgf/cm | 14.12% |
| | 1 1/4" | 2275464.39 Kgf/cm | 16.51% |



Por otro lado, en los testigos cuadrados las tuberías tienen una influencia negativa en la rigidez axial como máximo de 13.89%, al realizar un tratamiento superficial este se reduce hasta 12.09%, la ubicación de las tuberías también es un factor perjudicial en la rigidez axial.

Tabla 91

Influencia de las Tuberías Embebidas en Secciones Cuadrados la Rigidez Axial

| Tipo: Cuadrado | Rigidez patrón | 3489193.14 | Kgf/cm |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------|
| | Posición: Concéntrica | Rigidez | % de variación |
| Tubería embebida sin tratamiento | 1/2" | 3134991.03 Kgf/cm | 10.15% |
| | 1" | 3070679.89 Kgf/cm | 11.99% |
| | 1 1/4" | 3004487.27 Kgf/cm | 13.89% |
| Tubería embebida con tratamiento | 1/2" | 3185823.09 Kgf/cm | 8.69% |
| | 1" | 3134748.79 Kgf/cm | 10.16% |
| | 1 1/4" | 3067435.82 Kgf/cm | 12.09% |
| Tipo: Cuadrado | Rigidez patrón | 3489193.14 | Kgf/cm |
| | Posición: No Concéntrica | Rigidez | % de variación |
| Tubería embebida sin tratamiento | 1/2" | 3107064.53 Kgf/cm | 10.95% |
| | 1" | 3051329.63 Kgf/cm | 12.55% |
| | 1 1/4" | 2980407.90 Kgf/cm | 14.58% |
| Tubería embebida con tratamiento | 1/2" | 3148901.59 Kgf/cm | 9.75% |
| | 1" | 3082965.29 Kgf/cm | 11.64% |
| | 1 1/4" | 3016902.38 Kgf/cm | 13.54% |

2. Conclusión N°2

Sub Hipótesis 1:

La influencia de la ubicación de tuberías en la sección transversal es más perjudicial en la rigidez axial cuando se tienen elementos no concéntricos tanto en elementos circulares y cuadrados.

Se ha demostrado completamente la sub hipótesis 1, en las tablas N° 90 y 91 muestran que la ubicación de manera no concéntrica de las tuberías genera un mayor cambio en la rigidez,



es decir, que es más perjudicial para la rigidez axial este resultado es obtenido tanto en especímenes cuadrados como en los circulares con y sin tratamiento superficial.

3. Conclusión N°3

Sub Hipótesis 2:

Las tuberías embebidas en la sección transversal en porcentaje de 0.4% a 4% en testigos de concreto de sección cuadrada y circular disminuyen la rigidez axial cuando son sometidos a esfuerzos de compresión.

Se ha demostrado totalmente la sub hipótesis 2, en la tabla N° 90 y N°91 se muestra la variación de la rigidez axial en especímenes circulares, se muestran que para tuberías de menor sección es menor la influencia en la rigidez axial, esta influencia puede ser reducida cuando la tubería se ubica de manera concéntrica y se realiza un tratamiento superficial a la misma, las variaciones son como máximo de 18.10% y 14.58% para secciones circulares y cuadradas respectivamente.

4. Conclusión N°4

Sub Hipótesis 3:

El testigo circular evidencia una mayor modificación de la rigidez respecto de un testigo cuadrado para los diferentes porcentajes evaluados.

Se ha demostrado parcialmente la sub hipótesis 3, en las tablas N° 90 y 91 demuestran que la variación mayor en especímenes circulares es mayor frente a especímenes cuadrados, sin embargo, existen casos en los cuales esta variación es similar o casi igual, este fenómeno es observado cuando se realiza un tratamiento superficial a las tuberías que representan diferentes porcentajes evaluados.

5. Conclusión N°5

Sub Hipótesis 4:



La influencia del tratamiento superficial a las tuberías embebidas en la rigidez de los testigos circulares y cuadrados muestran una mejora del 5% como mínimo en la resistencia.

No se ha demostrado la sub hipótesis 4, basados en la tabla N° 90 que muestra el porcentaje de variación para testigos circulares es posible afirmar que el porcentaje máximo de mejora al realizar un tratamiento superficial es en la tubería de 1 ¼” ubicado de manera concéntrica logrando una mejora de 4.6% cuyo valor es menor al 5%.

