



# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

## **CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

### **“CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA MÁS COMUNES EN LA CIUDAD DE AZOGUES”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR: CARLA ALEXANDRA CANTOS TORRES**

**DIRECTOR: ING. JORGE EFRAÍN CRESPO CRESPO**

**AZOGUES - ECUADOR**

**2020**

*Yo me gradué en  
los 50 años de La Cato!  
... y sostuve la Universidad*



# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN.**

## **CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA MÁS COMUNES  
EN LA CIUDAD DE AZOGUES”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR: CARLA ALEXANDRA CANTOS TORRES.**

**DIRECTOR: JORGE EFRAÍN CRESPO CRESPO.**

**AZOGUES - ECUADOR**

**2020**

*Yo me gradué en  
los 50 años de La Cato!  
... y sostuve la Universidad*



CERTIFICACIÓN

Ing. Jorge Crespo Crespo, Mg  
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación denominado: **“CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA MÁS COMUNES EN LA CIUDAD DE AZOGUES”** desarrollado por Carla Alexandra Cantos Torres, ha sido revisado y autorizado para su presentación.

Azogues, 2 de enero de 2021



Formada electrónicamente por:  
**JORGE EFRAIN  
CRESPO CRESPO**

Ing. Jorge Crespo Crespo, Mg  
DIRECTOR



CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, Carla Alexandra Cantos Torres, autor del presente trabajo de investigación denominado:  
**"CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES DE MAMPOSTERÍA MÁS COMUNES EN LA CIUDAD DE  
AZOGUES"**, certifico que el contenido expuesto es de exclusiva responsabilidad del autor.

Azogues, 2 de enero de 2021

---

Carla Alexandra Cantos Torres

CI: 0301670014

## Agradecimientos

Ante todo, agradecerle a mi Dios, que con su bendición me ha permitido alcanzar este logro; a mis padres por estar siempre dispuestos a entregarme todo su amor y apoyo incondicional; a mi amado hijo, por estar conmigo en cada momento, dándome los mejores motivos para seguir adelante, por ser mi apoyo y mi razón de ser.

Me permito también agradecer a todos los docentes presentes durante este largo recorrido, quienes, con sus enseñanzas, no solo me educaron para ser profesional de éxito, sino una persona de bien, preparada para servir a la sociedad, de manera especial a mi director de tesis el Ing. Jorge Crespo Crespo, quien, con sus conocimientos y dedicación, me ha direccionado con afán y certeza, para concluir el presente trabajo de titulación.

## Dedicatoria

Me aman incondicionalmente, con afán me cuidaron desde niña, me enseñan con su ejemplo de perseverancia y responsabilidad, cada vez que necesito seguir los caminos y tomar decisiones en mi vida, están junto a mí, ellos mis ángeles que nunca me dejan transitar sola, que cuando tropiezo, me levantan, que cuando enfrento un desafío, me guían y me apoyaban, dándome fuerzas y razones para continuar siempre; por esta y mil razones más, y con todo el amor y agradecimiento desde mi corazón, me permito dedicarle este triunfo a ustedes mis padres **Remigio y Mireya**, pilares fundamentales en mi vida, forjadores que quien hoy soy.

Con la misma dimensión, pero con un amor diferente, la dedico a mi hijo **Jeanpierre Alexander**, quien ha sido mi motor y mi primordial razón para esforzarme cada día en todo lo que emprendo, es pensando en ti mi pequeño y gran amor, que lo haré siempre.

A mis hermanos **Nahomy y Kevin**, mis cómplices perfectos, con quienes crezco y comparto con alegría y compromiso, todas mis realidades y sueños, a quienes legaré mi ejemplo a seguir.

A mis compañeros, **María José, Esteban, John, José y Freddy**, con quienes compartimos los mejores y peores momentos, durante la carrera y con quienes juntos alcanzamos esta meta.

A mis abuelitos, tíos y primos, y a todos quienes, de una forma u otra, me han brindado su amor y apoyo.

## Resumen

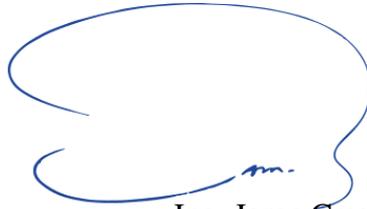
El comportamiento estructural de la mampostería, ha sido objeto de estudios analíticos y experimentales, dando lugar a técnicas desarrolladas para su uso, y establecimiento de normas de calidad que determinan los procesos de diseño y construcción. En el Ecuador la tendencia cultural es la construcción de viviendas con mamposterías que forman parte de elementos estructurales y no estructurales, cuya ejecución obedece mayoritariamente a procesos de autoconstrucción, sin control de calidad. De los eventos sísmicos acontecidos, se ha evidenciado debilidades en estos elementos, sin garantizar estabilidad estructural.

Pese a haberse desarrollado nuevas técnicas de fabricación de tabiques y paredes, la mampostería es el principal material para la construcción de viviendas, siendo necesario conocer sus propiedades, determinando el grado de vulnerabilidad que presentan ante la acción de las cargas que soportan.

El objetivo del presente trabajo es investigar las características físico-mecánicas de las unidades de mampostería comúnmente empleadas en Azogues, determinado el grado de cumplimiento de las especificaciones establecidas en la Norma Técnica Ecuatoria INEN, y la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC15.

Se evaluaron las resistencias a compresión de las unidades de mampostería, por tratarse de la principal característica que influye en el comportamiento estructural del sistema, se realizaron pruebas físicas para determinar absorción, densidad y volumen de sólidos, necesarios para evaluar la calidad del producto y su vulnerabilidad frente a la acción de agentes que provocan su deterioro prematuro. Se mostrará mediante gráficos el comportamiento de estas unidades de mampostería, y su análisis respectivo.

**Palabras clave:** UNIDADES DE MAMPOSTERÍA, HORMIGÓN, BLOQUE, LADRILLO, COMPRESIÓN.



Ing. Jorge Crespo

Tutor de Tesis



## CENTRO DE IDIOMAS

### ABSTRACT

**Carla Alexandra Cantos Torres**

The structural behavior of masonry has been under analytical and experimental studies. As a result, it has allowed finding techniques to be applied and also the establishment of quality standards that determine the design and construction processes. In Ecuador, the cultural trend has been the construction of houses with masonry that is part of structural and non-structural elements, whose house buildings have been made mostly without quality control. From the previous seismic events that have occurred in our country, weaknesses have been recognized in building elements, without guaranteeing the structural stability of houses.

Although new techniques have been developed for the manufacture of partitions and walls, masonry is the foremost material for the construction of homes, and it is imperative to know their properties, determining the degree of vulnerability they present before the pressure of the weight they support.

This work aims to investigate the physical-mechanical characteristics of the masonry units regularly used in Azogues town, determining the degree of compliance with the specifications established in the Ecuadorian Technical Standard INEN, and the Ecuadorian Construction Standard NEC15.

Through compression, the strengths of the masonry units were evaluated since it is the main characteristic that influences the structural behavior of the system. Physical tests were conducted to determine the absorption, density, and volume of solids,



## CENTRO DE IDIOMAS

necessary to test the quality of the material and its vulnerability to the action of agents that cause its premature deterioration. The behavior of these masonry units and their respective analysis are shown in graphics.

**Keywords: masonry units, concrete, block, brick, compression.**

Azogues, 16 de diciembre del 2020

EL CENTRO DE IDIOMAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE ANTECEDE FUE TRADUCIDO POR PERSONAL DEL CENTRO PARA LO CUAL DOY FE Y SUSCRIBO.



Firmado digitalmente por AB.  
MARIA LILIANA URGILES  
AMOROSO  
Motivo: Documento certificado  
digitalmente por Emergencia  
Sanitaria en Ecuador por  
COVID-19  
Ubicación: Azogues-Ecuador  
Fecha: 2020-12-16  
11:34-05:00

**Abg. Lilibiana Urgilés Amoroso, Mgs.  
COORDINADORA CENTRO DE IDIOMAS AZOGUES**

## Tabla de Contenidos

<b>1.</b>	<b>Capítulo 1: Generalidades.....</b>	<b>1</b>
1.1.	Introducción .....	1
1.2.	Objetivos de la investigación .....	3
1.2.1.	Objetivo general .....	3
1.2.2.	Objetivos específicos .....	3
<b>2.</b>	<b>Capítulo 2: Marco Teórico.....</b>	<b>5</b>
2.1.	Definiciones .....	5
2.2.	Desarrollo histórico .....	6
2.3.	Concepto de mampostería.....	8
2.3.1.	Clasificación de la mampostería .....	8
2.3.2.	Unidades de Mampostería .....	11
2.4.	Bloques de hormigón.....	13
2.4.1.	Geometría de los bloques de hormigón .....	13
2.4.2.	Tipos de bloques de hormigón .....	14
2.4.3.	Dimensiones mínimas de paredes y tabiques.....	14
2.4.4.	Bloques de Pómez .....	15
2.5.	Bloques de arcilla .....	15
2.5.1.	Geometría de un bloque de arcilla.....	16
2.5.2.	Tipos de ladrillos .....	16
2.6.	Bloques sílico-calcareos. ....	18
2.7.	Ensayos de laboratorio.....	18
2.7.1.	Succión y Absorción total.....	18
2.7.2.	Resistencia a la compresión .....	19
2.7.3.	Refrentado de unidades con relleno de azufre .....	21
<b>3.</b>	<b>Capítulo 3: Metodología de la investigación.....</b>	<b>23</b>
3.1.	Identificación de problemas observados y motivaciones .....	24
3.1.1.	Definición de la zona de estudio .....	24
3.2.	Definir objetivos de una potencial solución.....	25
3.3.	Diseño y desarrollo.....	25
3.3.1.	Técnica de recolección de datos.....	25

3.3.2.	Número de muestras .....	26
3.3.3.	Características de las muestras .....	27
3.3.4.	Técnica de procesamiento de datos .....	28
3.3.5.	Herramienta para el procesamiento de datos .....	28
3.4.	Demostración .....	28
<b>4.</b>	<b>Capítulo 4: Ensayos de laboratorio.....</b>	<b>29</b>
4.1.	Ensayos realizados en bloques de hormigón .....	29
4.1.1.	Área normalizada de tabiques .....	29
4.1.2.	Absorción de agua.....	29
4.1.3.	Resistencia a la compresión de bloque de hormigón .....	33
4.2.	Resultados de Ensayos en Bloques de Hormigón. ....	35
4.3.	Resultados de Ensayos en Bloques de Pómez. ....	39
4.4.	Ensayos realizados en Bloques de Arcilla (Ladrillos).....	44
4.4.1.	Absorción de agua.....	44
4.4.2.	Resistencia a la compresión .....	47
4.5.	Resultados de Ensayos en Ladrillo Macizo tipo Panelón.....	48
4.6.	Resultados de Ensayos en Ladrillo de Perforación. ....	51
<b>5.</b>	<b>Capítulo 5: Comparativa e interpretación de resultados.....</b>	<b>53</b>
5.1.	Comparación entre Bloques de Hormigón y Bloques de Pómez .....	53
5.2.	Comparación entre Ladrillo Macizo y Ladrillo de Perforación.....	54
5.3.	Comparación entre todas las unidades de mampostería de estudio .....	55
5.3.1.	Resistencia a la compresión simple.....	56
5.3.2.	Costos .....	57
5.4.	Correlación Resistencia a la Compresión vs Índice de Absorción.....	58
5.5.	Correlación Resistencia a la Compresión vs Densidad .....	60
<b>6.</b>	<b>Capítulo 6: Conclusiones y futuras líneas de trabajo.....</b>	<b>62</b>

## Lista de Tablas

Tabla 1. Definición de terminología .....	5
Tabla 2. Dimensiones de paredes y tabique mínimas, bloques clase A.....	15
Tabla 3. Succión para unidades de arcilla .....	19
Tabla 4. Absorción máxima de agua para unidades de hormigón. ....	19
Tabla 5. Absorción máxima de agua para unidades de arcilla de mampostería estructural. ...	19
Tabla 6. Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) mínima, para mampostería estructural y no estructural, unidades de arcilla.....	20
Tabla 7. Número de muestras según el tipo de bloque .....	27
Tabla 8. Dimensiones reales promedio de los distintos bloques .....	27
Tabla 9. Área normalizada de tabiques de bloques de hormigón y de pómez .....	35
Tabla 10. Absorción máxima de agua para unidades de arcilla de mampostería estructural..	45
Tabla 11. Absorción máxima de agua para unidades de arcilla de mampostería no estructural. .....	46
Tabla 12. Tabla de resumen de comparación entre bloques.....	53
Tabla 13 Tabla comparativa entre ladrillo macizo, y ladrillo de perforación .....	54
Tabla 14. Resumen de resultados de los distintos tipos de bloque .....	56
Tabla 15. Costo de la unidad de bloque .....	57

## Lista de Figuras

Figura. 1 Mampostería Reforzada.....	9
Figura. 2 Mampostería parcialmente reforzada.....	10
Figura. 3 Mampostería no Estructural.....	10
Figura. 4 Mampostería de muros confinados.....	11
Figura. 5 Tipos de unidades de mampostería.....	12
Figura. 6 Tipos de piezas según cavidades. (a) perforación vertical, (b) perforación horizontal, (c) macizas.....	13
Figura. 7 Partes componentes de un bloque de concreto.....	14
Figura. 8 Caras y aristas de los ladrillos.....	16
Figura. 9 Ejemplos de unidades de perforación horizontal (PH).....	17
Figura. 10 Ejemplos de unidades macizas (M).....	17
Figura. 11 Refrentado de unidades con azufre.....	22
Figura. 12 Metodología de la investigación.....	23
Figura. 13 Mapa de Zona de Estudio (Ciudad Azogues).....	24
Figura. 14 Unidades para ensayos.....	29
Figura. 15 Ensayo de saturación.....	30
Figura. 16 Muestras después del secado durante 24 horas.....	31
Figura. 17 Ensayo de resistencia mínima a la compresión.....	34
Figura. 18 Densidad (bloque de hormigón).....	36
Figura. 19 Absorción (bloque de hormigón).....	37
Figura. 20 Porcentaje de contenido de humedad (bloque de hormigón).....	37
Figura. 21 Porcentaje de sólido (bloque de hormigón).....	38
Figura. 22 Resistencia a la compresión simple del área neta en bloque de hormigón.....	39
Figura. 23 Absorción (bloque de pómez).....	40
Figura. 24 Porcentaje de contenido de humedad (bloque de pómez).....	41
Figura. 25 Densidad (bloque de pómez).....	42
Figura. 26 Porcentaje de sólido (bloque de pómez).....	43
Figura. 27 Resistencia a la compresión simple (bloque de pómez).....	44
Figura. 28 Ensayo de Absorción Inicial.....	44
Figura. 29 Ensayo de absorción total.....	46
Figura. 30 Ensayo de resistencia mínima a la compresión.....	47
Figura. 31 Porcentaje de absorción promedio de empresas (ladrillo macizo tipo panelón)....	49
Figura. 32 Densidad promedio de cada empresa (ladrillo macizo tipo panelón).....	49
Figura. 33 Resistencia neta a la compresión (ladrillo macizo tipo panelón).....	50
Figura. 34 Resistencia bruta a la compresión (ladrillo macizo tipo panelón).....	50
Figura. 35 Porcentaje de Absorción (ladrillo de perforación horizontal tipo tochana).....	51
Figura. 36 Densidad promedio de cada empresa ((ladrillo de perforación horizontal tipo tochana).....	51

Figura. 37 Resistencia neta a la compresión simple (ladrillo de perforación horizontal tipo tohana). .....	52
Figura. 38 Resistencia bruta a la compresión (ladrillo de perforación horizontal tipo tohana). .....	52
Figura. 39 Resultados de la resistencia a compresión de los bloques.....	57
Figura. 40 Resistencia a la compresión vs absorción (de todos los bloques).....	58
Figura. 41 Resistencia a la compresión vs absorción (bloques de hormigón).....	59
Figura. 42 Resistencia a la compresión vs absorción (ladrillo macizo).....	59
Figura. 43 Resistencia a la compresión vs densidad (todos los bloques).....	60
Figura. 44 Resistencia a la compresión vs densidad (bloque de hormigón) .....	61

### Lista de Ecuaciones

Ecuación 1. Número de muestras.....	26
Ecuación 2. Área normalizada de tabiques.....	31
Ecuación 3. Absorción .....	31
Ecuación 4. Contenido de humedad.....	32
Ecuación 5. Densidad.....	32
Ecuación 6. Volumen Neto.....	32
Ecuación 7. Área neta promedio.....	32
Ecuación 8. Área neta.....	32
Ecuación 9. Espesor Equivalente.....	33
Ecuación 10. Porcentaje sólido.....	33
Ecuación 11. Resistencia a la compresión del área neta .....	34
Ecuación 12. Resistencia a la compresión del área bruta.....	34
Ecuación 13. Área bruta.....	34
Ecuación 14. Succión .....	45
Ecuación 15. Porcentaje de absorción.....	46
Ecuación 16. Resistencia neta a la compresión .....	47
Ecuación 17. Área neta.....	48
Ecuación 18. Resistencia bruta a la compresión.....	48
Ecuación 19. Área bruta.....	48

## Lista de Anexos

<b>Anexo A.</b> Encuesta .....	69
<b>Anexo B.</b> Dimensiones de tabiques .....	74
<b>Anexo C.</b> Absorción, cada empresa (bloque de hormigón) .....	78
<b>Anexo D.</b> Porcentaje de contenido de humedad (bloque de hormigón). .....	81
<b>Anexo E.</b> Densidad (bloque de hormigón).....	83
<b>Anexo F.</b> Porcentaje de sólido (bloque de hormigón) .....	85
<b>Anexo G.</b> Resistencia a la compresión simple del área neta (bloque de hormigón). .....	87
<b>Anexo H.</b> Absorción (bloque de pómez). .....	91
<b>Anexo I.</b> Porcentaje de contenido de humedad (bloque de pómez). .....	96
<b>Anexo J.</b> Densidad (bloque de pómez).....	100
<b>Anexo K.</b> Porcentaje de sólido (bloque de pómez). .....	103
<b>Anexo L.</b> Resistencia a la compresión simple (bloque de pómez).....	107
<b>Anexo M.</b> Tasa inicial de absorción, cada empresa (ladrillo macizo tipo panelón).....	113
<b>Anexo N.</b> Densidad, cada empresa (ladrillo macizo tipo panelón) .....	116
<b>Anexo O.</b> Porcentaje de absorción, cada empresa (ladrillo macizo tipo panelón). .....	119
<b>Anexo P.</b> Resistencia a la compresión simple, de cada empresa (ladrillo macizo tipo panelón) .....	122
<b>Anexo Q.</b> Tasa inicial de absorción, empresas (ladrillo de perforación horizontal tipo tochana). .....	129
<b>Anexo R.</b> Porcentaje de absorción, empresas (ladrillo de perforación horizontal tipo tochana). .....	130
<b>Anexo S.</b> Densidad, cada empresa ladrillo de perforación horizontal tipo tochana).....	132
<b>Anexo T.</b> Resistencia neta a la compresión (ladrillo de perforación horizontal tipo tochana) .....	133
<b>Anexo U.</b> Costos por unidad de cada bloque de cada empresa .....	136
<b>Anexo V.</b> Dimensiones modulares y nominales de los bloques de hormigón .....	138
<b>Anexo W.</b> Norma Técnica Ecuatoriana .....	139
<b>Anexo X.</b> Certificado de uso del laboratorio de materiales de construcción y mecánica de suelos.....	141
<b>Anexo Y.</b> Certificado de Anti plagio. ....	142
<b>Anexo Z.</b> Permiso del autor con sello.....	143
<b>Anexo AA.</b> Certificado de no adeudar libros a la biblioteca.....	144

### Glosario/Acrónimos

N	Numero de muestras
$Z_{\alpha/2}$	Puntuación z que se espera un área de $\alpha/2$ en la cola derecha de la distribución normal estándar
p	Población de éxito
q	Población de fracaso
d	Margen de error
An	Área neta promedio de la unidad
DMI	Disipación de energía en el rango inelástico
DES	Disipación de energía en el rango elástico
$E_e$	Espesor equivalente
$f'_m$	Resistencia nominal a la compresión de la mampostería
Md	Masa de la unidad seca al horno
Mi	Masa de la muestra sumergida
Mr	Masa de la unidad como se recibe
Ms	Masa de la muestra saturada
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
NSR	Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
Pmax	Carga máxima de compresión
TIA	Tasa Inicial de Absorción
Vn	Volumen neto promedio de la unidad

Wi	Masa sumergida del espécimen saturado
Ws	Masa seca del espécimen antes de la inmersión
Wss	Masa saturada del espécimen luego de la inmersión de 24h
$\gamma_{agua}$	Densidad del agua

## 1. Capítulo 1: Generalidades

### 1.1. Introducción

Después del terremoto acontecido el 16 de abril de 2016 en el Ecuador, medido en escala Richter con un rango de magnitud de 7 a 7.8, varias edificaciones fueron afectadas en el país, principalmente en la región costera. En los estudios posteriores realizados por expertos nacionales e internacionales se determinó que fue la mampostería el elemento que más deficiencia presentó, tanto en su confección como en el mortero que se usó para su colocación (Quimbiamba, 2017).