De igual manera, los resultados obtenidos para testigos cuadrados indicados en la tablas N° 91 muestra que el porcentaje máximo de mejora al realizar un tratamiento superficial es en la tubería de 1” ubicada de manera concéntrica mostrando una mejora de 1.83% cuyo valor es menor al 5%.

6. Conclusión N°6

Sub Hipótesis 5:

La respuesta sísmica tiene una variación mayor del 5% en una edificación con elementos verticales de tubería en su sección transversal en porcentaje de 0.4% a 4%.

No se ha demostrado la sub hipótesis 5, al realizar el modelamiento de una estructura y calcular la respuesta sísmica se determina que la variación es menor al 5% y no mayor, la variación máxima es de 3.8% en derivas tal como se muestra en las tablas N° 84 y 85.



| Variación de derivas y desplazamientos X-X | | | |
|---|---|--------------|-------------|
| Nivel | Porcentaje de área de sección reducida | | |
| | 0.88% | 2.72% | 4.5% |
| Nivel 5 | 1.4% | 2.0% | 3.3% |
| Nivel 4 | 1.2% | 1.7% | 3.1% |
| Nivel 3 | 1.2% | 1.7% | 3.1% |
| Nivel 2 | 1.2% | 1.7% | 3.2% |
| Nivel 1 | 1.5% | 2.2% | 3.8% |
| Desplazamiento total | 1.3% | 1.9% | 3.3% |

| Variación de derivas y desplazamientos Y-Y | | | |
|---|---|--------------|-------------|
| Nivel | Porcentaje de área de sección reducida | | |
| | 0.88% | 2.72% | 4.5% |
| Nivel 5 | 0.0% | 0.0% | 0.3% |
| Nivel 4 | 0.2% | 0.4% | 0.6% |
| Nivel 3 | 0.3% | 0.5% | 0.8% |
| Nivel 2 | 0.6% | 0.9% | 1.5% |
| Nivel 1 | 1.2% | 1.6% | 2.7% |
| Desplazamiento total | 0.5% | 0.7% | 1.2% |

De otra parte, en las tablas N° 88 y 89 se muestra la variación de las fuerzas cortantes de entrepiso en cada dirección de análisis verificando que existe una variación máxima de 1.26% de variación en la fuerza cortante resistente en cada entrepiso, ambos valores son menores al 5% que se estableció como hipótesis inicialmente.

| Variación de Cortante X-X | | | |
|----------------------------------|---|--------------|-------------|
| Nivel | Porcentaje de área de sección reducida | | |
| | 0.88% | 2.72% | 4.5% |
| Nivel 5 | 0.07% | 0.21% | 0.37% |
| Nivel 4 | 0.08% | 0.26% | 0.48% |
| Nivel 3 | 0.09% | 0.28% | 0.53% |
| Nivel 2 | 0.09% | 0.29% | 0.53% |
| Nivel 1 | 0.08% | 0.28% | 0.52% |



| Nivel | Variación de Cortante Y-Y | | |
|---------|--|-------|-------|
| | Porcentaje de área de sección reducida | | |
| | 0.88% | 2.72% | 4.5% |
| Nivel 5 | 0.39% | 0.69% | 1.26% |
| Nivel 4 | 0.36% | 0.67% | 1.22% |
| Nivel 3 | 0.33% | 0.64% | 1.17% |
| Nivel 2 | 0.30% | 0.60% | 1.11% |
| Nivel 1 | 0.28% | 0.56% | 1.04% |