Gran parte de las viviendas que se edifican en la localidad usan bloques o ladrillos para conformar mamposterías enmarcadas por columnas, vigas y losas que forman parte de un esqueleto estructural resistente. A pesar de no ser considerados como elementos estructurales, las paredes de mampostería tienden a modificar la rigidez de los pórticos sin saber a ciencia cierta en que magnitud. Los innumerables casos de daños producidos por columnas cortas en edificios afectados por sismos, evidencian la influencia de las mamposterías en la rigidez de los sistemas estructurales (McCormac & Brown, 2011).

La configuración de un esqueleto estructural débil y extremadamente flexible obliga a que las cargas sean absorbidas por las paredes de mampostería, sin previa proyección de la capacidad óptima de estas, para soportar fuerzas gravitacionales ni accidentales. La (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015) considera que, en la construcción de sistemas estructurales tales como mampostería confinada o mampostería estructural, sus elementos constitutivos deben cumplir ciertos requisitos físicos y mecánicos cuya única forma de verificar es a través de ensayos de laboratorio normados, los cuales generalmente no se realizan (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015).

La utilización de la mampostería estructural como sistema constructivo, ha cambiado y mejorado a lo largo de los años con el fin de lograr mejor resistencia ante cargas, desde la mampostería básica en la que se emplean simples rocas unidas por mortero, hasta la mampostería elaborada con unidades prefabricadas, con propiedades estandarizadas y métodos de refuerzo interno conocido como refuerzo integral (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015).

En Ecuador, el sistema aporticado es el de uso más común. La mampostería cumple únicamente los objetivos de dividir ambientes, conformar fachadas o ser la envolvente de una edificación, ya sea esta de arcilla o de cemento. La mampostería de cemento puede ser de pómez, caracterizado por ser ligero y de fácil adquisición tanto por su costo como por su oferta en el mercado. Existen también de mortero u hormigón. En la ciudad de Azogues existen fábricas, en su mayoría artesanales dedicadas a su elaboración. Por otra parte, la mampostería de arcilla es más costosa y más difícil de encontrar en las cercanías (Crespo, 2015).

Como bien es sabido, nos encontramos en el “Cinturón de fuego del Pacífico”, lugar en el que se generan constantes movimientos sísmicos, que, cuando llegan a darse en magnitudes muy elevadas, atacan a las edificaciones y generalmente la energía es liberada en la mampostería, sufriendo fracturas y colapsos significativos. Evidentemente en estos casos, se está tratando con elementos aporticados, en donde, como ya se dijo, la mampostería cumple únicamente la función de dividir o envolver la estructura (Calle, 2019).

Para el presente trabajo nace la necesidad de conocer la calidad de los elementos de mampostería que se está usando en las edificaciones de la ciudad de Azogues, si estos son resistentes para ser parte de un sistema de viviendas de mampostería confinada, o únicamente como muros divisores. Los mampuestos para división deben ser aislados en obra, de la estructura sismo-resistente. Pero, esta técnica lamentablemente no suele darse en la realidad,

existe una gran falta de educación en cuánto a técnicas constructivas sismo – resistentes (Crespo, 2015).

En una edificación es importante conocer con qué tipo de materiales se trabaja. En el Ecuador no se ha implementado de manera oficial las edificaciones de mampostería estructural, pero la norma establece ciertos parámetros básicos para diseño y construcción con mampuestos estructurales, por lo que no existe la práctica común de su aplicación, ni la necesidad de conocer las características técnicas de las mamposterías, dando como resultado de lo citado que, en las edificaciones no se solicita por lo menos, el ensayo de laboratorio para conocer la resistencia nominal a la compresión de la mampostería ( $f'_m$ ). En este estudio se realizan ensayos de laboratorio para conocer las características físico - mecánicas y saber si el mampuesto cumple o no con las especificaciones mínimas, sea para uso estructural o de fachada; y, transmitir resultados confiables hacia la comunidad ligada a la construcción y al público en general (Valladares, 2018).

## **1.2.Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar mediante ensayos de laboratorio las particularidades físico - mecánicas de los mampuestos más comunes usados en obras de edificaciones en la ciudad de Azogues, para la determinación del grado de cumplimiento con los parámetros establecidos en la norma vigente.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar mediante encuestas los principales proveedores de unidades de mampostería, tanto de arcilla como de hormigón en la ciudad de Azogues.

- Determinar mediante ensayos de succión, absorción total, densidad, porcentaje de humedad, resistencia a la compresión entre otros, las mamposterías a estudiar, según las normativas NEC, NTE INEN, NSR, NTC.
- Analizar los resultados obtenidos de los elementos de mampostería para determinar su cumplimiento con los parámetros establecidos en las normas.

## 2. Capítulo 2: Marco Teórico

### 2.1. Definiciones

Algunos términos a utilizarse en la presente investigación merecen ser explicados con el fin de que el público en general pueda entender la totalidad del documento, Tabla 1.

Tabla 1. Definición de terminología

Término	Definición
Estado límites último	Relacionado al colapso o distintos fallos estructurales, ponen en riesgo la seguridad de los seres vivos.
Estado límite de servicio	No deben superar el valor límite.
Estructura	Combinación organizada de partes conectadas entre sí para proveer un grado de rigidez. Partes sometidas a la carga.
Sistema estructural	Elementos resistentes de la construcción y la forma en que se considera que trabajan a efectos de su modelización
Acero de armar	Acero para armaduras de uso en mampostería.
Aparejo de la fábrica	Disposición regular de las piezas trabadas para que trabajen conjuntamente.
Armadura de tendel	Armadura de acero preferiblemente prefabricada y que se coloca en los tendeles.
Hormigón de relleno	Hormigón con la consistencia y el tamaño del árido adecuado para rellenar cámaras o huecos de la mampostería.
Llaga o Junta vertical	Junta de mortero perpendicular al tendel y a la cara del muro
Mortero	Mezcla de conglomerantes inorgánicos, áridos, agua y en algunos casos aditivos.
Resistencia a compresión del mortero	Resistencia media de muestras de mortero ensayadas, después de 28 días de curado.
Rejuntado	Asunto de raspado, relleno y acabado de la junta de mortero.
Sutura	En el espesor del muro, paralela a su cara, es la junta de mortero
Junta horizontal	Junta que va entre las tablas de fragmentos de mampostería.

**Fuente:** (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

## 2.2.Desarrollo histórico

La mampostería tiene su origen aproximadamente 15.000 años a.C., a la par del instinto de protección y resguardo de los pueblos nómadas, quienes, al no encontrar refugios naturales, apilaron piedras para tener un lugar en cual permanecer o aguardarse; con la evolución de la humanidad y sus formas de asociación, tuvo lugar el establecimiento de las aldeas, y con ello la técnica de construcción fue mejorando. Por ejemplo, los pueblos que habitaban en las orillas de los ríos, utilizaban los depósitos aluviales para formar ladrillos (Medina, 2001).

También se implementó el uso de morteros y argamasas para unir las piezas de piedra y de ladrillo, consiguiendo llenar los espacios vacíos entre cada pieza, lo que permitió impermeabilizar sus moradas del viento y del agua. El barro (mezcla de agua y tierra compuesta de polvo, arcilla y sedimentos), fue uno de los primeros aglomerantes naturales empleados por el hombre. Su uso se generalizó de pueblo en pueblo, encontrándose en la actualidad importantes vestigios o ruinas conservadas pese al paso del tiempo, en algunos lugares como Irlanda, Anatolia, y en las zonas en las que se establecieron las civilizaciones indoamericanas como incas, mayas y aztecas (Crespo, 2015).

Posteriormente en el cuarto milenio a.C., se marca un progreso en la construcción de mampostería, al inventarse el molde (marco rústico de madera) por parte de los Sumerios quienes, 2900 años a.C., edifican el primer templo con adobes unidos con betún en la ciudad de Uruk. Este desarrollo avanza en el tiempo a inicios del tercer milenio a.C., en el que el adobe fue llevado a hornos, formándose ladrillos cerámicos, así las culturas mesoamericanas (los mayas) alcanzaron un desarrollo impresionante al descubrir la actividad puzolánica, llevándolos a producir materiales cementantes de mayor calidad, que les permitieron desarrollar formas estructurales conforme a sus necesidades. Tales como muros de contención, pirámides, edificios cubiertos y otros (Medina, 2001).

Conforme evolucionaron las civilizaciones, en el año 25 a.C., se inventan los morteros de cal. Y es a partir del siglo V que se empieza a utilizar mezcla de puzolana y de cal para las construcciones, especialmente en aquellas estructuras expuestas a la acción del agua del mar. Más adelante, por el siglo XII, el nivel de desarrollo de la mampostería, da lugar al comienzo del desplazamiento del uso de la madera en las construcciones, remplazándola con la utilización de piezas de mampostería, evolucionando con ello la estructuración tradicional de las obras de mampostería, construyéndose por ejemplo el arco apuntado gótico y la bóveda de crucería (Medina, 2001).

En el año 1796, se patentan el cemento romano (cal hidráulica); para luego en el año 1824 inventarse y patentarse el cemento Portland, técnica que sería conocida a nivel mundial y que serviría como base para la creación de la calidad de cemento que actualmente conocemos. En el siglo XVIII, comienza la fabricación serial de mampostería de arcilla, con la Revolución Industrial, con el invento del horno de producción continua (Medina, 2001). Es precisamente entre los años 1820 y 1840 que se utiliza por primera vez una mampostería reforzada; en el año de 1856 se instaló la primera fábrica de ladrillos de cerámica, elaborados con mortero de cal. Más adelante en el año de 1863, se crea la máquina Clayton hacia el procedimiento de extrusión comenzando en la molienda de la arcilla hasta el corte de los ladrillos (Medina, 2001).

En el año de 1870 se crean y patentan el ladrillo sílico-calcáreo, bloque de concreto y el hormigón armado. En el año de 1913 en Estados Unidos inició un estudio apoyado por fabricantes de mampostería de arcilla para el análisis experimental de la mampostería reforzada y, en el año de 1926 se publicó una serie de pruebas que tomaron un tiempo de dos años más o menos en su proceso. Esto marcó el desarrollo moderno de la mampostería de ladrillo reforzado, desarrollo que fue considerado por Filippi, quien formalizó sus descubrimientos

en un pequeño manual de diseño que sirvió de referencia para las construcciones en el año de 1930 (Medina, 2001).

En este nivel de desarrollo de las técnicas de mampostería, tuvo lugar la fabricación de la mampostería de ladrillos con huecos. Facilita la colocación de acero de refuerzo en su interior, fue así que en el año de 1954 se construyó en Zurich-Suiza, el primer edificio de muros de carga de mampostería con diseño racional, con una altura de 20 pisos y muros de mampostería simple de 320mm de espesor (Medina, 2001).

Hoy en día existe variedad de piezas de mampostería diseñadas con aprobación a lo determinado en la normativa de construcción referente (Medina, 2001).

### **2.3. Concepto de mampostería**

Mampostería en la construcción son unidades prefabricadas de acilla, hormigón, bloques de vidrio y arcilla, piedras naturales y similares, etc. (González, 2016). La (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015) define como mampostería al conjunto sujeto de piezas estables y confinadas con un mortero de pega. Es un sistema tradicional de construcción que radica en fundar muros y decoraciones, colocando manualmente los elementos o materiales que los conciertan (Páez, 2014). En la actualidad, este sistema está enfocado en su mayoría en la utilización de unidades de arcilla o bloques de hormigón, ya que tienen una gran capacidad soportante (Arqhys, 2021).

#### **2.3.1. Clasificación de la mampostería**

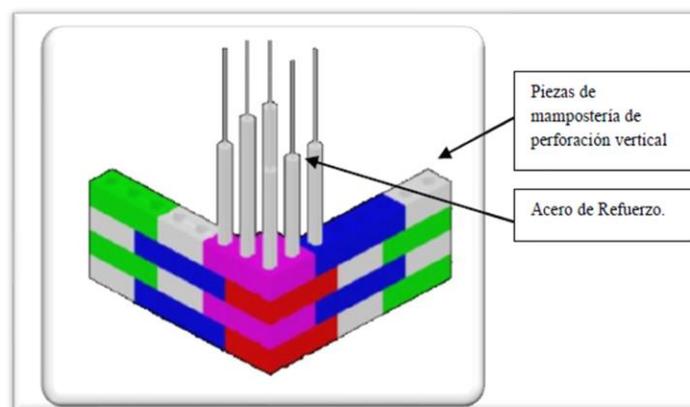
Según la (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015), se clasifica a la mampostería en:

- Mampostería reforzada.
- Mampostería parcialmente reforzada.
- Mampostería no reforzada.
- Mampostería de muros confinados (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015).

a) Mampostería reforzada

Consiste en la estructura accedida por piezas de mampostería de perforación vertical, reforzadas interiormente con acero, ya sea con barras o alambres. Estas son unidas mediante mortero que puede colocarse en cada una de las celdas verticales o, a su vez, únicamente en aquellas celdas en las que se ubica el refuerzo (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015).

El presente sistema estructural, se maneja para efectos de diseño sísmo resistente, esto por su capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico, capacidad que se alcanza con el relleno de mortero, o a su vez, que se cumplan con los requisitos añadidos de refuerzos mínimos (*Reglamento colombiano de construcción sísmo resistente*, 2010).



*Figura. 1 Mampostería Reforzada.*

**Fuente:** (Arias et al., 2012)

b) Mampostería parcialmente reforzada

Constituye la estructura formada con fragmentos de mampostería de perforación vertical, fusionadas mediante mortero, internamente reforzadas con barras y alambres de acero (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015). Es considerado, como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico, cuando únicamente

inyectados mortero de relleno las celdas verticales, que incluyen refuerzo (*Reglamento colombiano de construcción sismo resistente*, 2010).

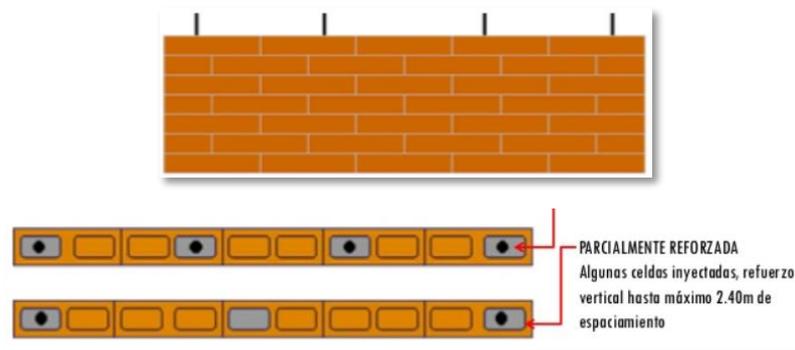


Figura. 2 Mampostería parcialmente reforzada.

Fuente: (Rodríguez, 2015)

### c) Mampostería no estructural

Constituye aquella estructura con pedazos de mampostería que están incorporadas mediante mortero. Las cuantías mínimas de refuerzo no cumplen (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015). Considerado como un sistema estructural con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (DMI) (*Reglamento colombiano de construcción sismo resistente*, 2010).

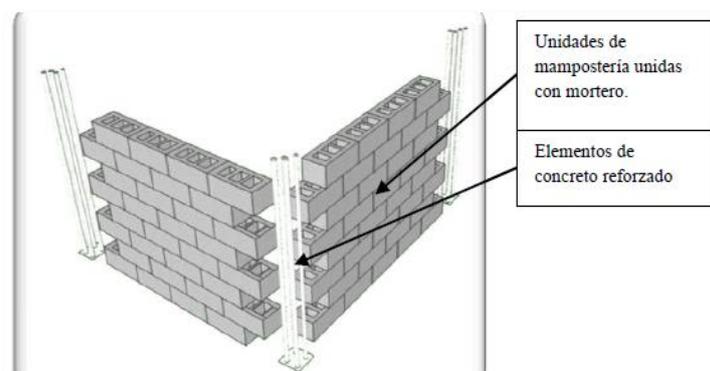


Figura. 3 Mampostería no Estructural.

Fuente: (Arias et al., 2012)

#### d) Mampostería de muros confinados

Contiene piezas de mampostería sujetas con mortero, reforzada con elementos de hormigón armado. Se han construido alrededor del muro o piezas de mampostería especiales, donde el hormigón sea vaciado, para relleno, logrando un confinamiento a la mampostería (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015)

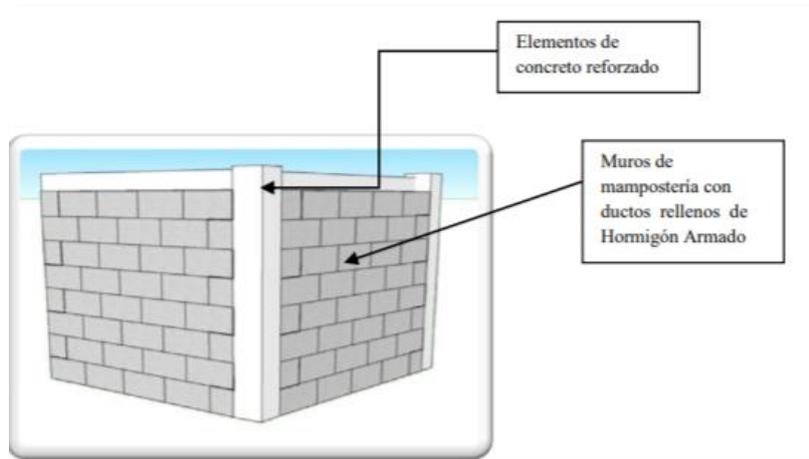


Figura. 4 Mampostería de muros confinados.

**Fuente:** (Arias et al., 2012)

#### 2.3.2. Unidades de Mampostería

La (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015) define a la unidad de mampostería como pieza fabricada, para ser utilizada en la construcción de mamposterías (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015). Por otra parte, el (*Reglamento colombiano de construcción sismo resistente*, 2010), añade que son unidades de características pétreas y estabilidad dimensional, que unidas manualmente mediante un mortero configura el muro de mampostería (*Reglamento colombiano de construcción sismo resistente*, 2010). Es un elemento, generalmente, representado como prisma recto con dimensiones variables. Podrían ser de procedencia artesanal o prefabricado. Los artesanales están constituidos por elementos, los cuales son dependientes de la zona donde son producidos (Quimbiamba, 2017).

Las unidades de mampostería que se utilizan en las construcciones , según (*Reglamento colombiano de construcción sismo resistente*, 2010), pueden ser: a) Unidades de hormigón, b) Unidades de arcilla, c) Unidades silicio-calcáreas, d) Unidades de piedra, como se aprecia en la Figura. 5.

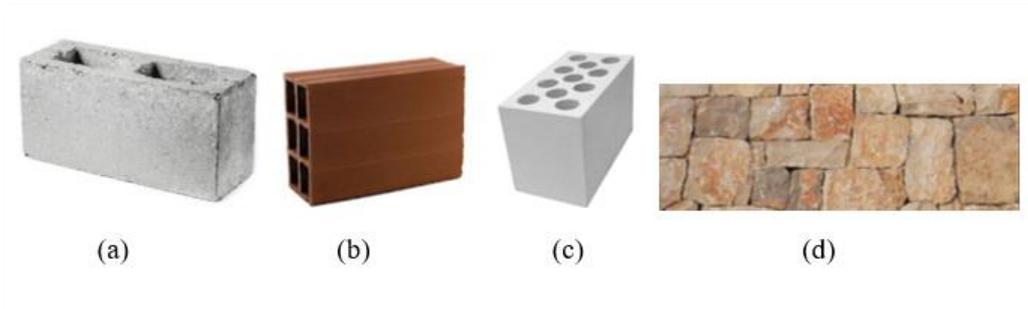


Figura. 5 Tipos de unidades de mampostería

**Fuente:** (Rojas, 2014)

De acuerdo al tipo de mampostería y al tipo de refuerzo, la mampostería puede ser de perforación vertical, perforación horizontal o sólidas, ver Figura. 6 (*Reglamento colombiano de construcción sismo resistente*, 2010).

Las unidades de perforación vertical deben cumplir las disposiciones dadas por la norma, las áreas de las celdas verticales de la pieza no pueden ser mayor que el 65% del área transversal (*Reglamento colombiano de construcción sismo resistente*, 2010).

Las de tipo sólidas son las que cuyas cavidades invaden menos del 25% del volumen de la unidad (*Reglamento colombiano de construcción sismo resistente*, 2010).

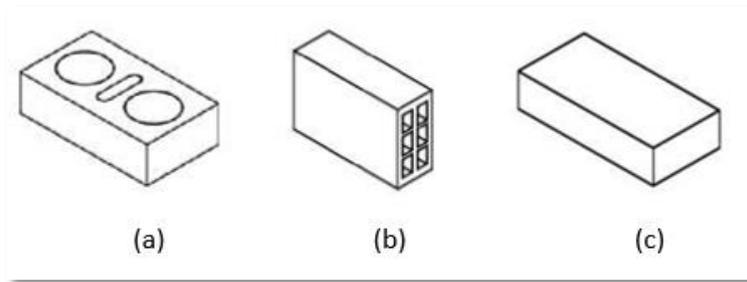


Figura. 6 Tipos de piezas según cavidades. (a) perforación vertical, (b) perforación horizontal, (c) macizas.

Fuente: (NTE INEN 3049, 2018a)

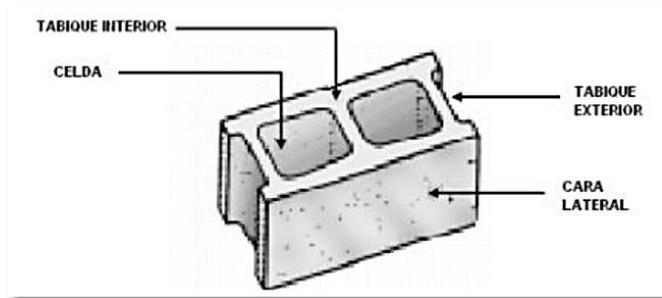
## 2.4. Bloques de hormigón

El bloque de hormigón es una unidad pre moldeado, se halla en la categoría de mampuestos que son manipulados en obra (Gámez et al., 2011). Este es creado a base de cemento, agua y áridos finos y áridos gruesos con o sin aditivos. Cumple con una granulometría, dosificación y técnica de construcción; es singularmente diseñado para la construcción confinada y armada (Gámez et al., 2011).

### 2.4.1. Geometría de los bloques de hormigón

Se entiende por medidas principales el largo, ancho y alto del bloque. Según la NTE las dimensiones pueden ser las observadas en el Anexo V.

Las partes que constituyen el bloque son las caras, son las partes visibles de los bloques cuando las paredes están levantadas y los tabiques que son aquellos elementos que unen las caras en los extremos o en la parte media Figura. 7.



*Figura. 7 Partes componentes de un bloque de concreto.*

**Fuente:** (Rivera & González, 2006)

La mayoría de los bloques tienen más de un hueco y sus lados vistos como lisos o con porosidades, lo cual le proporciona algunas características: elemento ligero, con aislamiento térmico y acústico, esto se debe a la cámara de aire que se forma en su interior, cuando es colocado en obra, de manipulación fácil (Sierra, 2014).

#### 2.4.2. Tipos de bloques de hormigón

La (INEN 3066, 2016), clasifica los bloques de hormigón según su uso, y densidad.

##### Bloques de hormigón según su uso

De acuerdo a la (INEN 3066, 2016) Observar Anexo W.

##### Bloques de hormigón según su densidad

De acuerdo a la (INEN 3066, 2016) Observar Anexo W.

#### 2.4.3. Dimensiones mínimas de paredes y tabiques

El espesor mínimo de las paredes y tabiques de bloques Clase A, se observa en Tabla 2. En el caso de la Clase B y Clase C, el espesor mínimo de paredes y tabiques debe ser de 1.3 cm (INEN 3066, 2016).

Tabla 2. Dimensiones de paredes y tabique mínimas, bloques clase A

Ancho modular del bloque (cm)	Espesores min de paredes y tabiques (cm)		Área normalizada de tabiques (mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
	Paredes	Tabiques	
< = 10	1.9	1.9	45 140
10.1 a 15	2.5	1.9	45 140
> 15	3.2	1.9	45 140

**Fuente:** (INEN 3066, 2016)

#### 2.4.4. Bloques de Pómez

En la ciudad de Azogues el bloque de cemento se comercializa en dos tipos: hormigón y pómez (Crespo, 2015). El bloque de pómez se usa para la obra de la mampostería envolvente y divisora de diferentes tipos de edificaciones, estas pueden ser desde casas pequeñas, incluso edificios (Crespo, 2015).

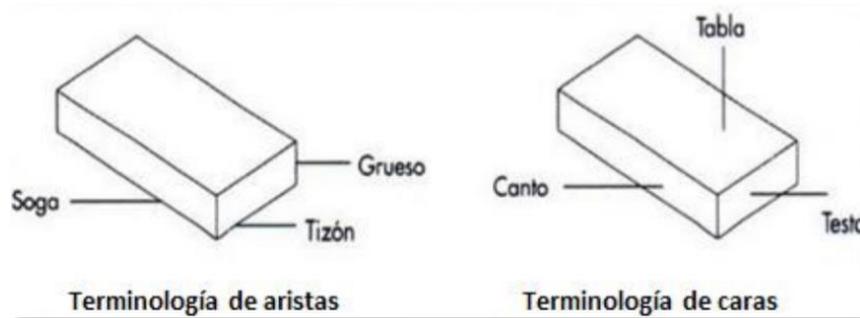
### 2.5. Bloques de arcilla

Los bloques de arcilla o ladrillos, son unidades fabricadas de un material agregado de origen mineral, de consistencia terrosa o pétreo, compuestos esencialmente de silicatos hidratados de alúmina, capaces de tornarse plásticos con la adición limitada de agua, rígidos cuando están secos, y pétreos cuando son sometidos a una temperatura suficientemente alta (NTE INEN 3049, 2018b). El material con la que se elaboran los bloques de arcilla es sedimentario de partículas diminutas de silicatos hidratados de alúmina. Igualmente de otros diversos materiales tales como el caolín, montmorillonita e illita (Jiménez, 2007).

El adobe es el pionero del ladrillo, se fundamenta en utilizar barro arcilloso para la ejecución de muros, a pesar que el adobe no percibe cambios físico-químicos de la cocción (BAIRD & Chon, 2011).

### 2.5.1. Geometría de un bloque de arcilla

Prisma rectangular, con dimensiones (ancho, largo y alto), el largo es su mayor dimensión (Jiménez, 2007). Las caras del ladrillo (tabla, canto, testa) como se observa en la Figura. 8. No existen requisitos especiales para las dimensiones de las paredes y tabiques de los ladrillos no estructurales (NTE INEN 3049, 2018b).



*Figura. 8 Caras y aristas de los ladrillos.*

**Fuente:** (Victor Gerson Chimbo Andy, s. f.)

### 2.5.2. Tipos de ladrillos

Según su forma, los ladrillos se clasifican según el Anexo W.

Las unidades de perforación horizontal (PH) tienen un porcentaje máximo de huecos del 75% de sección bruta. Las diferentes unidades se observan en Figura. 9.

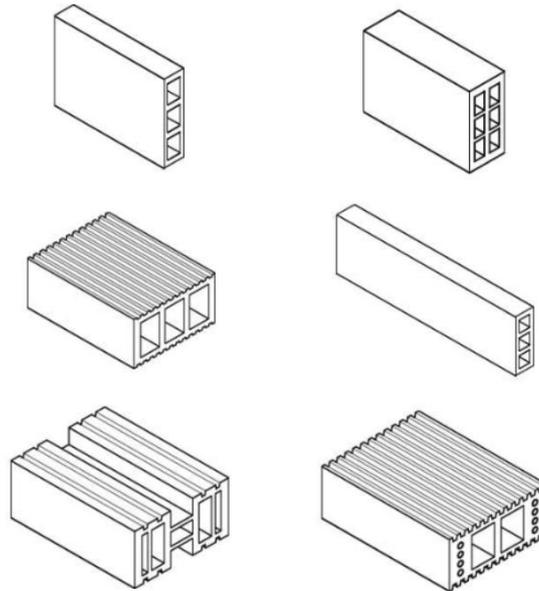


Figura. 9 Ejemplos de unidades de perforación horizontal (PH)

Fuente: (NTE INEN 3049, 2018b)

Las unidades macizas (M) son unidades sin perforaciones. Además, se consideran así las unidades que tienen perforaciones menores al 25% del volumen total del bloque (NTE INEN 3049, 2018b), observar Figura. 10.

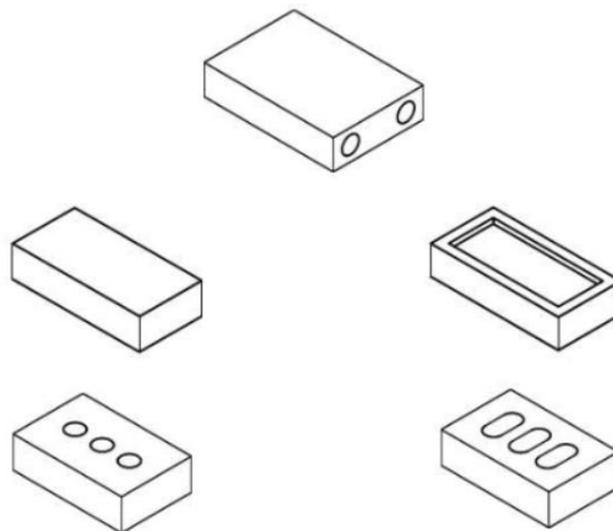


Figura. 10 Ejemplos de unidades macizas (M)

Fuente: (NTE INEN 3049, 2018b)

## **2.6. Bloques sílico-calcáreos.**

Esta unidad de mampostería, es fabricada con una mezcla íntima, uniforme y húmeda de arena silíceo natural o artificial, cal aérea y agua, la misma que se moldea y se endurece por la acción de vapor de agua o presión durante un determinado tiempo (NTC 922, 1975). En consideración, de que, en nuestra zona de estudio, no se utiliza este tipo de mampostería, no se detalla el estudio de estas.

## **2.7. Ensayos de laboratorio**

### **2.7.1. Succión y absorción total**

La tasa inicial de absorción (TIA), o succión es un parámetro que mide la influencia que puede tener la cara de asiento debido a la existencia de poros en el material, sobre el agua que contiene el mortero, provocando una absorción rápida del agua reseca la mezcla, disminuyendo su trabajabilidad y además tomando parte del agua que este necesita para un adecuado fraguado (Colacce et al., 2015).

La absorción total es un parámetro indicador de su durabilidad y resistencia a la intemperie, además de su capacidad para formar una buena adherencia con el mortero ya que se da una referencia de la avidez con la que los bloques de mampostería absorben agua del mortero de pegamento y de su retención de humedad al estar sometidas al exterior, por lo tanto, es un régimen indirecto de la calidad de la pieza (Colacce et al., 2015).

El ensayo de succión, establece la cuantía de agua que la mampostería de arcilla cocida puede absorber en el tiempo de un minuto por efectos de capilaridad (NTE INEN 3049, 2018a). La (NTE INEN 3049, 2018a) establece el rango de la tasa inicial de absorción en el lapso de un minuto, Tabla 3.

El ensayo de absorción total, se refiere a la cantidad de agua que absorbe una unidad de mampostería en el lapso de 24 horas. A continuación Tabla 4, el requisito que plantea la (INEN 3066, 2016).

*Tabla 3. Succión para unidades de arcilla*

Succión g/cm <sup>2</sup> /min	Tiempo recomendado de humedecimiento previo
< 0.15	0.5 a 1.0 min

**Fuente:** (NTE INEN 3049, 2018a)

*Tabla 4. Absorción máxima de agua para unidades de hormigón.*

Tipo	Absorc. de agua max, promedio (kg/m <sup>3</sup> )	Absorc. agua max / unidad (kg/m <sup>3</sup> )
Liviano	288	320
Medio	240	272
Normal	208	240

**Fuente:** (INEN 3066, 2016)

Como indica la Tabla 4, los requisitos de absorción dependen del tipo de unidad según su peso, característica que determina la permeabilidad o facilidad de paso de agua por la pieza.

*Tabla 5. Absorción máxima de agua para unidades de arcilla de mampostería estructural.*

Inmersión en agua fría 24 h	(%)
Promedio 5 unidades	13
Individual	16

**Fuente:** (NTE INEN 3049, 2014)

### 2.7.2. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión es la capacidad que tiene una pieza de soportar carga perpendicular al plano de apoyo y distribuida homogéneamente sobre su plano de carga. Se

expresa en pascales (Pa) o (kg/cm<sup>2</sup>) y se puede referir tanto a la sección bruta como a la sección neta (NTE INEN 3049, 2018a). El área bruta de la sección transversal de la pieza de mampostería, es el área total de la sección perpendicular a la dirección de la carga (incluye las áreas de las celdas y espacios, a menos que estos espacios estén previstos para ser llenados por porciones de mampostería adyacente) (INEN 3066, 2016).

Un indicativo de su eficacia y calidad de las muestras de mampostería, es la resistencia a la compresión, esta depende en gran parte de la clase de arcilla, del sistema de producción y del tipo de unidad. Se tiene en general que las unidades de perforación horizontal presentan las menores resistencias fallando de manera explosiva debido a la inestabilidad que se presenta por tener esta clase de unidades en paredes muy delgadas, sabiendo que los tabiques son estrechos (Colacce et al., 2015).

La norma técnica ecuatoriana establece la resistencia mínima que deben cumplir los ladrillos de arcilla estructurales y no estructurales Tabla 6.

Tabla 6. Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>) mínima, para mampostería estructural y no estructural, unidades de arcilla.

Tipo	Mampostería estructural		Mampostería no estructural	
	Promedio 5 unidades	Unidad	Promedio 5 unidades	Unidad
PH (perforación horizontal)	50	35	30	20
PV (perforación vertical)	180	150	140	100
M (macizas)	200	150	140	100

Nota: Para PV los valores corresponden a la Resistencia Neta Mínima a la Compresión. Para PH y M, los valores corresponden a Resistencia Bruta Mínima a la Compresión.

**Fuente:** (NTE INEN 3049, 2014), (NTE INEN 3049, 2018b)

El comportamiento estructural de la mampostería a través del tiempo ha sido objeto de estudios analíticos y experimentales que han dado lugar a una variedad de técnicas desarrolladas para su uso, y con ello las normas de calidad que determinan los procesos de diseño y construcción.

Cuando los bloques se entregan, estos deben cumplir con la resistencia neta mínima a la compresión simple. La (INEN 3066, 2016) establece la resistencia, observar ANEXO W.

Se conoce que las unidades de clase **A** son usadas en edificaciones y estructuras que ameriten una demanda en resistencia alta, las de clase **B** y **C** son usados especialmente en viviendas de uno o dos pisos (Colacce et al., 2015).

### 2.7.3. Refrentado de unidades con relleno de azufre

Es un proceso que permite a la carga ser distribuida uniformemente en toda la unidad de mampostería. En un recipiente, calentamos el azufre, a una temperatura adecuada para mantener la fluidez del azufre durante un tiempo adecuado. En el recipiente, se coloca el azufre fundido a una profundidad de 6 milímetros para colocar en él, el espécimen, su eje vertical debe ser perpendicular a la superficie de refrentado. Se realiza en las dos caras, en las cuales el espesor será el mismo; la unidad permanecerá sin perturbaciones, hasta completar la solidificación del azufre, enfriar mínimo 2h antes de ensayar los especímenes (NTE INEN 3049, 2018a).



*Figura. 11 Refrentado de unidades con azufre.*

**Fuente:** Elaboración propia

### 3. Capítulo 3: Metodología de la investigación

Hacia el desarrollo de esta tesis se utilizó como base la metodología de investigación en Ciencias del Diseño (Design Science Research Methodology - DSRM), que permite mostrar todo el proceso de justificación, desarrollo y testeo realizado (Peffer et al., 2006), (Peffer et al., 2007), (Walls et al., 1992), (Hevner et al., 2004). Se agregaron herramientas y actividades para mostrar la investigación realizada. Posterior a la gráfica se detallan las herramientas utilizadas.

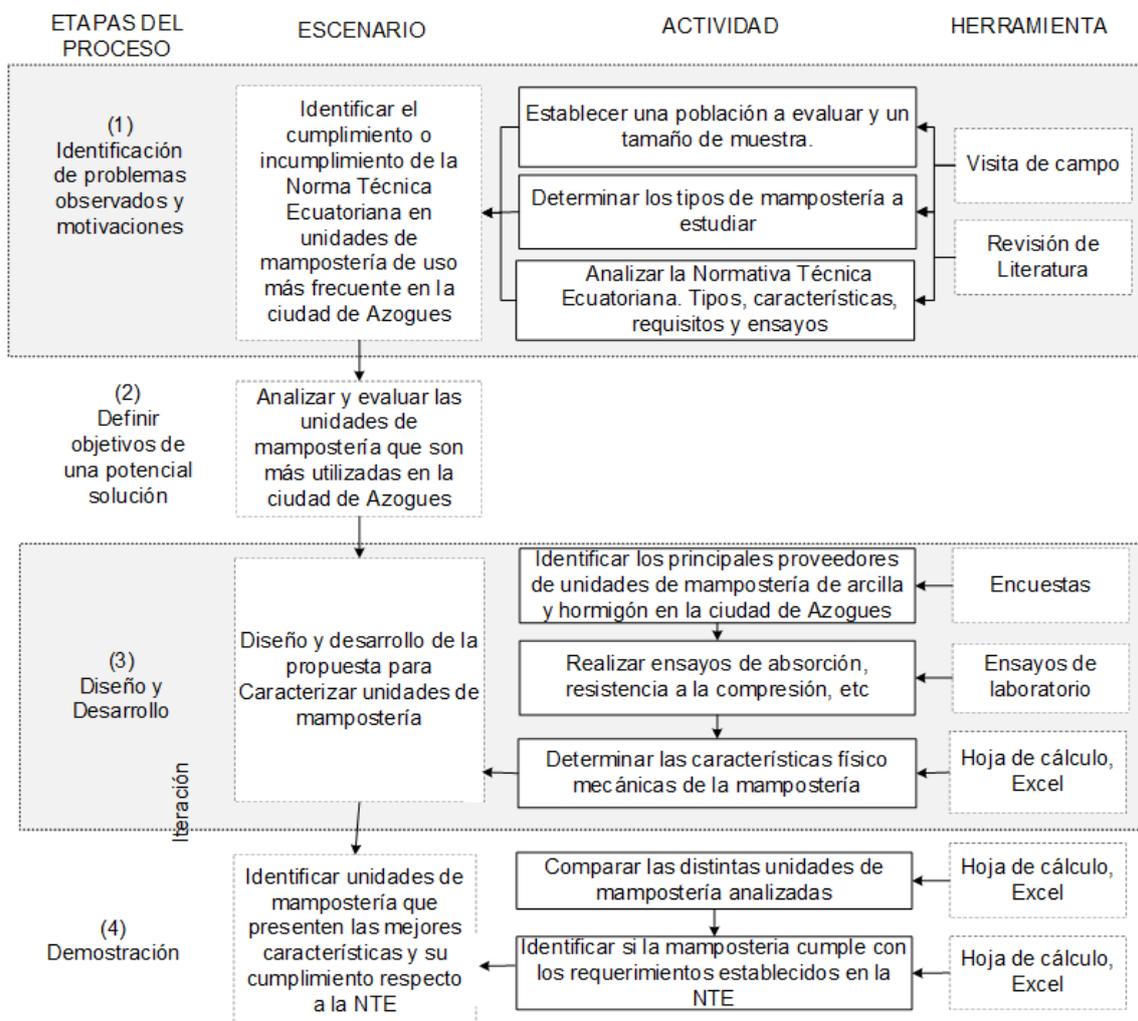


Figura. 12 Metodología de la investigación

Fuente: Elaboración propia

### 3.1. Identificación de problemas observados y motivaciones

En la primera etapa del proceso, a partir de un estudio de campo se determina una muestra de población. Además, mediante una revisión de bibliografía se analiza la Norma Técnica Ecuatoriana, los requisitos, ensayos establecidos, características, etc., de mampostería.