Recomendaciones

1. Se recomienda el uso de tuberías embebidas en elementos estructurales en máximo un porcentaje que se encuentre en un rango de 0.1 a 1%, debido a que se demostró en la presente investigación que las variaciones son mínimas pudiendo encontrarse en un factor de seguridad mayor.
2. En cualquier situación donde se encuentre tuberías embebidas estos deberán de tener un tratamiento superficial en toda la longitud de la tubería a fin de mejorar la adherencia entre los elementos reduciendo de esta manera los efectos negativos.
3. Se recomienda realizar investigaciones con diversas tuberías aplicado a elementos verticales y horizontales dentro de una edificación y calcular así la variación a un nivel local y global de la estructura frente a la acción sísmica.
4. Se recomienda ampliar la línea de investigación, determinando la variación en el momento - curvatura de secciones con tuberías embebidas, para determinar si la influencia sea de manera positiva o negativa en la formación de rotulas plásticas.
5. Se recomienda también realizar investigaciones ampliando el intervalo del porcentaje de las tuberías embebidas y así determinar cuál es el porcentaje optimo y que tratamientos alternos se pueden utilizar para aumentar la capacidad de resistencia de testigos de concreto.
6. De contar con el equipamiento necesario se podría analizar la influencia de las tuberías embebidas en estructuras post tensadas, que son elementos utilizados generalmente en puentes de concreto armado de tipo viga.
7. Se recomienda ampliar la investigación bverificando la influencia de las tuberías a otras respuestas estructurales tales como flexion, torsion, flexo compresión entre otros.
8. Se recomienda realizar ensayos de adherencia proponiendo otro tipo de materiales que mejoren la rigidez axial en muestras similares.



9. Se recomienda aplicar normativas internacionales de otros países latinoamericanos para verificar las limitaciones y disposiciones complementarias para la aplicación de tuberías embebidas en secciones de concreto.
10. Realizar ensayos para la mejora de adherencia por 2 procesos tales como el físico (desarrollado en la presente investigación) así como el proceso químico mejorando a través de otro tipo de elementos que muestren una mejora en la rigidez axial.



Referencias

- Arias, J., & Villasis, M. (abril de 2016). EL protocolo de investigacion III: la poblacion de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206.
- Bolivar, O. (2006). *Dosificacion de Mezclas de hormigon METODOS: ACI 211.1, WEYMOUNT, FULLER, BOLOMEY, FAURY*. Medellin: Universidad Nacional de Colombia.
- Comision de Reglamentos Tecnicos y comerciales - INDECOPI. (2002). *Norma tecnica peruana NTP 400.037*. Lima: INDECOPI.
- Dominguez, N. (2013). La adherencia en el concreto reforzado: breve revision historica de la investigacion del fenomeno. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*(58), 61-72.
- Gomez, S. (2012). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: RED TERCER MILENIO S.C.
- González, O. (2014). *Aspectos fundamentales del concreto reforzado*. Mexico: Editorial LIMUSA.
- Harmsen, T. (2017). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Lima: Fondo Editorial, Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta Edic ed.). México: Mc Graw Hill.
- <http://www.intiraymi.org/mapas-de-cusco-ubicacion-de-la-ciudad-del-cusco>. (s.f.).
- Huerta, R. (2004). *Proporcionamiento de mezclas Concreto normal, pesado y masivo ACI 211.1*. Mexico: Instituto Mexicano del Cemento y del concreto, A.C.
- INDECOPI. (2009). *TUBOS DE POLI (CLORURO DE VINILO) NO PLASTIFICADO (PVC-U) PARA LA CONDUCCION DE FLUIDOS A PRESION. Requisitos y métodos de ensayo*. Lima: INDECOPI.



INDECOPI. (2011). *AGREGADOS. Metodo de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad "peso unitario" y los vacios de los agregados*. Lima: INDECOPI.

INDECOPI. (2013). *NTP 339.185 AGREGADOS. Metodo de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima: INDECOPI.

López, J. (2011). *Fundamentos basicos de metrologia dimensional*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.

López, p., & Fachelli, S. (2015). *Metodologia de la investigacion social cuantitativa*. Barcelona: Universitat de Barcelona.

Martínez, R. (16 de junio de 2009). *Sodie-ingenieros*. Obtenido de Sodie-ingenieros: <http://www.sodie-ingenieros.blogspot.com>

Molina, B. (2010). *Caracterizacion de resultados hidraulicos a traves de medidas de velocidades instantaneas con equipo Doppler*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.

MTC. (2016). *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC.

MVCS. (2016). *RNE. E 0.60 Concreto Armado*. Lima: Ministerio de Vivienda construccion y Saneamiento.

MVCS. (2019). *RNE E.030 Diseño Sismoresistente*. Lima: Ministerio de vivienda construccion y saneamiento.

Nilson, A. (2012). *Diseño de estructuras de concreto*. Bogota: McGraW - HILL.