#### 3.1.1. Definición de la zona de estudio

El siguiente estudio se realiza en la ciudad de Azogues y sus parroquias más aledañas, Figura. 13. Está ubicada al centro-sur de la región Interandina del Ecuador, el río Burgay la atraviesa. Está enfocada en mampostería, bloques y ladrillos, que mayoritariamente se usan en la ciudad de Azogues. Para obtener esta información se realizó una encuesta a profesionales ligados a la industria de la construcción.

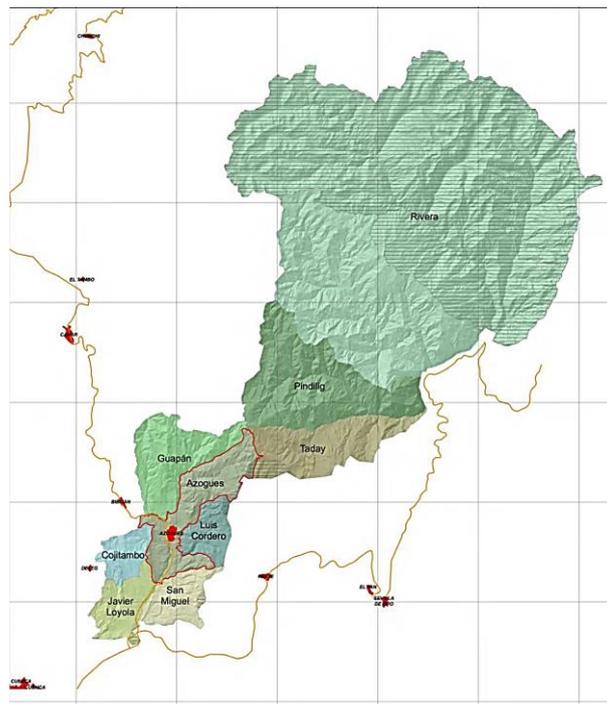


Figura. 13 Mapa de Zona de Estudio (Ciudad Azogues)

**Fuente:** (GAD Municipal de Azogues)

### **3.2. Definir objetivos de una potencial solución**

En la segunda tapa, se define como objetivo la evaluación de las unidades de mampostería más utilizadas en la ciudad de Azogues. La presente investigación está centrada en el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo. Dicho enfoque utiliza la recolección de datos para comprobar hipótesis, basadas en la medición numérica y el análisis estadístico, con la finalidad de establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Hernández et al., 2014).

### **3.3. Diseño y desarrollo**

La tercera etapa radica en el diseño y desarrollo de la propuesta la caracterización de unidades de mampostería de la ciudad de Azogues. Está enfocada en variables tanto cuantitativas, como cualitativas, ya que se usó como medio de recolección de datos una encuesta en línea, para obtener un resultado de los tipos más usados de mampostería y proceder a sacar el número de muestras para ser analizados. Las variables cuantitativas se presentan por medio de números, por tanto, se pueden ejecutar operaciones aritméticas (Salazar & Del Castillo, 2018).

#### 3.3.1. Técnica de recolección de datos

Es un procedimiento para obtener datos (Falcón & Roberto, 2005). Previo a la recolección de las muestras se realizaron encuestas a profesionales de la construcción para determinar sus preferencias acerca de los proveedores locales. De esta manera, las muestras obtenidas son más representativas porque son obtenidas de los proveedores de mayor influencia en el mercado local. Una vez se adquirieron las unidades a ser utilizadas, la técnica que se utiliza en la presente investigación, se desarrolla mediante ensayos de campo y laboratorio con las mismas.

#### Información general en campo

- Nombre del proveedor
- Fecha de visita

- Tiempo de antigüedad de las unidades adquiridas

### Instrumentos de recolección de datos en laboratorio

- Prensa hidráulica
- Balanzas
- Horno
- Pie de rey

#### 3.3.2. Número de muestras

Se realiza un muestreo para determinar el número favorable de unidades para ensayar. Se realiza mediante la Ecuación 1.

*Ecuación 1. Número de muestras*

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2})^2 * p * q}{d^2}$$

Fuente: (Triola, 2009)

Donde:

n = número de muestras

$Z_{\alpha/2}$  = Puntuación z que se espera un área de  $\alpha/2$  en la cola derecha de la distribución normal estándar

p = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso

d = Margen de error (Triola, 2009).

Se consideran los siguientes datos para obtener la muestra:

Nivel de confianza ( $z_{\alpha/2}$ ) = 90% = 1.65

Nivel de confianza ( $z_{\alpha/2}$ )<sup>2</sup> = 90% = 2.72

Margen de error (d) = 0.10

$$n = \frac{2.72 * 0.5 * 0.5}{(0.0100)} n = 68 = 70$$

Se deben tomar **70 unidades tanto de bloques de hormigón como de arcilla**. Las unidades serán divididas en dos diferentes tipos que se van a analizar. Las de Hormigón y las de Pómez. Y las unidades de arcilla en ladrillo macizo y ladrillo de perforación.

Tabla 7. Número de muestras según el tipo de bloque

Tipo de bloque	Número de Empresas	Total de muestras
Hormigón	5	48
Pómez	8	49
Ladrillo macizo	7	53
Ladrillo de perforación	3	36

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.3.3. Características de las muestras

En la Tabla 8 se muestra las dimensiones reales promedio de los bloques de las distintas empresas. Se presentan 2 tipos de Bloque de 15 cm y Ladrillos de 12 y 18 cm.

Tabla 8. Dimensiones reales promedio de los distintos bloques

Tipo de bloque	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Espesor de tabique (cm)	Espesor de cara (cm)
Hormigón	40.0	15.0	20.0	2.6	2.6
Pómez	40.0	15.2	20.2	2.5	2.7
Ladrillo macizo	25.8	12.1	8.0	-	-
Ladrillo de perforación	37.1	18.5	9.3	-	-

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.3.4. Técnica de procesamiento de datos

La técnica que se utiliza es la estadística descriptiva, consiste en procedimientos usados para presentar datos de forma clara y resumida. Se presentan resultados a través de graficas o tablas (Falcón & Roberto, 2005) (Triola, 2009).

### 3.3.5. Herramienta para el procesamiento de datos

Para registrar los datos obtenidos en laboratorio, se emplearán hojas de cálculo utilizando Microsoft Excel, las mismas que estarán diseñadas según parámetros y especificaciones contenidas en la (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2015), en la (INEN 3066, 2016), en la (NTE INEN 3049, 2014), y en el (*Reglamento colombiano de construcción sismo resistente*, 2010). Finalmente se procederá al análisis y tabulación de los datos, y presentación de estos, mediante gráficos estadísticos.

## **3.4.Demostración**

En la cuarta etapa se comparan las distintas unidades de mampostería y se identifica si las unidades de mampostería cumplen con la NTE.

## 4. Capítulo 4: Ensayos de laboratorio

Los especímenes de ladrillos y bloques que provienen de distintas empresas, fueron rotulados con el nombre de la empresa donde se adquirieron enumerados en orden, para su reconocimiento, y que han sido sometidos a las diferentes pruebas establecidas en las normas.



Figura. 14 Unidades para ensayos

**Fuente:** Elaboración propia

### 4.1. Ensayos realizados en bloques de hormigón

#### 4.1.1. Área normalizada de tabiques

Para bloques de Clase A con tabiques regulares se mide la altura mínima de cada tabique. Se calcula el área mínima, para esto se multiplica el espesor mínimo por la altura mínima de cada uno (INEN 3066, 2016). Se determina el área mínima total de los tabiques, sumando las áreas mínimas de todos los tabiques (INEN 3066, 2016).

#### 4.1.2. Absorción de agua

Se establece el porcentaje de absorción de agua. Para esto se sumerge en agua hasta su saturación y después secarlos. Se examinan las diferenciaciones en masa en este proceso. Se establece la densidad en los bloques huecos de hormigón, tomando en cuenta las normas (INEN 3066, 2016).

## Procedimiento de ensayo

### 4.1.2.1.1.1.1. Saturación

- Se sumergen las muestras a una temperatura entre 16 y 27 °C, por un tiempo de 24 a 28 h
- Se determina la masa de las muestras completamente sumergidas ( $M_i$ )
- Se extraen las muestras del agua y se secan durante 1 min, registrar su masa (masa de la muestra saturada)
- Repetir este procedimiento cada día hasta que se obtenga una diferencia menor de la masa entre dos pesadas consecutivas de 0.2% (INEN 3066, 2016).



*Figura. 15 Ensayo de saturación.*

**Fuente:** Elaboración propia

### 4.1.2.1.1.1.2. Secado.

- Después de registrar la masa saturada, secar las muestras en un horno con una temperatura entre 100 °C y 115 °C
- Se pesan las muestras cada día hasta que la discrepancia de la masa entre las dos pesadas consecutivas sea inferior al 0.2%. ( $M_d$ , masas de la muestra seca al horno) (INEN 3066, 2016).



Figura. 16 Muestras después del secado durante 24 horas.

**Fuente:** Elaboración propia

### Cálculos.

Las fórmulas son tomadas de la (INEN 3066, 2016).

*Ecuación 2. Área normalizada de tabiques*

$$A_{tn} \left( \frac{\text{mm}^2}{\text{m}^2} \right) = \frac{A_{tt}}{l_n * h_n} * 10^6$$

Donde:

$A_{tt}$  = Área total mínima de tabiques ( $\text{mm}^2$ )

$l_n$  = Longitud nominal (mm)

$h_n$  = Altura nominal (mm)

*Ecuación 3. Absorción*

$$\text{Absorción, } \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{M_r - M_d}{M_s - M_d} * 1000$$

$$\text{Absorción, en porcentaje (\%)} = \frac{M_r - M_d}{M_s - M_d} * 100$$

Donde:

$M_r$  = la masa de muestra, como se recoge (kg)

$M_d$  = la masa de muestra seca al horno (kg)

$M_s$  = la masa de la muestra saturada (kg) (INEN 3066, 2016).

*Ecuación 4. Contenido de humedad*

$$\text{Contenido de humedad, (\%)} = \frac{M_r - M_d}{M_s - M_d} * 100$$

*Ecuación 5. Densidad*

$$\text{Densidad (D)}, \left(\frac{kg}{m^3}\right) = \frac{M_d}{M_s - M_i} * 1000$$

Donde:

$M_d$  = masa de muestra seca al horno (kg)

$M_s$  = masa de muestra saturada (kg)

$M_i$  = masa de muestra sumergida (kg) (INEN 3066, 2016).

*Ecuación 6. Volumen Neto*

$$\text{Volumen neto (V}_n\text{)}, (mm^3) = \frac{M_d}{D} = (M_s - M_i) * 10^6$$

*Ecuación 7. Área neta promedio*

$$\text{Área neta promedio (A}_n\text{)}, (mm^3) = \frac{V_n}{h}$$

Donde:

$V_n$  = volumen neto de la unidad ( $mm^3$ )

$M_d$  = masa de muestra seca al horno (kg)

D = densidad de muestra seca al horno ( $\frac{kg}{m^3}$ )

$M_s$  = masa de muestra saturada (kg)

$M_i$  = masa de muestra sumergida (kg)

$A_n$  = área neta promedio de la unidad ( $mm^2$ )

h = altura promedio de la muestra (mm) (INEN 3066, 2016).

*Ecuación 8. Área neta*

$$\text{Area neta (A}_n\text{)}, (mm^2) = l * a$$

Donde:

$A_n$  = área neta promedio de la unidad ( $mm^2$ )

l = largo promedio de la fracción de muestra 100% solida (mm)

a = ancho promedio de la fracción de muestra 100% solida (mm) (INEN 3066, 2016).

Ecuación 9. Espesor Equivalente

$$E_{e1}(mm) = \frac{V_n}{l * h}$$

Donde:

- $E_e$  = espesor equivalente (mm)
- $V_n$  = volumen neto promedio ( $mm^3$ )
- $l$  = largo promedio de las muestras enteras (mm)
- $h$  = altura de las muestras enteras (mm) (INEN 3066, 2016).

Ecuación 10. Porcentaje sólido

$$\text{Porcentaje de sólido, (\%)} = \frac{V_n}{l * a * h} * 100$$

Donde:

- $V_n$  = volumen neto promedio ( $mm^3$ )
- $l$  = largo promedio de la muestra entera (mm)
- $h$  = altura promedio de la muestra (mm)
- $a$  = ancho promedio de la muestra (mm) (INEN 3066, 2016).

#### 4.1.3. Resistencia a la compresión de bloque de hormigón

Trata este ensayo de exponer los bloques huecos de hormigón a una carga progresiva de compresión, para determinación de su resistencia máxima admisible.

#### Procedimiento de ensayo

- Colocar la unidad en la máquina debidamente controlando que esta se encuentre centrada.
- Aplicar una carga adecuada uniformemente, luego ajustar la máquina de tal manera que la carga restante antes de que fracase sea aplicada en un período de tiempo entre 1 y 2 min (INEN 3066, 2016).



Figura. 17 Ensayo de resistencia mínima a la compresión.

**Fuente:** Elaboración propia

### Cálculos.

*Ecuación 11. Resistencia a la compresión del área neta*

$$(\text{Mpa}) = \frac{P_{max}}{A_n}$$

Donde:

$P_{max}$  = carga máx. de compresión (N)

$A_n$  = área neta de la unidad ( $\text{mm}^2$ ) (INEN 3066, 2016).

*Ecuación 12. Resistencia a la compresión del área bruta*

$$(\text{Mpa}) = \frac{P_{max}}{A_g}$$

Donde:

$A_g$  = área bruta de la unidad ( $\text{mm}^2$ ) (INEN 3066, 2016).

*Ecuación 13. Área bruta*

$$A_g = l \times a$$

Donde:

$l$  = largo promedio de muestra (mm)

$a$  = ancho promedio de muestra (mm) (INEN 3066, 2016).

#### 4.2. Resultados de ensayos en bloques de hormigón.

En el **Anexo B**. Dimensiones de tabiques, se observan los resultados de área normalizada de los distintos bloques ensayados. En el **Anexo C**. Absorción, cada empresa (bloque de hormigón), **Anexo D**. Porcentaje de contenido de humedad (bloque de hormigón), **Anexo E**. Densidad (bloque de hormigón), **Anexo F**. Porcentaje de sólido (bloque de hormigón), **Anexo G**. Resistencia a la compresión simple del área neta (bloque de hormigón), se observan los resultados de los ensayos realizados en cada empresa, más adelante se aprecian los resultados promedio de las empresas.

#### Resultados de área normalizada de tabiques

Se ha determinado el área normalizada de los tabiques de los bloques de hormigón, la Tabla 9 presenta un resumen de los valores determinados en las unidades de cada empresa. Donde se aprecia que todas cumplen con el área mínima normalizada de tabiques (INEN 3066, 2016).

Tabla 9. Área normalizada de tabiques de bloques de hormigón y de pómez

	Área normalizada de tabiques (mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	
	Hormigón	Pómez
Empresa 1	67091	66780
Empresa 2	54716	64607
Empresa 3	53791	63790
Empresa 4	53664	63755
Empresa 5	67322	63147
Empresa 6	-	69368
Empresa 7	-	73854
Empresa 8	-	65937

**Fuente:** Elaboración propia

## Resultados de densidad

Para la densidad se obtuvieron los resultados de la Figura. 18. Los bloques, según la (INEN 3066, 2016), numeral 4, se clasifican por su densidad únicamente en medianos.

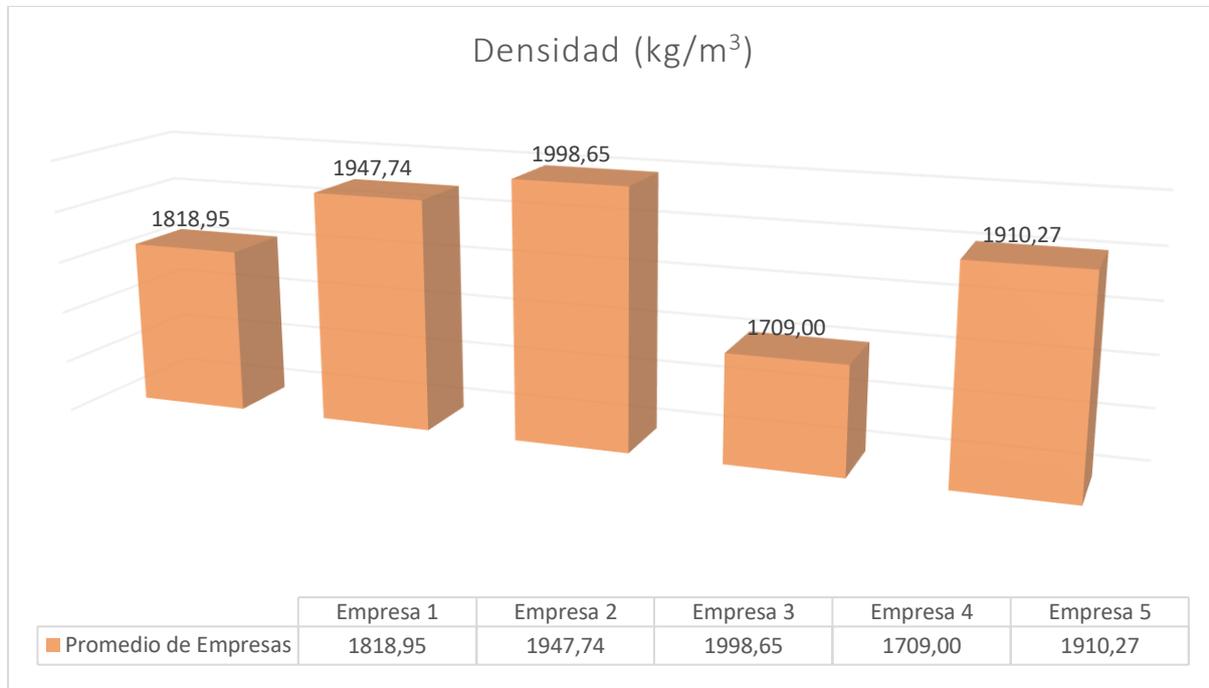


Figura. 18 Densidad (bloque de hormigón).

**Fuente:** Elaboración propia

## Resultados de absorción

Para la absorción de las unidades de mampostería, luego de 24 horas de inmersión, se obtienen los datos de la Figura. 19.

En la Empresa 1, 4 y 5, los bloques de hormigón pueden ser tratados como clase A medios o livianos. En la empresa 2 y 3 cumplen con el estándar de A, pero de densidad normal.

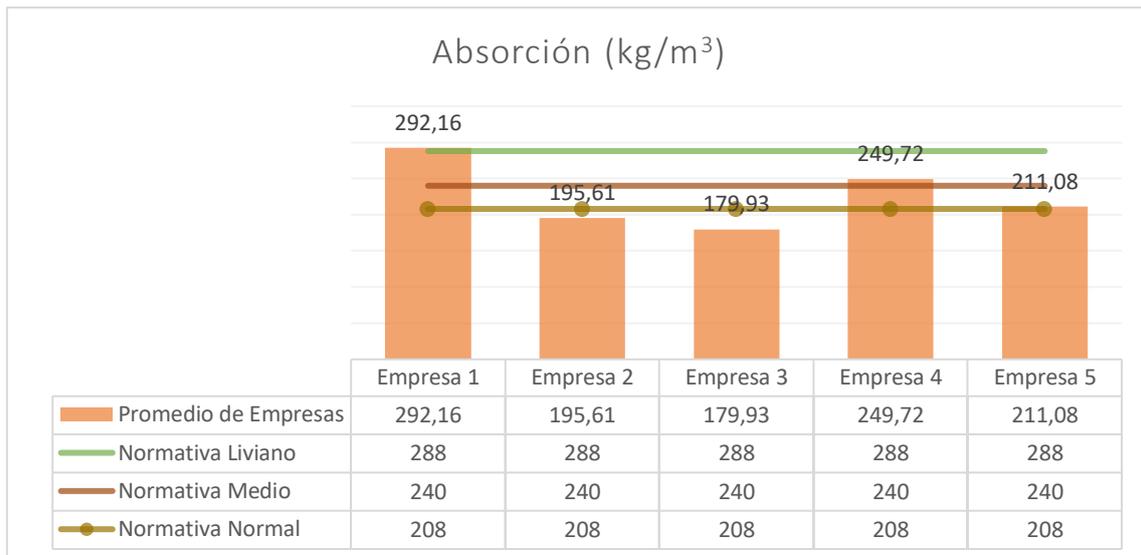


Figura. 19 Absorción (bloque de hormigón).

**Fuente:** Elaboración propia

### Resultados de contenido de humedad

Para el porcentaje de contenido de humedad en la Figura. 20. Característica importante para determinar la masa de las unidades a ensayarse inicialmente y el análisis de humedad.

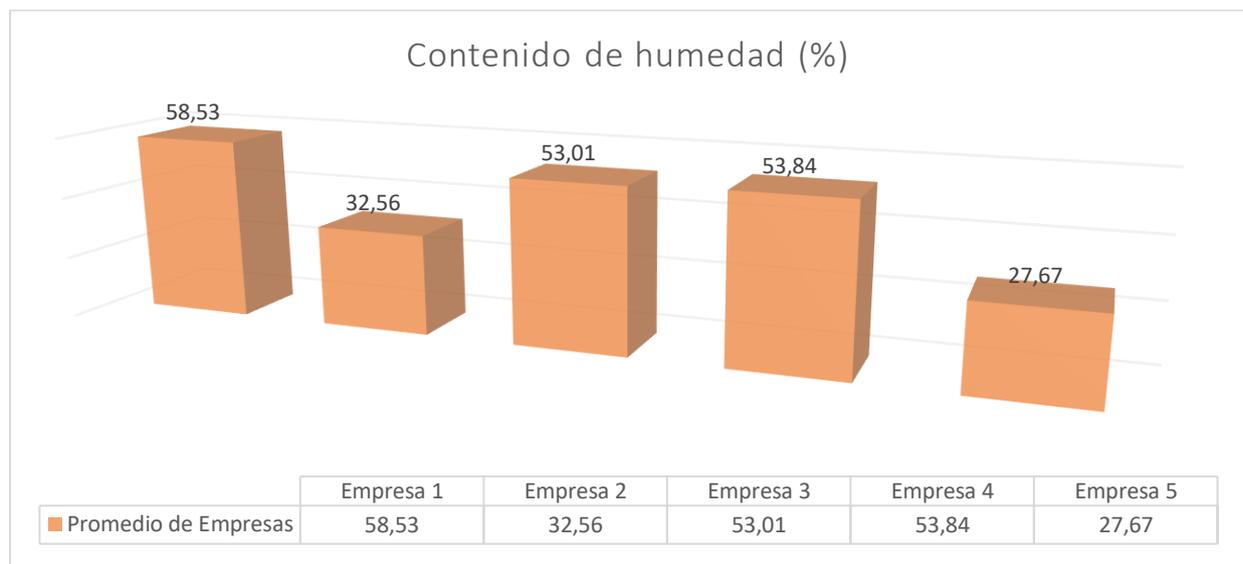


Figura. 20 Porcentaje de contenido de humedad (bloque de hormigón).

**Fuente:** Elaboración propia

## Resultados de porcentaje de sólido

El porcentaje de sólidos obtuvo los resultados expuestos en la Figura. 21.

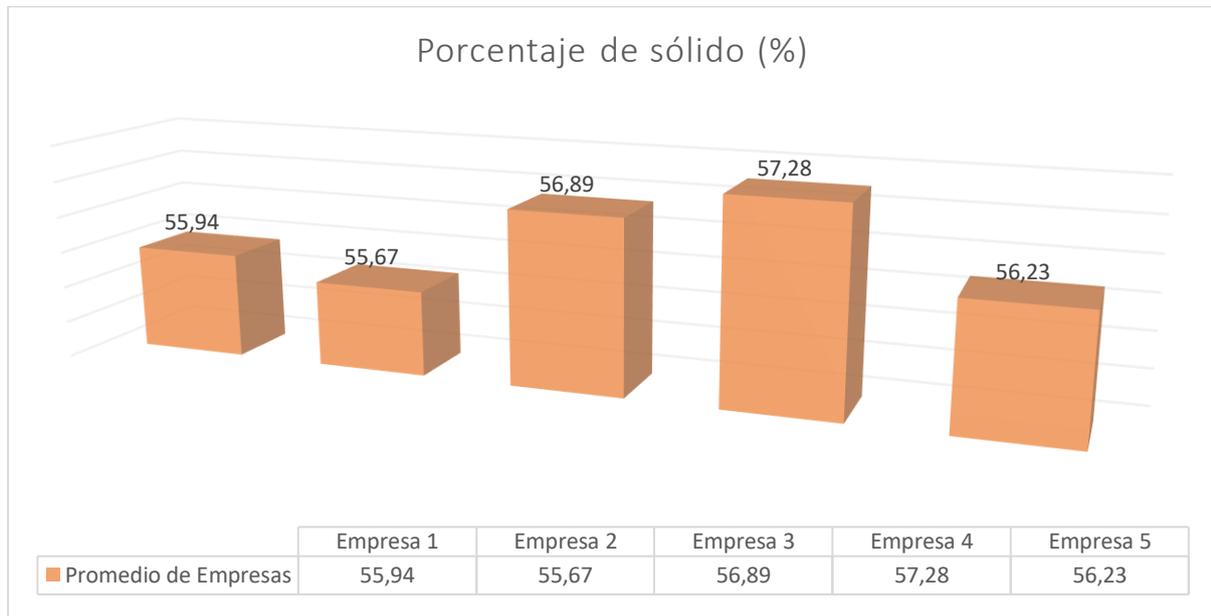


Figura. 21 Porcentaje de sólido (bloque de hormigón).

**Fuente:** Elaboración propia

Esta medida, muestra el porcentaje de hormigón en el volumen total de cada unidad ensayada, no es parte fundamental de características o requisitos a cumplir de las unidades de mampostería (INEN 3066, 2016), pero es un importe de referencia útil,

## Resultados de resistencia a la compresión simple

Se consiguieron los siguientes resultados para la resistencia a la compresión tanto del área neta como del área bruta Figura. 22.

Las unidades ensayadas provenientes de las empresas 1, 2 y 3 son óptimas para usos no estructurales, recomendado para paredes y fachadas. Las unidades provenientes de las empresas 4 y 5 pueden ser usadas como alivianamientos en losas aligeradas. Sin embargo, su

densidad es mediana. Ninguna de las unidades ensayadas no cumple con los criterios para mampostería estructural (Clase A).

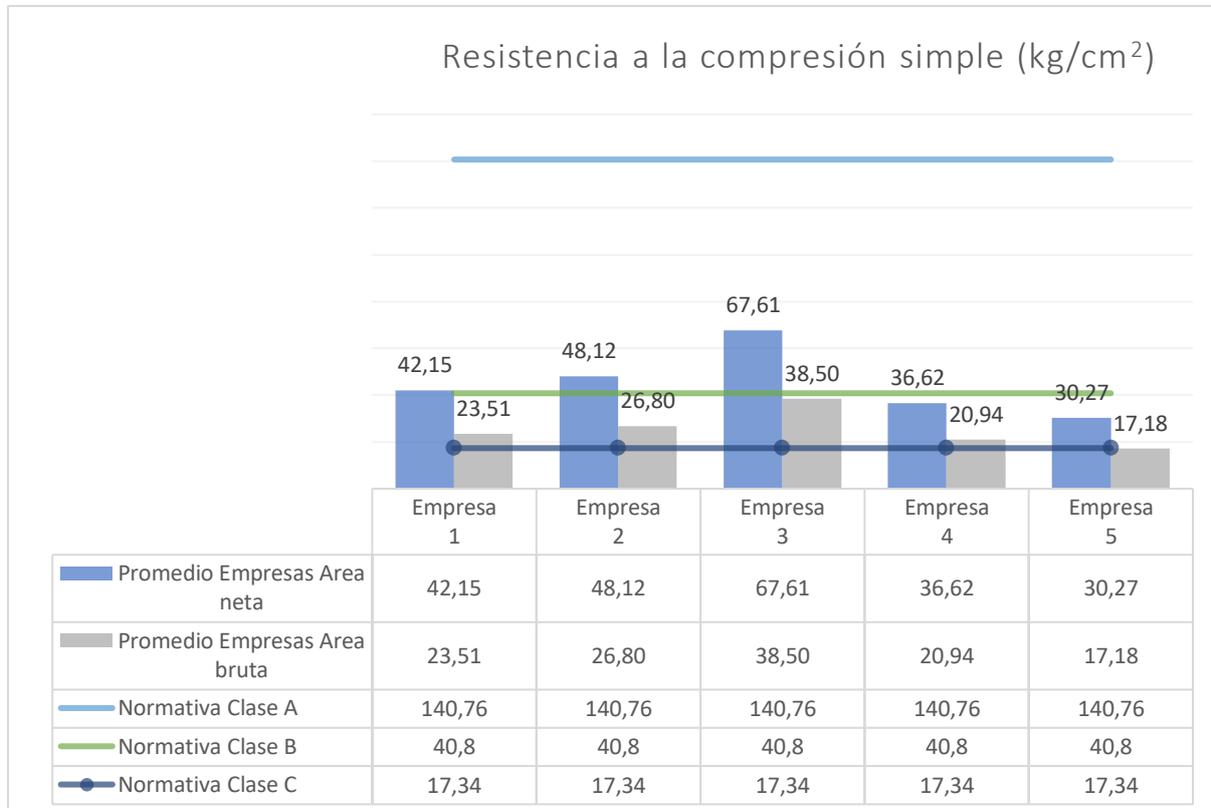


Figura. 22 Resistencia a la compresión simple del área neta en bloque de hormigón.

**Fuente:** Elaboración propia

### 4.3. Resultados de ensayos en bloques de pómez.

En el **Anexo H.** Absorción (bloque de pómez)., **Anexo I.** Porcentaje de contenido de humedad (bloque de pómez)., **Anexo J.** Densidad (bloque de pómez)., **Anexo K.** Porcentaje de sólido (bloque de pómez)., **Anexo L.** Resistencia a la compresión simple (bloque de pómez), se observan los resultados de los ensayos realizados en cada empresa. A continuación, los resultados promedio de las empresas.

## Resultados de absorción

Para la absorción de las unidades de bloques de pómez, luego de 24 horas de inmersión, se obtuvieron los siguientes datos. Donde se observa, según la Normativa (INEN 3066, 2016), los bloques de hormigón ensayados se clasifican dentro del tipo Liviano, esta no es una característica de carácter clasificatorio dentro del grupo estructural o no.



Figura. 23 Absorción (bloque de pómez).

**Fuente:** Elaboración propia

## Resultados de contenido de humedad

Para el porcentaje de contenido de humedad de las unidades de mampostería, Figura. 24

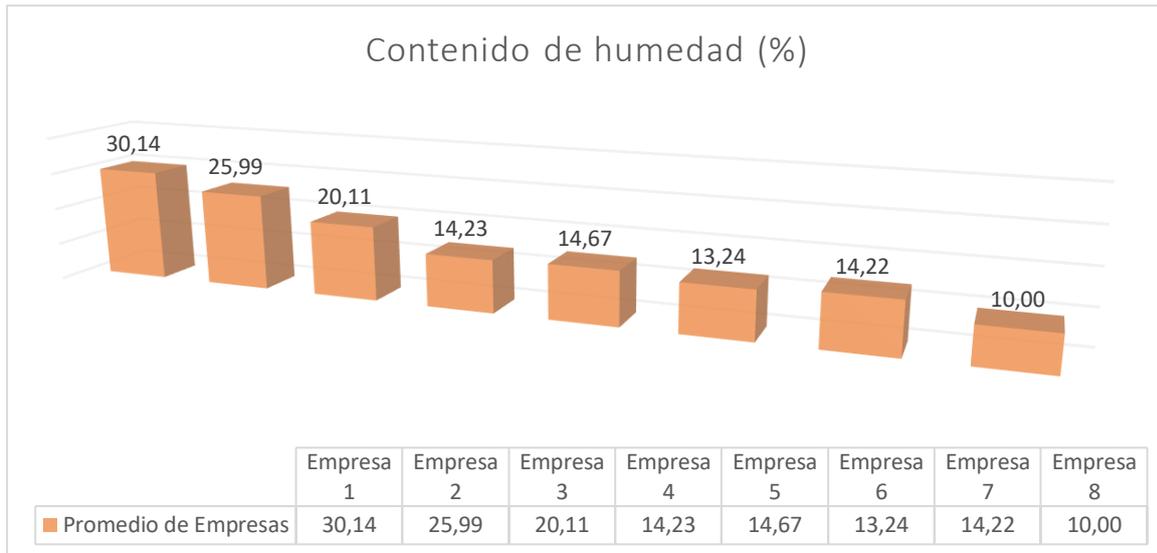


Figura. 24 Porcentaje de contenido de humedad (bloque de pómez).

**Fuente:** Elaboración propia

Mientras más consistente y lleno sea un elemento, menos capacidad tendrá el bloque de tener un líquido ya sea por infiltración u absorción. El bloque de hormigón será siempre el más óptimo si se evalúa el criterio de absorción y contenido de humedad.

### Resultados de densidad

La densidad es un factor importante de análisis, en la Figura. 25 se observa el resultado promedio de densidades de mampostería de todas las empresas.

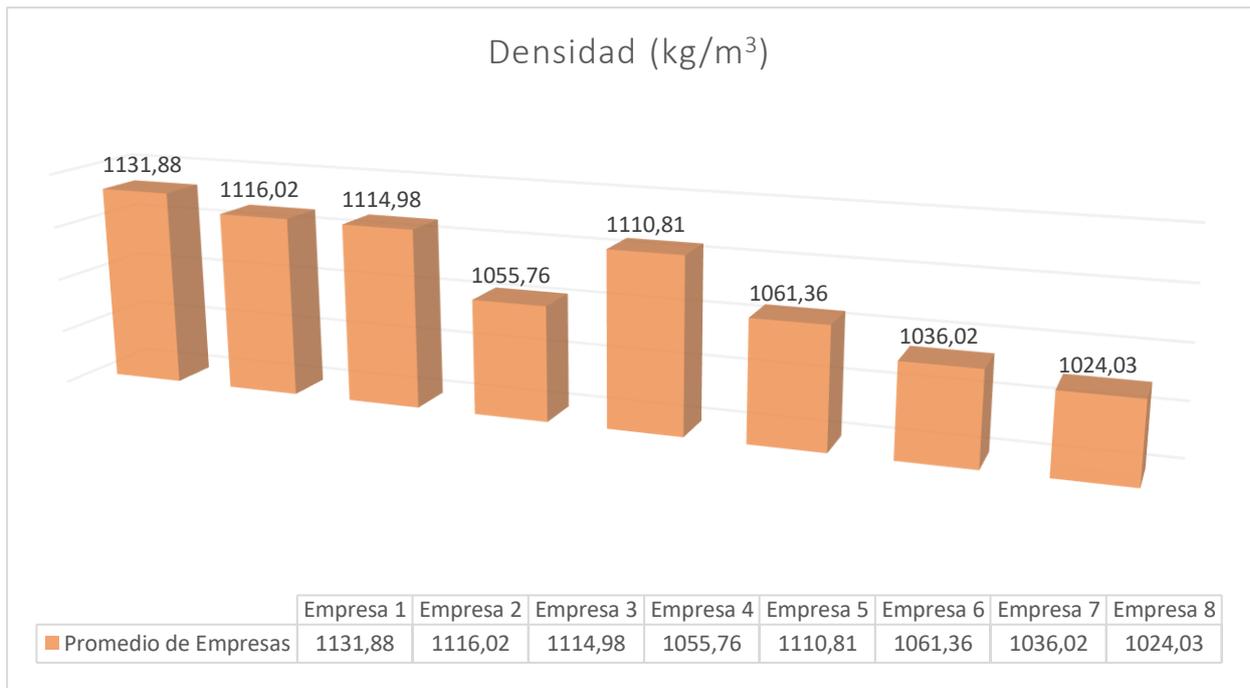


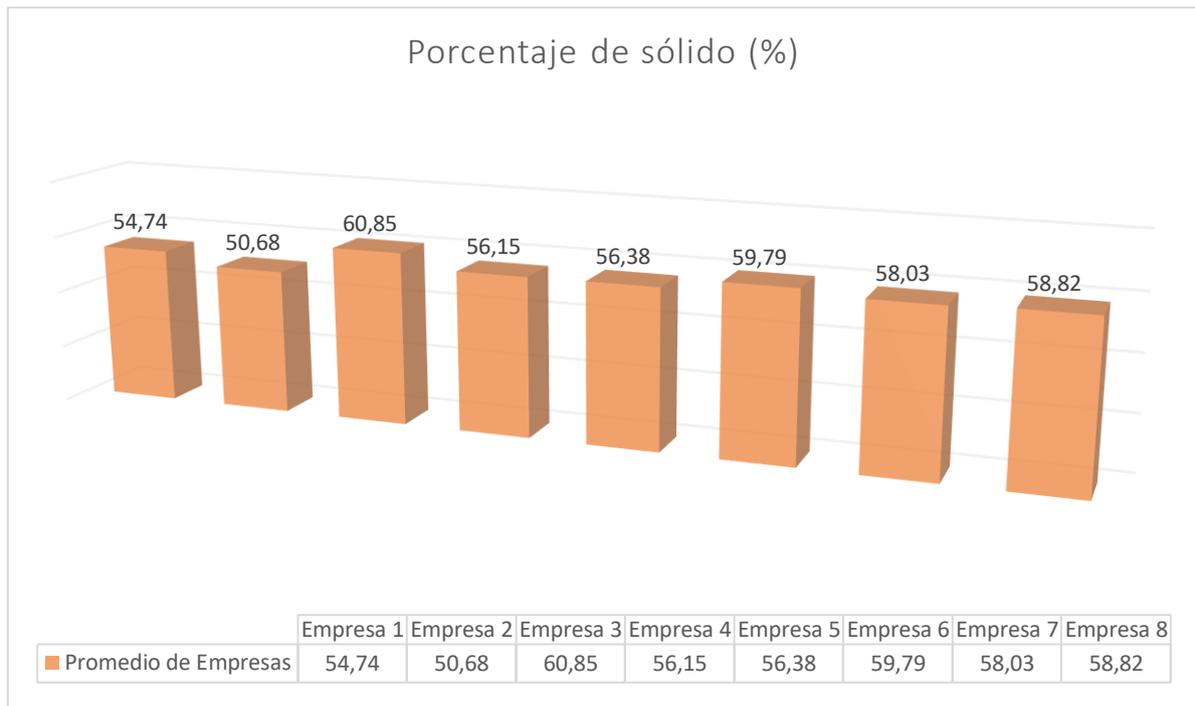
Figura. 25 Densidad (bloque de pómez).

**Fuente:** Elaboración propia

Los bloques, según (INEN 3066, 2016), sección 4, se clasifican por su densidad únicamente en livianos ya que su densidad es  $< 1\ 680\ \text{kg/m}^3$ . Mientras más densos sean los bloques, menos agua absorben

### Resultados de porcentaje sólido

Proporción de hormigón en el volumen total de cada muestra ensayada. El porcentaje de sólidos obtuvo los siguientes resultados, ver Figura. 26.



*Figura. 26 Porcentaje de sólido (bloque de pómez).*

**Fuente:** Elaboración propia

### **Resultados de resistencia a la compresión simple**

Se alcanzaron los siguientes resultados, para la resistencia a la compresión tanto como del área neta como del área bruta.

En el caso de los bloques de pómez, como se puede evidenciar en la Figura. 27, cumplen solo con la Normativa de bloque tipo C, es decir, es recomendable el uso solo para alivianamientos.