Niño, J. (2010). *Tecnología del concreto – Materiales, Propiedades y Diseño de Mezclas. Tomo I*. Mexico: Asocreto.



- Noel, M. (2015). *MODULO DE DEFORMACION DEL HORMIGON, Estudios experimentales y situacion normativa en Uruguay*. Montevideo.
- Ortega, J. (2015). *Diseño de estructuras de Concreto Armado - Tomo I*. Lima: Editorial Macro.
- Oshiro, M. (2012). *FICHA ESTANDAR DE FAMILIA DEL CATALOGO DE BIENES, SERVICIOS Y OBRAS DEL MEF*. Lima: Ministerio de Economía y Finanzas.
- PAVCO WANVIN. (2020). *Tuberias y conexiones de PVC - U*. Lima: MEXICHEM PERU S.A.
- Porrero, J., Ramos, C., Grases, J., & Gilberto, V. (2014). *Manual del concreto estructural Conforme a la Norma COVENIN 1753:2003*. Caracas: PAG Marketing Soluciones.
- Prieto, M. (2014). *Estudio de la adherencia de armaduras corroídas y su influencia en la capacidad resistente de elementos de hormigon armado*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid.
- Quispe, A. (2015). *ANALISIS MATRICIAL DE ESTRUCTURAS Introduccion al metodo de elementos finitos*. Lima: Editorial Macri EIRL.
- Rivva, E. (2014). *CONCRETO: Materiales para el concreto*. Lima: Instituto de la Construccion y Gerencia ICG.
- Vásquez, I. (18 de diciembre de 2005). *gestiopolis*. Obtenido de gestiopolis: <https://www.gestiopolis.com/tipos-estudio-metodos-investigacion/>



Anexo N° 1

Criterio de exclusión de Chauvenet de datos

Tabla 92

Criterio de Exclusión de Chauvenet para Briquetas Circulares con Tubería Concéntrica

| CIRCULAR CONCÉNTRICA SIN TRATAMIENTO | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|----------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|
| DIÁMETRO DE TUBERÍA | RESISTENCIA f'c(Kgf/cm2) A LOS 28 DÍAS | CRITERIO CHAUVENET n=3/K(n)=1.38 | MEDIA (Kgf/cm2) | DESVIACIÓN ESTÁNDAR | LIM. INF. (Kgf/cm2) | LIM. SUP. (Kgf/cm2) | ACEPTACIÓN |
| 1/2" | 187.94 | 1.38 | 186.29 | 1.54 | 184.16 | 188.42 | OK |
| | 184.88 | | | | | | OK |
| | 186.04 | | | | | | OK |
| 1" | 177.38 | 1.38 | 178.21 | 0.84 | 177.05 | 179.36 | OK |
| | 179.06 | | | | | | OK |
| | 178.19 | | | | | | OK |
| 1 1/4" | 164.57 | 1.38 | 167.13 | 2.48 | 163.70 | 170.56 | OK |
| | 169.53 | | | | | | OK |
| | 167.28 | | | | | | OK |
| CIRCULAR CONCÉNTRICA CON TRATAMIENTO | | | | | | | |
| DIÁMETRO DE TUBERÍA | RESISTENCIA f'c(Kgf/cm2) A LOS 28 DÍAS | CRITERIO CHAUVENET n=3/K(n)=1.38 | MEDIA (Kgf/cm2) | DESVIACIÓN ESTÁNDAR | LIM. INF. (Kgf/cm2) | LIM. SUP. (Kgf/cm2) | ACEPTACIÓN |
| 1/2" | 202.60 | 1.38 | 201.96 | 0.74 | 200.95 | 202.98 | OK |
| | 201.16 | | | | | | OK |
| | 202.14 | | | | | | OK |
| 1" | 191.98 | 1.38 | 192.23 | 1.49 | 190.18 | 194.28 | OK |
| | 193.83 | | | | | | OK |
| | 190.89 | | | | | | OK |
| 1 1/4" | 187.48 | 1.38 | 185.96 | 1.32 | 184.13 | 187.79 | OK |
| | 185.35 | | | | | | OK |
| | 185.06 | | | | | | OK |