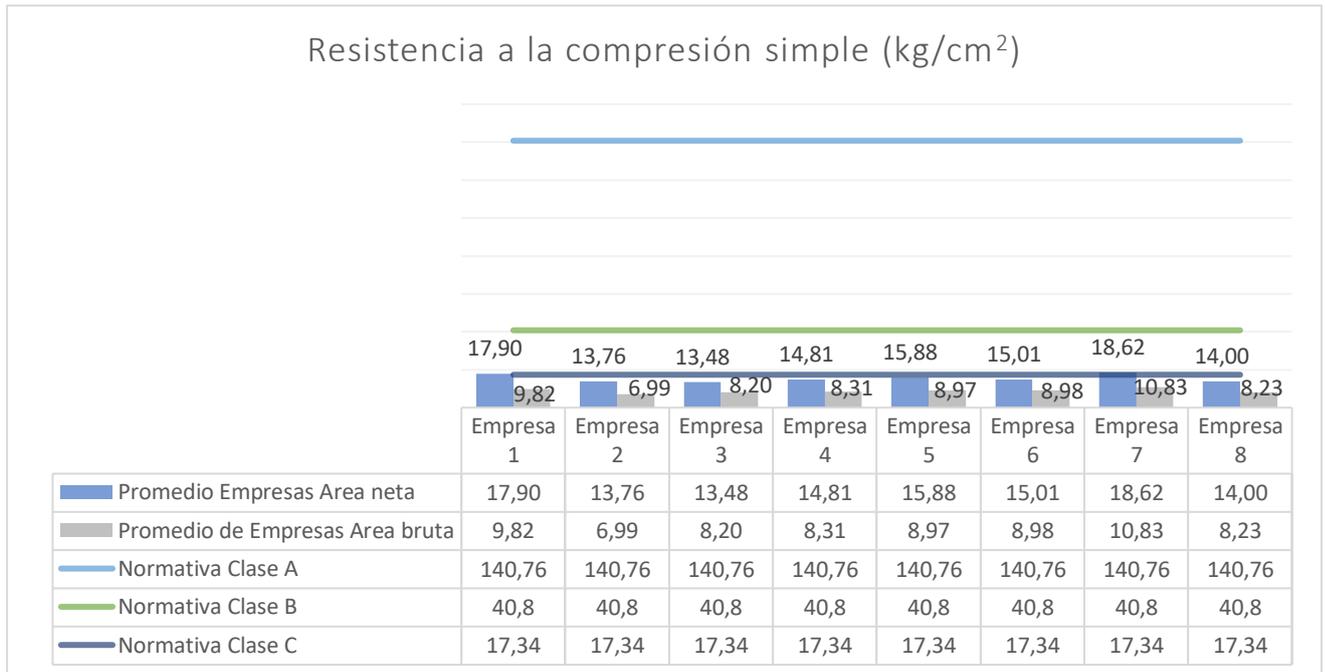


Figura. 27 Resistencia a la compresión simple (bloque de pómez).

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Ensayos realizados en bloques de arcilla (Ladrillos)

Los ensayos realizados siguen la (NTE INEN 3049, 2019), parte 5 (NTE INEN 3049, 2019).

##### 4.4.1. Absorción de agua



Figura. 28 Ensayo de Absorción Inicial.

Fuente: Elaboración propia

### Procedimiento de ensayo

- Se pesa la muestra antes de la inmersión
- Determinar el área de contacto con el agua
- Se coloca agua hasta lograr que se cubra la superficie de contacto, 3.2mm aproximadamente
- Inmersión de la muestra durante 60 s, se retira y después de 10 s se procede a pesar (NTE INEN 3049, 2019).

### Cálculos.

*Ecuación 14. Succión*

$$S = \frac{G}{A} / \text{min}$$

Donde:

S = succión en g/cm<sup>2</sup>/min

G = diferencia en gramos entre los pasajes inicial y final por cada minuto, en g/min

A = área neta en contacto con el agua en cm<sup>2</sup> (NTE INEN 3049, 2019).

Por otra parte, el ensayo de absorción total es la cantidad de agua que la muestra absorbe en el lapso de 24 h. Se establece el requisito de absorción de agua en 24 h de inmersión para unidades de arcilla estructural y no estructural (NTE INEN 3049, 2019), ver Tabla 10 y Tabla 11.

*Tabla 10. Absorción máxima de agua para unidades de arcilla de mampostería estructural.*

Inmersión en agua fría 24 h. (%)	
Promedio 5 unidades	13
Individual	16

**Fuente:** (NTE INEN 3049, 2019)

Tabla 11. Absorción máxima de agua para unidades de arcilla de mampostería no estructural.

Inmersión en agua fría 24 h. (%)		
Tipo	Promedio 5 unid.	Unidad
PH (perforación horizontal)	17	20
M (macizas)	17	20

Fuente: (NTE INEN 3049, 2019)

### Procedimiento de ensayo

- Se sumergen los especímenes en la bandeja llena de agua, durante 24 horas
- Se retira la muestra, se seca con un paño húmedo, y se procede a pesar, registrar el peso saturado (NTE INEN 3049, 2019).



Figura. 29 Ensayo de absorción total

Fuente: Elaboración propia

### Cálculos.

Ecuación 15. Porcentaje de absorción

$$\% = \frac{(W_{ss} - W_s)}{W_s} * 100$$

Donde:

$W_s$  = masa seca de la muestra antes de la inmersión, en g

$W_{ss}$  = masa saturada de la muestra luego de la inmersión de 24 horas, en g (NTE INEN 3049, 2019).

#### 4.4.2. Resistencia a la compresión

##### Procedimiento de ensayo

- Se coloca la muestra de ladrillo en la prensa, asegurándose de que esta se encuentre centrada, para que la aplicación de la carga sea uniforme (NTE INEN 3049, 2019).
- Se aplica la carga a una velocidad conveniente hasta la mitad de la que debe soportar de acuerdo a la norma, luego se ajusta la máquina para que la carga que falta sea aplicada a una velocidad uniforme en no menos de 60 segundos ni más de 120 segundos (NTE INEN 3049, 2019).



Figura. 30 Ensayo de resistencia mínima a la compresión.

**Fuente:** Elaboración propia

Cálculos.

*Ecuación 16. Resistencia neta a la compresión*

$$C = \frac{W}{A}$$

Donde:

$W$  = carga máxima de rotura en N o kg

$A$  = promedio de áreas netas de la superficie superior e inferior, en  $\text{cm}^2$  (NTE INEN 3049, 2019).

Ecuación 17. Área neta

$$V_n = \frac{(W_s - W_i)}{\gamma_{agua}}$$

Fuente: (INEN 3066, 2016)

$$A_{np} = \frac{V_n}{h}$$

Donde:

$V_n$  = volumen neto, en  $\text{cm}^3$

$W_s$  = masa seca de la muestra antes de la inmersión, en g

$W_i$  = masa sumergida de la muestra saturada, en g

$\gamma_{agua}$  = densidad del agua en  $\text{g}/\text{mm}^3$

$A_{np}$  = área neta promedio en  $\text{cm}^2$  (NTE INEN 3049, 2019).

Ecuación 18. Resistencia bruta a la compresión

$$(\text{Mpa}) = \frac{P_{max}}{A_g}$$

Donde:

$A_g$  = área bruta de la unidad ( $\text{mm}^2$ ) (NTE INEN 3049, 2019).

Ecuación 19. Área bruta

$$A_g = l \times a$$

#### 4.5. Resultados de ensayos en ladrillo macizo tipo panelón

##### Resultados de absorción

Después de la inmersión durante 24 h, se obtuvieron los porcentajes, Figura. 31. Donde se ve que la mayoría de las empresas cumplen con este parámetro según (NTE INEN 3049, 2019).

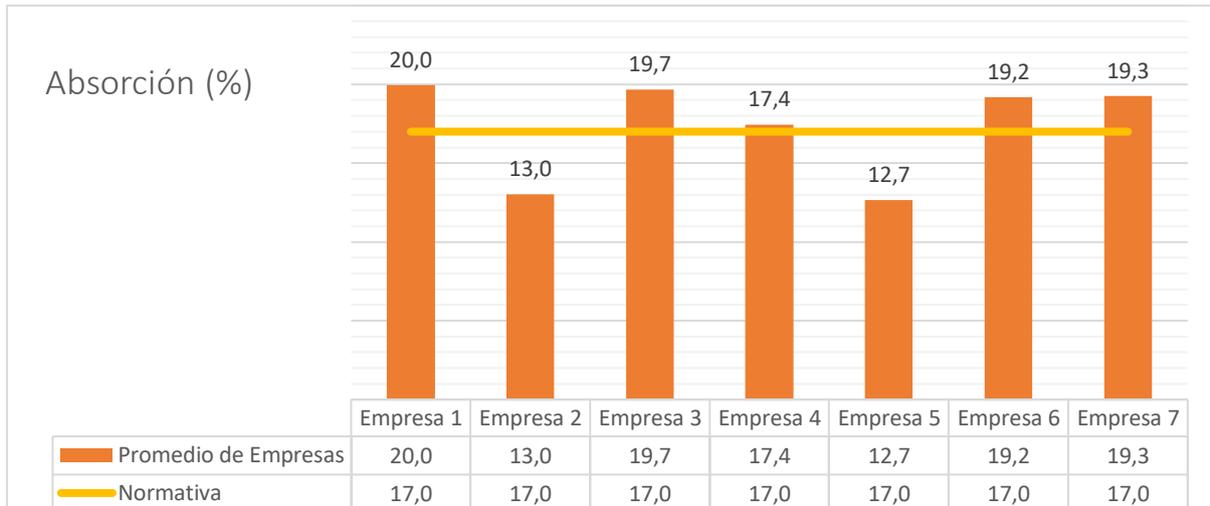


Figura. 31 Porcentaje de absorción promedio de empresas (ladrillo macizo tipo panelón).

**Fuente:** Elaboración propia

### Resultados de densidad

Para el cálculo se utiliza la Ecuación 5. Se obtienen las densidades de cada ladrillo, de cada empresa. Se presenta los resultados promedio de densidad por cada empresa en la Figura. 32

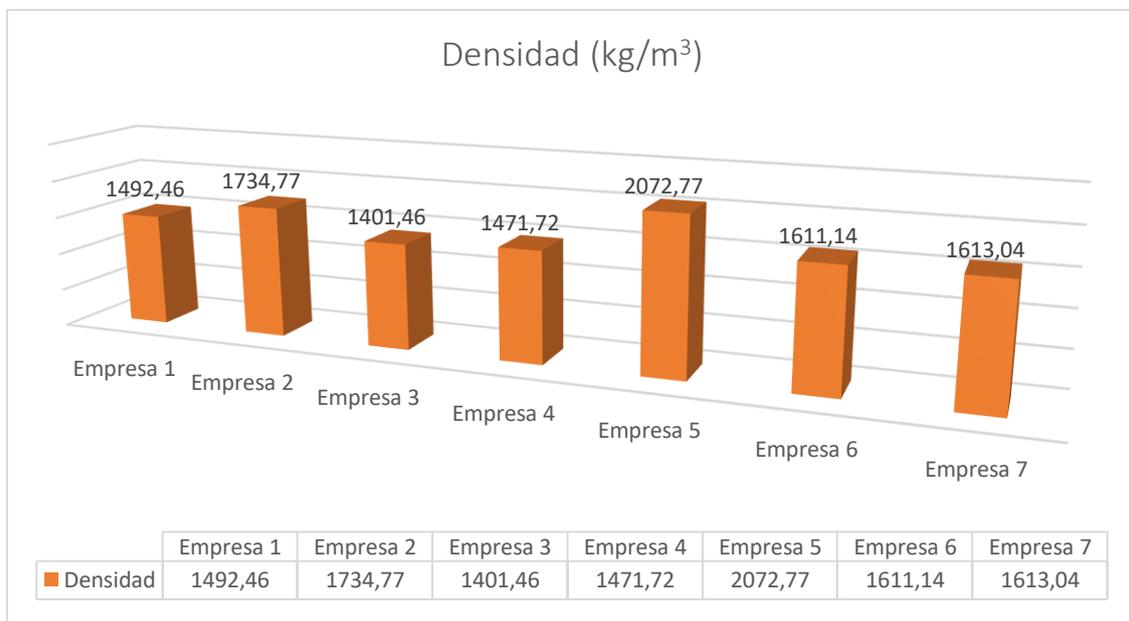


Figura. 32 Densidad promedio de cada empresa (ladrillo macizo tipo panelón).

**Fuente:** Elaboración propia

### Resultados de resistencia a la compresión simple

En la Figura. 33, se aprecia que los ladrillos no pueden utilizarse con un fin estructural.

En la Figura. 34, se aprecia que la empresa 2 y empresa 5, tienen valores de resistencia a compresión de mampostería bastante cercanos a cumplir la normativa estructural.

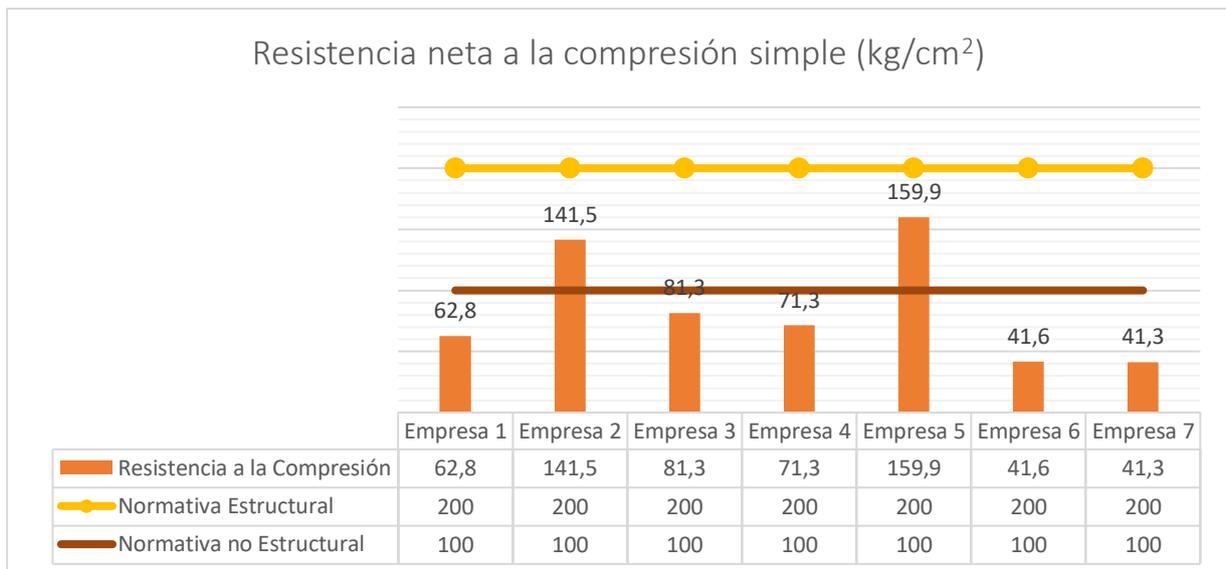


Figura. 33 Resistencia neta a la compresión (ladrillo macizo tipo panelón).

Fuente: Elaboración propia

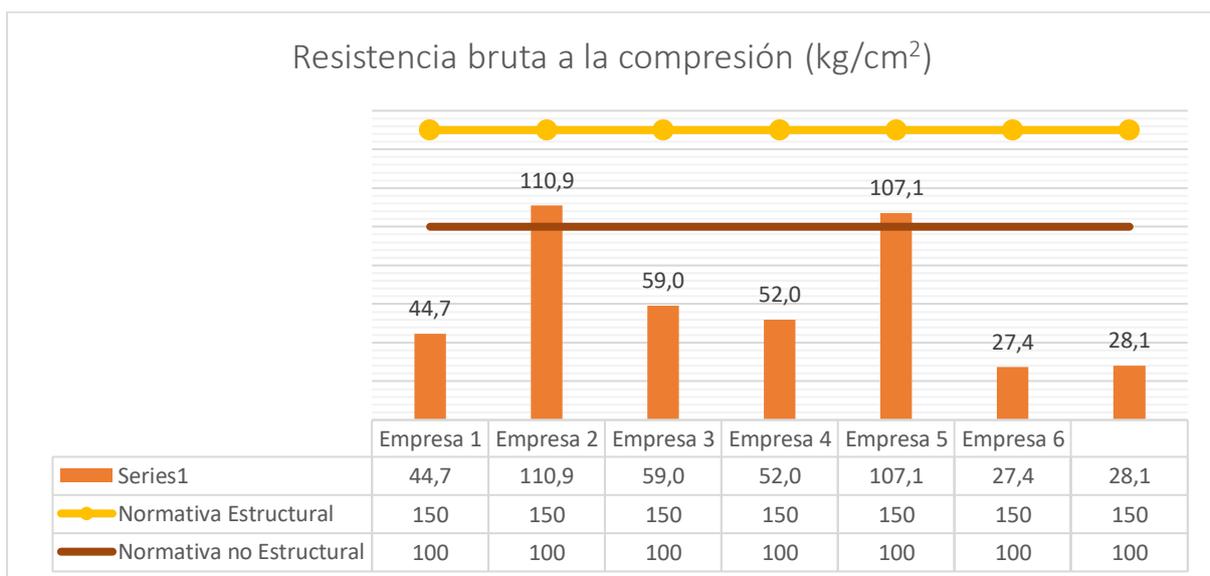


Figura. 34 Resistencia bruta a la compresión (ladrillo macizo tipo panelón).

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6. Resultados de ensayos en ladrillo de perforación.

##### Resultados de absorción

Después de la inmersión durante el proceso de 24 h, se obtiene lo dispuesto en la Figura. 35

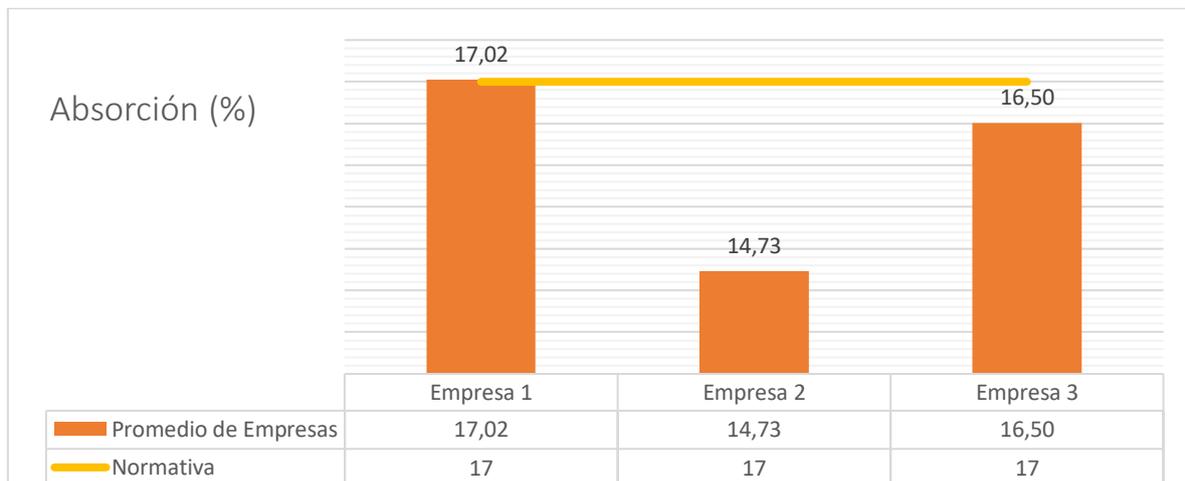


Figura. 35 Porcentaje de Absorción (ladrillo de perforación horizontal tipo tochana)

Fuente: Elaboración propia

##### Resultados de densidad

Para el cálculo se utiliza la Ecuación 5. Se obtienen las densidades de cada ladrillo, de cada empresa. Se presenta los resultados promedio de densidad por cada empresa en la Figura. 36

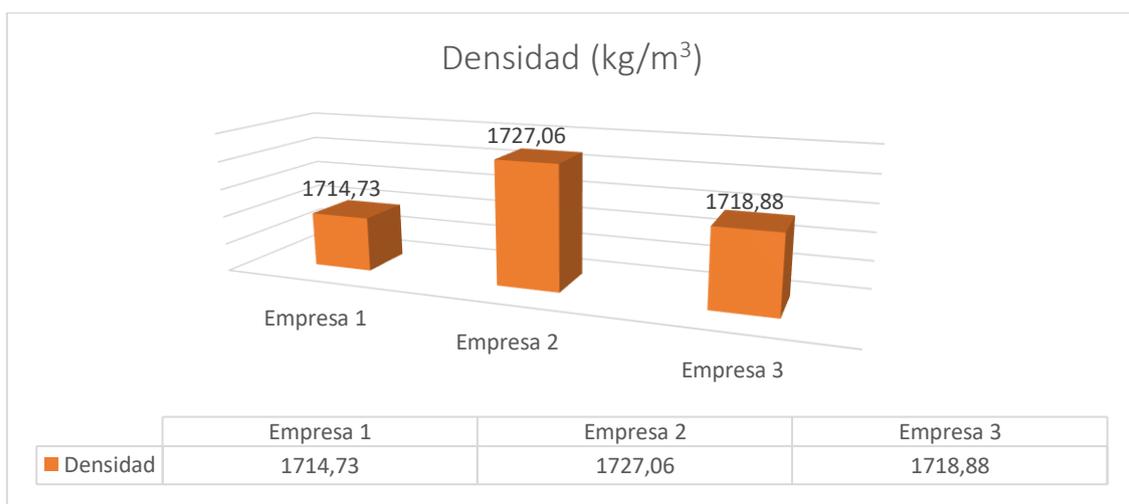


Figura. 36 Densidad promedio de cada empresa ((ladrillo de perforación horizontal tipo tochana).

Fuente: Elaboración propia

### Resultados de resistencia a la compresión simple

En la Figura. 37 se aprecia que la empresa 1 tiene un resultado cercano a Tipo A, para mampostería estructural. Mientras que la empresa 2 y 3 son de tipo no estructural.

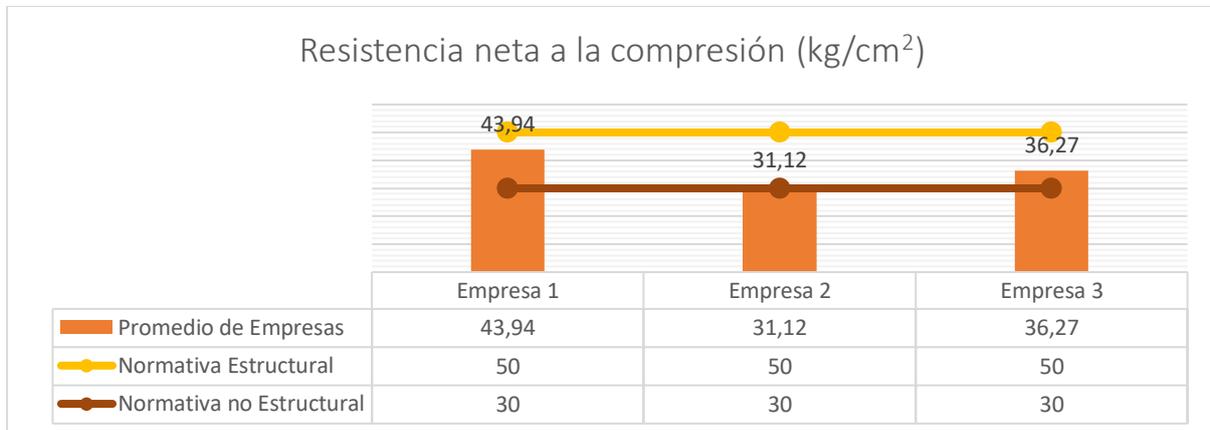


Figura. 37 Resistencia neta a la compresión simple (ladrillo de perforación horizontal tipo tochana).

**Fuente:** Elaboración propia

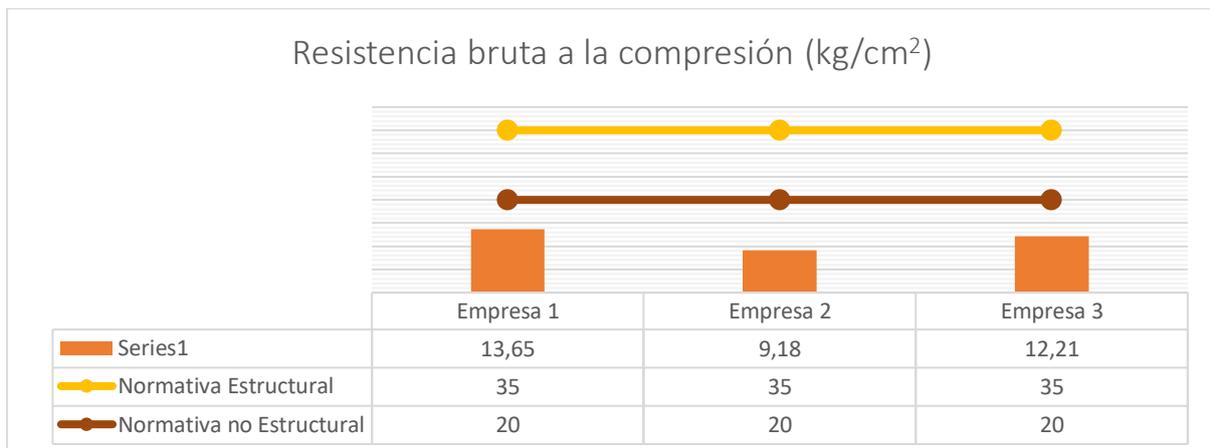


Figura. 38 Resistencia bruta a la compresión (ladrillo de perforación horizontal tipo tochana).

**Fuente:** Elaboración propia

Se aprecia que la mampostería en la Figura. 38 que la mampostería es de tipo no estructural. Muchas piezas de mampostería ensayadas en cada empresa, presenta resistencias cercanas a la norma. Sin embargo, hay que considerar que las piezas de mampostería que no cumple, no necesariamente es deficiente. Los ensayos realizados están sometidos a pruebas que pueden abarcar errores en los resultados.

## 5. Capítulo 5: Comparativa e interpretación de resultados

La Norma ASTM C140 especifica que se deben utilizar mínimo tres muestras de cada tipo de bloque para los respectivos ensayos (ASTM, 2012), pero se utiliza un número superior de muestras con el fin de obtener resultados más significativos, los resultados están agrupados por tipo de bloque, es importante mencionar que para los ensayos de cada tipo de bloque se han considerado varias empresas, por lo que se han promediado las múltiples muestras para un resultado más fiable. A continuación se realizan comparaciones que permiten evaluar las condiciones de los bloques.

### 5.1. Comparación entre bloques de hormigón y bloques de pómez

En la Tabla 12, se establecen las siguientes comparaciones cuantitativas.

Tabla 12. Tabla de resumen de comparación entre bloques

Elemento	Bloques	Absorción kg/m <sup>3</sup>	Contenido Humedad	Densidad kg/m <sup>3</sup>	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resis. Compresión Área Bruta (kg/cm <sup>2</sup> )
Tipo	Hormigón	225.70	45.12%	1876.92	44.95	25.38
	Pómez	292.36	17.82 %	1081.36	15.43	8.79

**Fuente:** Elaboración propia

- En cuanto a absorción, el bloque de pómez obtiene los valores más altos. Lo que representa su mayor porosidad y capacidad de absorción de líquidos. Esta capacidad es contraproducente en el armado de muros de mampostería de hormigón puesto que supone una mayor absorción de agua del mortero de pega el cual, al perder líquido, se vuelve más frágil. Se recomienda que los bloques sean humedecidos previamente para poder utilizarse.
- En cuanto a densidad, el bloque de hormigón supera significativamente al bloque de pómez. Este es un factor muy importante, porque como vemos mientras más denso, menos absorción y esto repercute directamente en la resistencia a compresión.

- La resistencia a compresión de ambas unidades de mampostería presenta notables diferencias, es más resistente el bloque de hormigón. Se recomendó el uso de estos elementos para elementos no estructurales. Los bloques de pómez exponen una diferencia muy notable, se recomienda su uso para alivianamientos realizando previamente un ensayo que compruebe su idoneidad para este fin.

## 5.2.Comparación entre ladrillo macizo y ladrillo de perforación

En la Tabla 13, se establecen las siguientes comparaciones cuantitativas

Tabla 13 Tabla comparativa entre ladrillo macizo, y ladrillo de perforación

Elemento	Ladrillos	Absorción Inicial (%)	Absorción Total (%)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Resist Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
Tipo	Macizos	0.46	17.3	1628.19	85.7
	Perforación	0.10	16.09	1720.22	37.11

**Fuente:** Elaboración propia

- Absorción inicial, los ladrillos macizos tipo panelón hechos en las fábricas de la ciudad de Azogues no cumplen con la normativa (NTE INEN 3049, 2014) parte 2, sección 5.3.2, donde se establece que la absorción inicial debería estar en el rango de 0.10 a 0.25 g/cm<sup>2</sup>/min. Se recomienda que las unidades de mampostería sean pre humedecidas por el constructor hasta reducir su absorción a menos de 0.10 g/cm<sup>2</sup>/min. El alto porcentaje de absorción de agua inicial puede ocasionar graves patologías a las paredes puesto que el mortero de pega debe tener una humedad óptima para cumplir su función correctamente y si el agua se absorbe por el ladrillo, el mortero no tiene la resistencia que, teóricamente debe tener y en consecuencia se tiene una pared frágil. Los ladrillos de perforación horizontal, tipo tochana, cumplen con la normativa. Son viables y confiables en armado de muros de mampostería. Cabe recalcar que el ensayo de absorción inicial no es concluyente en si se puede o no usar este mampuesto como unidad estructural.

- La (NTE INEN 3049, 2018b) parte 3, sección 5.2.3.1 establece que el límite máximo permisible de absorción total es del 17% con lo cual se puede afirmar que todas las unidades de mampostería ensayadas cumplen con las condiciones impuestas en la normativa y se podría recomendar su uso tanto en interiores como exteriores.
- Porcentaje de absorción total, podemos observar que según (NTE INEN 3049, 2014), parte 2 Sección 5.2.1. Establece que el límite máximo permisible es de 13% en promedio. La empresa 2 y 5 cumple con la normativa, permitiendo usarlos en mampostería estructural, sin embargo, se debe confirmar esta condición con la prueba de resistencia a la compresión.
- Atendiendo a los ensayos de compresión de las muestras tanto macizas como de perforación vertical, inicialmente podemos descartar por completo su uso como mampostería estructural, la normativa para uso estructural pide una resistencia mínima a compresión de 200 kg/cm<sup>2</sup> en el caso de ladrillos macizos y de 50 kg/cm<sup>2</sup> en el caso de ladrillos de perforación horizontal, y en ningún caso cumple esta condición. Por otro lado, la normativa para usos no estructurales establece una resistencia a la compresión mínima de 100 y 30 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, en el caso de los ladrillos con perforación tipo tochana se cumple con la condición de compresión mínima establecida, por lo tanto, se recomienda su uso para fines no estructurales. Los ladrillos macizos presentan un valor debajo de lo establecido en la norma, se debe considerar el cumplimiento de cada empresa, y así decidir cuál es apta para adquirir bloques, dependiendo si cumplen los mínimos dictados por la NTE.

### **5.3.Comparación entre todas las unidades de mampostería de estudio**

Para fabricar bloques de hormigón es necesario cemento, agregados y agua, mientras que para los de arcilla, arcilla, aditivos y agua, por esto su apariencia física es distinta, con apariencia de color gris y rojizas respectivamente.

Para proceder a comparar todos los bloques estudiados se presenta en la Tabla 14, un resumen de resultados de los ensayos de laboratorio.

Tabla 14. Resumen de resultados de los distintos tipos de bloque

Tipo de bloque	Dimensión (cm)	Peso seco (kg)	Absorción (%)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
Hormigón	40x15x20	13.40	225.70	1876.92	44.95
Pómez	40x15x20	7.56	292.36	1081.36	15.43
Ladrillo macizo	26x12x8	3.88	17.32	1628.19	85.7
Ladrillo de perforación	37x19x9	4.81	16.08	1720.22	37.11

**Fuente:** Elaboración propia

Los bloques tienen una gran capacidad de absorción, por lo tanto, puede ser usado para fines no estructurales en un sistema total. Se puede decir que un bloque de menor porcentaje de absorción es de tipo más sólido puesto que no tiene espacios para adquirir un porcentaje de líquido.

El bloque de hormigón tiene la mayor densidad de todos los bloques, con 1876.92 kg/m<sup>3</sup>. Los bloques de hormigón, cumple con la normativa en lo que respecta al de tipo mediano. Los bloques de pómez, cumple con la normativa en lo que respecta al de tipo liviano. Los bloques de hormigón, pómez y ladrillo macizo, aceptan la hipótesis de que a más densidad menor capacidad de ser absorbentes.

### 5.3.1. Resistencia a la compresión simple

En la Figura. 39 se observa las resistencias de todos los bloques ensayados

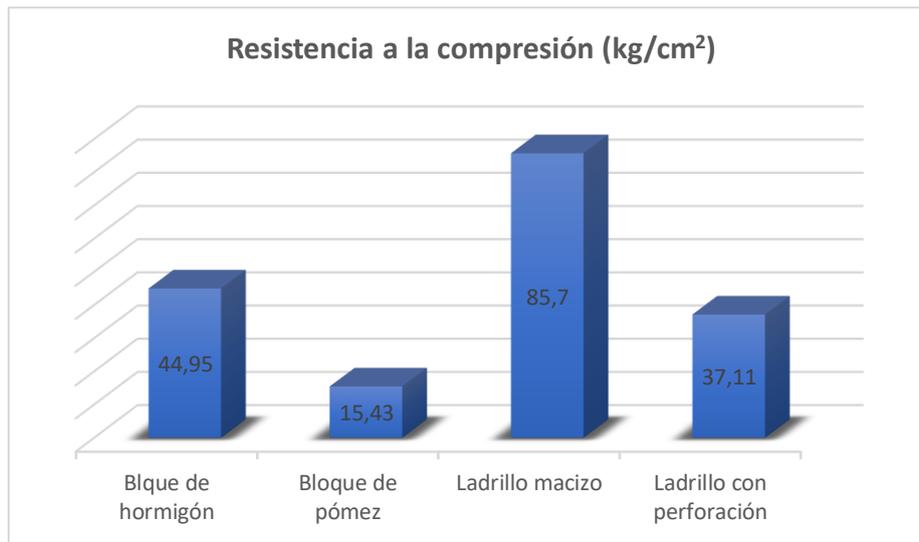


Figura. 39 Resultados de la resistencia a compresión de los bloques

**Fuente:** Elaboración propia

Los bloques de hormigón cumplen los requerimientos para los elementos de clase B (INEN 3066, 2016), mientras que el de pómez, de clase C, se recomienda el uso del bloque de pómez para alivianamientos únicamente. Los ladrillos a su vez presentaron muy buena resistencia a la compresión, sobre todo el ladrillo macizo, con 85.7 kg/cm<sup>2</sup>

### 5.3.2. Costos

En el **Anexo U**. Costos por unidad de cada bloque de cada empresa, se observan los precios unitarios de los bloques. A continuación, en la Tabla 15, se observa el costo de los 4 tipos de bloques analizados.

Tabla 15. Costo de la unidad de bloque

Tipo de bloque	Medidas (cm)	Costo (\$) / unidad
Bloque de hormigón	40x15x20	0.83
Bloque de pómez	40x15x20	0.44
Ladrillo macizo	26x12x8	0.30
Ladrillo con perforaciones	37x19x9	0.38

**Fuente:** Elaboración propia

#### 5.4. Correlación resistencia a la compresión vs índice de absorción

Se pretende analizar la relación lineal que existe entre la Resistencia a compresión de todos los bloques y sus porcentajes de absorción, para esto nos ayudamos de una gráfica y el cálculo de  $R^2$ , que mide la variación de la variable absorción respecto a la resistencia a la compresión, ver Figura. 40.

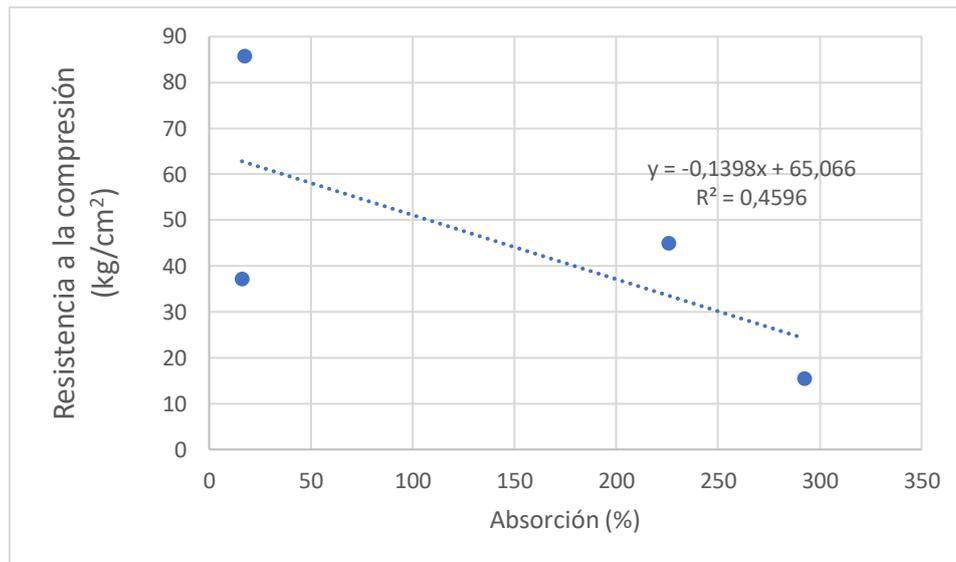


Figura. 40 Resistencia a la compresión vs absorción (de todos los bloques)

**Fuente:** Elaboración propia

No existe correlación ya que el valor de  $R^2$  es menor a 0.5 y el coeficiente de correlación  $R = -0.67$ . Sin embargo, se analizará una muestra más amplia y específica. Para esto se utiliza la absorción y resistencia a compresión de 48 ensayos en bloques de hormigón. En la Figura. 41 se aprecia dicha gráfica, donde, además se descarta la correlación entre la resistencia a la compresión y la absorción en bloques de hormigón.

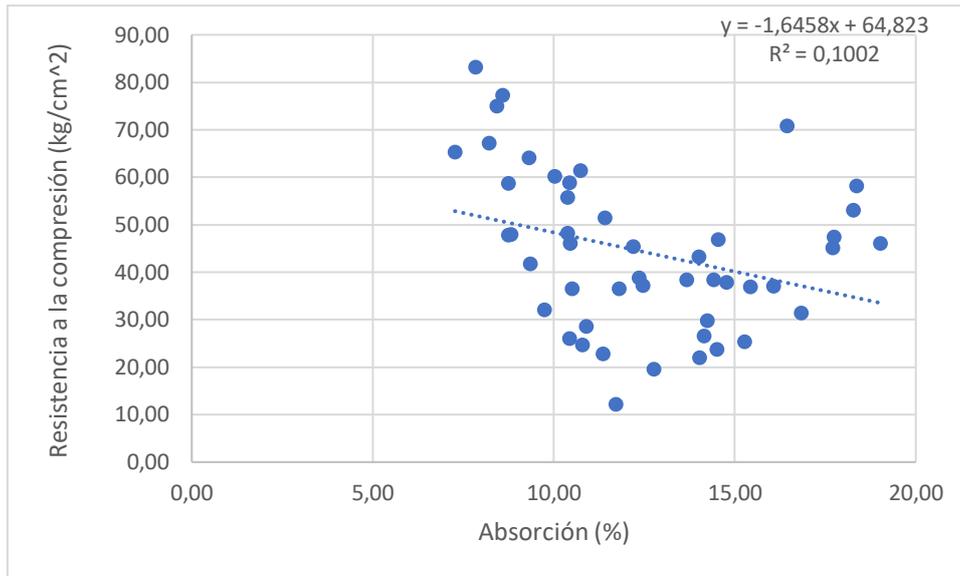


Figura. 41 Resistencia a la compresión vs absorción (bloques de hormigón)

**Fuente:** Elaboración propia

Por último, se analiza la correlación entre absorción y resistencia a compresión de 47 ensayos en ladrillo macizo, ver Figura. 42.