Tabla 93

Criterio de Exclusión de Chauvenet para Briquetas Circulares con Tubería No Concéntrica

| CIRCULAR NO CONCÉNTRICA SIN TRATAMIENTO | | | | | | | |
|--|---|---|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|
| DIÁMETRO DE TUBERÍA | RESISTENCIA f'c(Kgf/cm2) A LOS 28 DÍAS | CRITERIO CHAUVENET n=3/K(n)=1.38 | MEDIA (Kgf/cm2) | DESVIACIÓN ESTÁNDAR | LIM. INF. (Kgf/cm2) | LIM. SUP. (Kgf/cm2) | ACEPTACIÓN |
| 1/2" | 180.38 | 1.38 | 179.36 | 1.26 | 177.63 | 181.10 | OK |
| | 177.96 | | | | | | OK |
| | 179.75 | | | | | | OK |
| 1" | 169.42 | 1.38 | 169.17 | 0.75 | 168.13 | 170.21 | OK |
| | 168.32 | | | | | | OK |
| | 169.77 | | | | | | OK |
| 1 1/4" | 161.17 | 1.38 | 159.55 | 1.71 | 157.19 | 161.91 | OK |
| | 159.73 | | | | | | OK |
| | 157.76 | | | | | | OK |
| CIRCULAR NO CONCÉNTRICA CON TRATAMIENTO | | | | | | | |
| DIÁMETRO DE TUBERÍA | RESISTENCIA f'c(Kgf/cm2) A LOS 28 DÍAS | CRITERIO CHAUVENET n=3/K(n)=1.38 | MEDIA (Kgf/cm2) | DESVIACIÓN ESTÁNDAR | LIM. INF. (Kgf/cm2) | LIM. SUP. (Kgf/cm2) | ACEPTACIÓN |
| 1/2" | 186.73 | 1.38 | 183.87 | 2.62 | 180.26 | 187.48 | OK |
| | 181.59 | | | | | | OK |
| | 183.29 | | | | | | OK |
| 1" | 175.54 | 1.38 | 175.42 | 0.70 | 174.46 | 176.39 | OK |
| | 174.67 | | | | | | OK |
| | 176.06 | | | | | | OK |
| 1 1/4" | 167.75 | 1.38 | 165.80 | 1.96 | 163.10 | 168.51 | OK |
| | 165.84 | | | | | | OK |
| | 163.82 | | | | | | OK |



Tabla 94

Criterio de Exclusión de Chauvenet para Briquetas Cuadradas con Tubería Concéntrica

| CUADRADA CONCÉNTRICA SIN TRATAMIENTO | | | | | | | |
|---|---|---|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|
| DIÁMETRO DE TUBERÍA | RESISTENCIA f'c(Kgf/cm2) A LOS 28 DÍAS | CRITERIO CHAUVENET n=3/K(n)=1.38 | MEDIA (Kgf/cm2) | DESVIACIÓN ESTÁNDAR | LIM. INF. (Kgf/cm2) | LIM. SUP. (Kgf/cm2) | ACEPTACIÓN |
| 1/2" | 195.06 | 1.38 | 194.14 | 0.98 | 192.79 | 195.49 | OK |
| | 194.24 | | | | | | OK |
| | 193.11 | | | | | | OK |
| 1" | 185.09 | 1.38 | 186.25 | 1.37 | 184.36 | 188.14 | OK |
| | 185.91 | | | | | | OK |
| | 187.76 | | | | | | OK |
| 1 1/4" | 178.93 | 1.38 | 178.31 | 2.04 | 175.49 | 181.13 | OK |
| | 179.97 | | | | | | OK |
| | 176.03 | | | | | | OK |
| CUADRADA CONCÉNTRICA CON TRATAMIENTO | | | | | | | |
| DIÁMETRO DE TUBERÍA | RESISTENCIA f'c(Kgf/cm2) A LOS 28 DÍAS | CRITERIO CHAUVENET n=3/K(n)=1.38 | MEDIA (Kgf/cm2) | DESVIACIÓN ESTÁNDAR | LIM. INF. (Kgf/cm2) | LIM. SUP. (Kgf/cm2) | ACEPTACIÓN |
| 1/2" | 202.09 | 1.38 | 200.48 | 1.39 | 198.57 | 202.40 | OK |
| | 199.59 | | | | | | OK |
| | 199.77 | | | | | | OK |
| 1" | 192.75 | 1.38 | 194.11 | 1.34 | 192.26 | 195.95 | OK |
| | 194.15 | | | | | | OK |
| | 195.42 | | | | | | OK |
| 1 1/4" | 184.36 | 1.38 | 185.86 | 1.36 | 183.98 | 187.74 | OK |
| | 186.18 | | | | | | OK |
| | 187.04 | | | | | | OK |



Tabla 95

Criterio de Exclusión de Chauvenet para Briquetas Cuadradas con Tubería No Concéntrica

| CUADRADA NO CONCÉNTRICA SIN TRATAMIENTO | | | | | | | |
|--|---|---|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|
| DIÁMETRO DE TUBERÍA | RESISTENCIA f'c(Kgf/cm2) A LOS 28 DÍAS | CRITERIO CHAUVENET n=3/K(n)=1.38 | MEDIA (Kgf/cm2) | DESVIACIÓN ESTÁNDAR | LIM. INF. (Kgf/cm2) | LIM. SUP. (Kgf/cm2) | ACEPTACIÓN |
| 1/2" | 190.44 | 1.38 | 190.69 | 1.22 | 189.01 | 192.38 | OK |
| | 192.02 | | | | | | OK |
| | 189.62 | | | | | | OK |
| 1" | 182.37 | 1.38 | 183.91 | 1.44 | 181.92 | 185.90 | OK |
| | 184.14 | | | | | | OK |
| | 185.23 | | | | | | OK |
| 1 1/4" | 173.71 | 1.38 | 175.47 | 1.70 | 173.12 | 177.82 | OK |
| | 175.57 | | | | | | OK |
| | 177.11 | | | | | | OK |
| CUADRADA NO CONCÉNTRICA CON TRATAMIENTO | | | | | | | |
| DIÁMETRO DE TUBERÍA | RESISTENCIA f'c(Kgf/cm2) A LOS 28 DÍAS | CRITERIO CHAUVENET n=3/K(n)=1.38 | MEDIA (Kgf/cm2) | DESVIACIÓN ESTÁNDAR | LIM. INF. (Kgf/cm2) | LIM. SUP. (Kgf/cm2) | ACEPTACIÓN |
| 1/2" | 195.65 | 1.38 | 195.86 | 1.28 | 194.09 | 197.63 | OK |
| | 197.24 | | | | | | OK |
| | 194.70 | | | | | | OK |
| 1" | 186.13 | 1.38 | 187.75 | 1.76 | 185.32 | 190.18 | OK |
| | 187.49 | | | | | | OK |
| | 189.62 | | | | | | OK |
| 1 1/4" | 177.39 | 1.38 | 179.79 | 2.26 | 176.67 | 182.91 | OK |
| | 180.10 | | | | | | OK |
| | 181.87 | | | | | | OK |



Anexo N° 3

| MATRIZ DE CONSISTENCIA | | | | |
|--|---|---|--|--|
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | VARIABLES Y DIMENSIONES | METODOLOGÍA |
| PG: ¿Cuál es la influencia de las tuberías embebidas en porcentajes de 0.4% a 4% en la rigidez axial de testigos de concreto de sección cuadrada y circular sometidos a esfuerzo de compresión? | OG: Evaluar la influencia de las tuberías embebidas en porcentajes de 0.4% a 4% en la rigidez de testigos de concreto de sección cuadrada y circular sometidos a esfuerzo axial de compresión | HG: La influencia de tuberías embebidas en porcentajes de 0.4% a 4% en la rigidez de testigos de sección cuadrada y circular sometidos a esfuerzo de compresión es negativa debido a una reducción en la sección transversal. | <p>INDEPENDIENTES</p> <p>x1: Especímenes Circulares</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Testigos circulares con tratamiento superficial con ubicación de tubería concéntrica. ✓ Testigos circulares sin tratamiento superficial con ubicación de tubería concéntrica ✓ Testigos circulares con tratamiento superficial con ubicación de tubería excéntrica ✓ Testigos circulares sin tratamiento superficial con ubicación de tubería excéntrica | <p>Enfoque de investigación: Cuantitativo</p> <p>Tipo de investigación: Descriptivo – correlacional</p> <p>Método de investigación: Hipotético – deductivo</p> <p>Diseño de investigación: Experimental - transversal</p> <p>Población: Conjunto de todas las briquetas necesarias para obtener al menos 3 resultados por cada porcentaje de tubería embebida a colocar, de diámetro 1/2", 1" y 1 ¼", cada una de estas muestras deberán ser analizadas a los 7 y 28 días. – 150 briquetas</p> <p>Muestra: Briquetas que en un análisis grupal cumplan con los criterios de exclusión estadística o método de Chauvenet.</p> |
| PROBLEMAS ESPECÍFICOS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | HIPÓTESIS ESPECÍFICOS | | |
| PE1: ¿Cuál es la influencia de la ubicación de tuberías en la rigidez axial sometido a esfuerzo de compresión de testigos de concreto de sección cuadrada y circular? | OE1: Determinar la influencia de la ubicación de las tuberías en la rigidez axial sometido a esfuerzos de compresión de testigos de concreto de sección cuadrada y circular. | HE1: La influencia de la ubicación de tuberías en la sección transversal es más perjudicial en la rigidez axial cuando se tienen elementos no concéntricos tanto en elementos circulares y cuadrados. | | |
| PE2: ¿Cuál es la influencia de la rigidez axial de los testigos de concreto de sección cuadrada y circular con tuberías embebidas en su sección transversal en porcentaje de 0.4% a 4%? | OE2: Calcular la influencia de la rigidez axial en testigos de concreto de sección cuadrada y circular con tuberías embebidas en su sección transversal en porcentaje de 0.4% a 4% | HE2: Las tuberías embebidas en la sección transversal en porcentaje de 0.4% a 4% en testigos de concreto de sección cuadrada y circular disminuyen la rigidez axial cuando son sometidos a esfuerzos de compresión. | | |
| PE3: ¿Cuál es el tipo de testigo entre cuadrado y circular que evidencia una mayor modificación de la rigidez respecto a un testigo de sección completa para los diferentes porcentajes evaluados? | OE3: Analizar el tipo de testigo entre cuadrado y circular que evidencia una mayor modificación de la rigidez respecto de la rigidez de un testigo de sección completa para diferentes porcentajes evaluados. | HE3: El testigo circular evidencia una mayor modificación de la rigidez respecto de un testigo cuadrado para los diferentes porcentajes evaluados. | | |



| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| <p>PE4: ¿Cuál es la influencia del tratamiento superficial a las tuberías embebidas en la rigidez de los testigos circulares y cuadrados?</p> | <p>OE4: Evaluar la influencia del tratamiento superficial a las tuberías embebidas en la rigidez de los testigos circulares y cuadrados.</p> | <p>HE4: La influencia del tratamiento superficial a las tuberías embebidas en la rigidez de los testigos circulares y cuadrados muestran una mejora del 5% como mínimo en la resistencia.</p> | <p>x2: Especímenes cuadrados Dimensiones: ✓ Testigos cuadrados con tratamiento superficial con ubicación de tubería concéntrica. ✓ Testigos cuadrados sin tratamiento superficial con ubicación de tubería concéntrica ✓ Testigos cuadrados con tratamiento superficial con ubicación de tubería excéntrica ✓ Testigos cuadrados sin tratamiento superficial con ubicación de tubería excéntrica</p> <p>DEPENDIENTES</p> <p>y1: Rigidez ✓ Módulo de elasticidad ✓ Resistencia a compresión ✓ Área ✓ Longitud</p> <p>y2: Respuesta Sísmica ✓ Derivas ✓ Desplazamientos ✓ Cortante basal</p> | <p>Método de muestreo: No probabilístico</p> |
| <p>PE5: ¿Cómo varía la respuesta sísmica en una edificación con elementos verticales con tuberías embebidas concéntricamente en su sección transversal en porcentaje de 0.4% a 4%?</p> | <p>OE5: Determinar la variación de la respuesta sísmica en una edificación con elementos verticales con tuberías embebidas concéntricamente en su sección transversal en porcentaje de 0.4% a 4%.</p> | <p>HE5: La respuesta sísmica tiene una variación mayor del 5% en una edificación con elementos verticales de tubería en su sección transversal en porcentaje de 0.4% a 4%.</p> | | |