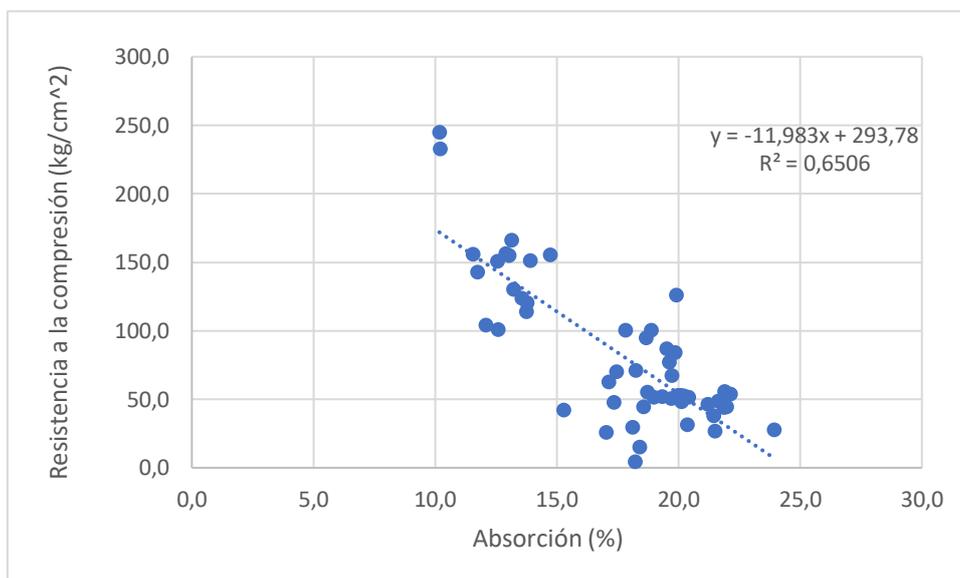


Figura. 42 Resistencia a la compresión vs absorción (ladrillo macizo)

**Fuente:** Elaboración propia

Existe relación lineal entre la resistencia a compresión y la absorción de los ladrillos macizos. A menos porcentaje de absorción, más resistencia a la compresión y a más porcentaje de absorción, menos resistencia. El coeficiente de correlación  $R=-0.807$ .

### 5.5. Correlación resistencia a la compresión vs densidad

Se realiza un último análisis, la Resistencia a Compresión vs Densidad, para esto se utilizan los valores de la Tabla 14.

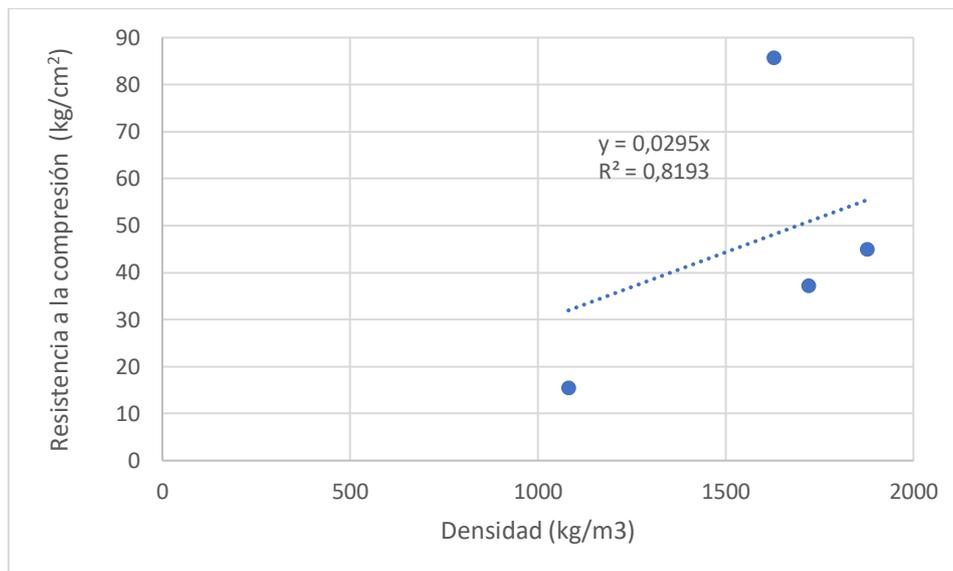


Figura. 43 Resistencia a la compresión vs densidad (todos los bloques)

**Fuente:** Elaboración propia

Si se observa una relación lineal entre resistencia a la compresión vs densidad en todos los bloques, presenta un coeficiente de correlación  $R= 0.51$  Sin embargo, para un análisis más exacto, se analiza la correlación solo en bloques de hormigón, Figura. 44. Donde se obtiene un Coeficiente de correlación  $R=0.572$

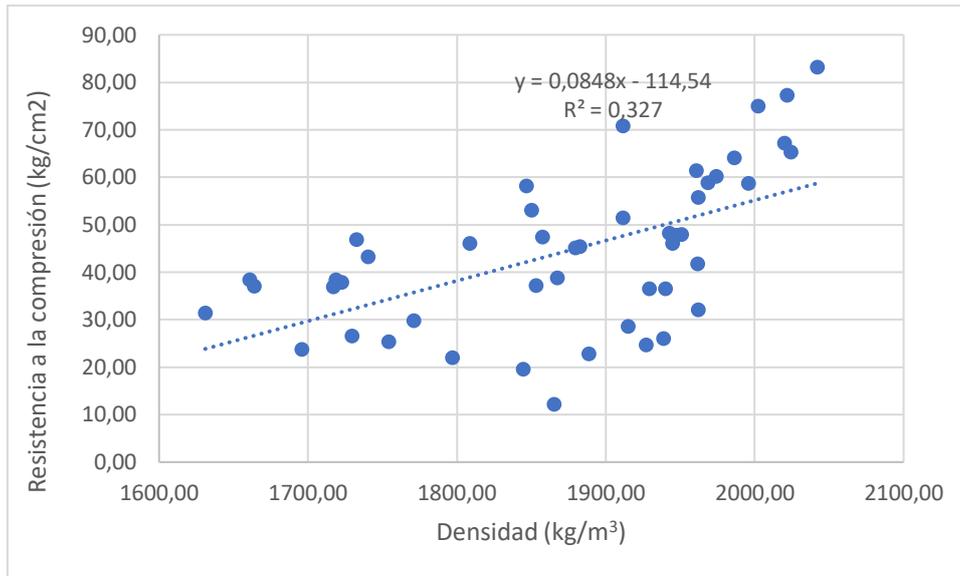


Figura. 44 Resistencia a la compresión vs densidad (bloque de hormigón)

**Fuente:** Elaboración propia

A pesar de que no existe un buen coeficiente de correlación, las gráficas siguen dos tendencias.

- A mayor absorción, la resistencia disminuye.
- A mayor densidad, la resistencia aumenta.

## 6. Capítulo 6: Conclusiones y futuras líneas de trabajo

Se instauran los materiales idóneos para la propuesta por medio de una investigación bibliográfica y de campo. Determinando que para los ensayos se utilizan bloques de hormigón y pómez de 40x15x20 cm, y ladrillos macizos y ladrillos de perforaciones de 25x12x8 cm y 37x18x9 cm respectivamente. De los cuales se analizan características que se exponen a continuación:

- Ninguno de los bloques ensayados se determinó como elemento de tipo A. En la ciudad de Azogues se elaboran y utilizan solo unidades de mampostería de tipo B y C. Si se requiere de mampostería estructural, esta no debe ser adquirida en la ciudad, porque carece de ella. Sin embargo, se debe considerar que, los mecanismos de medición son susceptibles a cometer errores.
- Los bloques de hormigón presentan un contenido de humedad del 45.12 %, mientras que el bloque de pómez un contenido de 17.82%, bloque de hormigón siempre será mejor opción para fines constructivos estructurales o no estructurales, demostrando firmeza ante el bloque de pómez que por infiltración presentará problemas a largo plazo. Pero su costo es mayor.
- Los bloques de hormigón presentan un valor de densidad mayor al de pómez y cumplen con la normativa respecto al tipo mediano, al igual que los de pómez. A más densidad menor capacidad de ser absorbentes o contener humedad.
- Un bloque de hormigón cumple con la normativa ante la resistencia a la compresión para los elementos tipo B, mientras que los de pómez solo para el tipo C.
- En los bloques de hormigón para la propiedad de absorción, se concluye que el bloque de hormigón es más consistente en cuanto a su formación interna, por lo que, en comparación

con la norma, cumple ciertos parámetros y puede ser usado para fines estructurales y no estructurales, mientras que se recomienda que el bloque de pómez solo sea usado para elementos secundarios como paredes divisorias exclusivamente internas.

- En cuanto al porcentaje de absorción máxima, la media del ladrillo con perforaciones estaría cumpliendo con los parámetros de la normativa y del ladrillo macizo supera el porcentaje con un 2%, debido a esto se puede concluir que, los ladrillos de cada tipo deberán ser usados según necesidades específicas para prevenir fracturas en el futuro.
- Para la resistencia a la compresión de ambos tipos de ladrillos, se tiene que pueden ser usados para mampostería no estructural directamente (son una muy buena opción para elementos secundarios como paredes tipo divisorias) y para el caso de usarse como mampostería estructural, requeriría de otro tipo de análisis más profundo y no solo de propiedades del material, puesto que en este caso se debería realizar las pruebas en conjunto con el armado de hierros.
- En caso de usarse este tipo de ladrillos en exteriores, requiere cobertura con materiales cerámicos, tratamiento superficial como uso de pintura o enlucido de mortero que evite que entren en contacto directo con el agua. El ladrillo con perforación cumple todos los requerimientos en cuanto a absorción inicial o succión.
- Para decidir un tipo de bloque, además del factor económico, se deben considerar las propiedades físico-mecánicas, considerando las necesidades de cada construcción. El presente documento presenta un aporte al estudio del uso de la mampostería en la ciudad de Azogues, pudiendo servir como referente para investigaciones futuras.

### **Recomendaciones y futura línea de trabajo**

- Es necesario un control de calidad en la producción de los distintos bloques, para que los estándares de la INEN NTE se cumplan, y así evitar problemas de resistencia a corto o mediano plazo, y para evitar incluso problemas de humedad.
- El control mediante ensayos de laboratorio debe realizarse antes de la colocación de la mampostería para así evitar sobrepesos y sobre todo, conservar la seguridad, calidad y estética con la que fueron previstos.
- Es recomendable seguir con la investigación de unidades de mampostería en Azogues, considerando que en la ciudad no se construye con mampostería estructural. Como futura línea de trabajo, se plantea el análisis e implementación de esta mampostería en la ciudad.

## Referencias Bibliográficas

- Arias, L., Mejia, G., Mora, D., & Santiana, D. (2012). *Comportamiento mecánico y elástico de mamposterías con resistencia estructural para ser utilizadas en la construcción de viviendas de un piso y proyección de dos*. 25.
- Arqhys, A. (2021). *Bloques de Hormigón*.
- ASTM. (2012). American Standard for Testing Materials (ASTM). C140. Standard Test Methods for Sampling and Testing Concrete Masonry Units and Related Units. *TM C140-11a*. (2012). *Standard Test Methods for Sampling and Testing Concrete Masonry Units and Related Units*, 1–17. <http://doi.org/10.1520/C0140-11A.04>, 1-17.
- BAIRD, G. A. C., & Chon, C. (2011). ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAREDES DE MAMPOSTERÍA A CONBLOQUES DE CONCRETO, REFORZADAS CON FIBRAS ARTIFICIALES Y SU DURABILIDAD. En *Ingeniería Civil: Vol. Ingeniero*.
- Calle, C. (2019). *Análisis dinámico no lineal, de una estructura de hormigón armado fija en su suelo versus la misma estructura con aislamiento sísmico, frente a un sismo en la ciudad de Azogues, provincia del Cañar*.
- Colacce, C., Leao, C., & Pastorino, D. (2015). Mampostería Estructural. En *Mampostería Estructural*.
- Crespo, S. (2015). Construcción De Mampostería De Bloque De Pómez, Mediante La Prefabricación De Macro Elementos Modulares. *Universidad de Cuenca*, 117.
- Falcón, J., & Roberto, H. (2005). *Análisis del dato estadístico*. 1-66.

- Gámez, D., Flores, J., & Rada, J. (2011). *Elaboración y uso de bloques de hormigón y bloques de arcilla en mampostería*.
- González, J. (2016). *Estudio del mortero de pega usado en el cantón Cuenca, propuesta de mejora, utilizando adiciones de cal*.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. MCGRAW-HILL.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 28(1), 75-105.  
<https://doi.org/10.2307/25148625>
- INEN 3066. (2016). *Bloques De Hormigón. Requisitos Y Métodos De Ensayo*. 1-3.
- Jiménez, L. (2007). *Técnica de la construcción con ladrillo*. Ceac.
- McCormac, J., & Brown, R. (2011). *Diseno de concreto reforzado*. Alfaomega Grupo Editor.  
<http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3213882>
- Medina, F. (2001). *Mampostería reforzada interiormente: Usos, comportamiento y diseño*.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2015). *Mamposteria Estructural*.
- Reglamento colombiano de construcción sismo resistente*, (2010) (testimony of NSR).
- NTC 922. (1975). *NTC 922*.
- NTE INEN 3049. (2014). *Parte 2. Unidades de mampostería estructural. Requisitos*.
- NTE INEN 3049. (2018a). *NTE INEN 3049*.
- NTE INEN 3049. (2018b). *Parte 3. Unidades de mampostería no estructural. Requisitos*. 11.
- NTE INEN 3049. (2019). *Parte 5. Métodos de ensayo*.

- Páez, C. (2014). *Determinación de la carga permanente debida al peso de mampostería de bloque en edificaciones de vivienda.*
- Peppers, K., Tuunanen, T., Gengler, C. E., Rossi, M., Hui, W., Virtanen, V., & Bragge, J. (2006). *The Design Science Research Process: A Model for Producing and Presenting Information Systems Research.*
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. En *Journal of Management Information Systems* (Vol. 24, Número 8).
- Quimbiamba, G. (2017). *ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ELEMENTOS DE MAMPOSTERÍAS (JABONCILLO) EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE PORTOVIEJO. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.*
- Rivera, J., & González, J. (2006). *Caracterización de la mampostería estructural elaborada con bloques de concreto en la ciudad de Santa Marta.*
- Rodríguez, O. (2015). *Análisis y conceptos básicos para el diseño de mampostería estructural según la norma de sismo resistencia NSR-10.*
- Rojas, D. (2014). *Mampostería Estructural.*
- Salazar, C., & Del Castillo, S. (2018). *Fundamentos Básicos de estadística.*
- Sierra, J. (2014). *Análisis comparativo entre bloques de concreto tradicional y bloques de concreto alivianado con poliestireno.*
- Triola, M. F. (2009). *Estadística.*

Valladares, J. A. M. (2018). *ESTUDIO ESTRUCTURAL DE MAMPOSTERÍA CONFINADA EN LADRILLO PARA VIVIENDAS EMERGENTES EN LA ZONA DE PEDERNALES.*

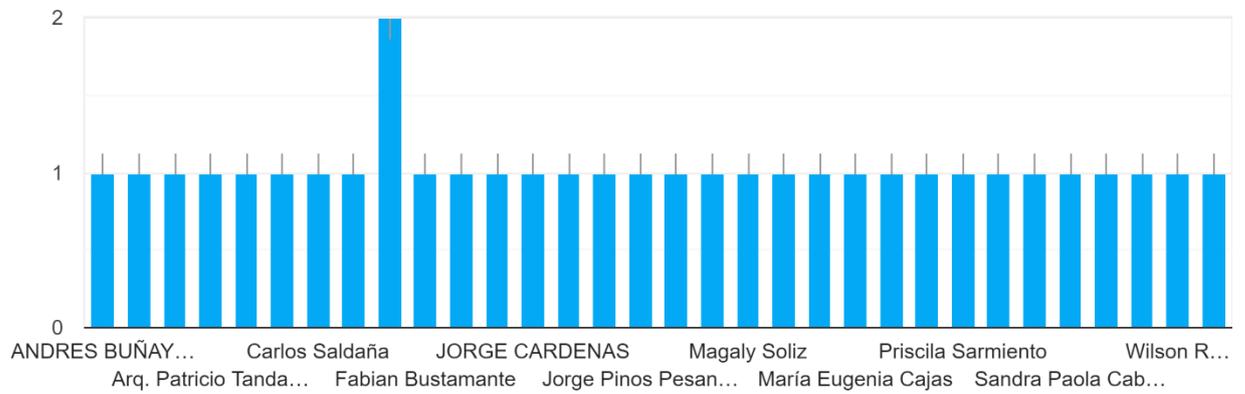
Victor Gerson Chimbo Andy. (s. f.). *Analisis de la resistencia a la compresion de ladrillos prensados interconectables elaborados de barro, canguhua y puzonlana, con adiciones de cemento, cumpliendo la norma ecuatoriana de la construccion. Nec 2015.*

Walls, J. G., Widmeyer, G. R., & El Sawy, O. A. (1992). Building an information system design theory for vigilant EIS. *Information Systems Research*, 3(1), 36-59.  
<https://doi.org/10.1287/isre.3.1.36>

### Anexo A. Encuesta

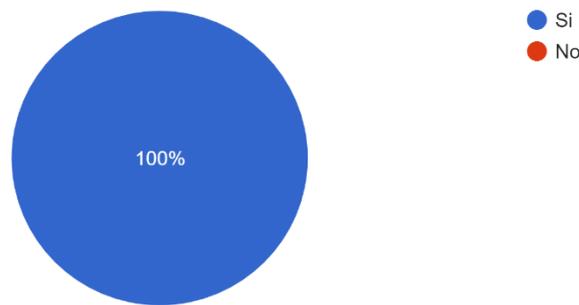
Nombre del encuestado/a

33 respuestas



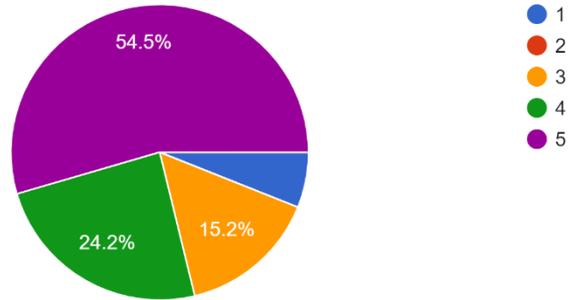
Es usted técnico en el ámbito de la construcción?

33 respuestas



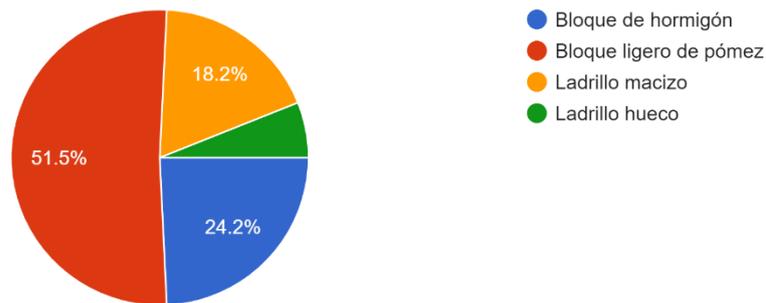
En una escala del 1 al 5, donde 5 es "muy importante" y 1 es "nada importante" cuanto de importante son los elementos de mampostería en una edificación para Ud.?

33 respuestas



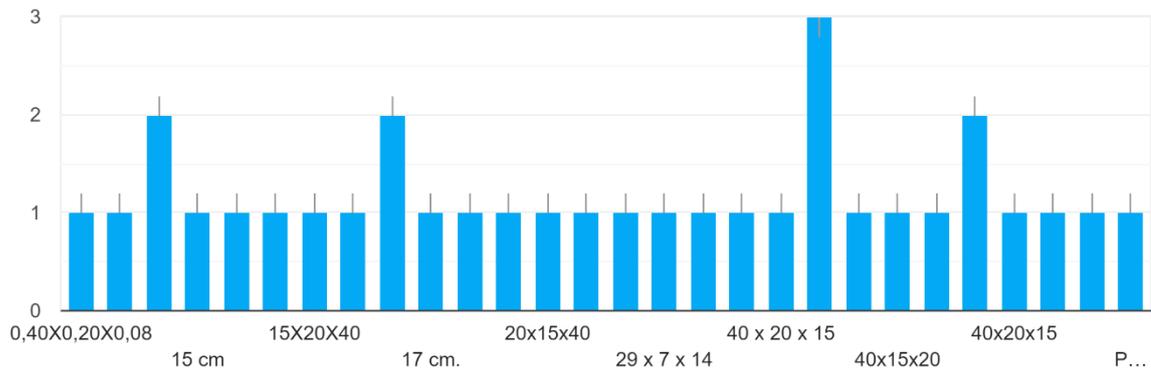
Qué tipo de mampostería es la que Ud. más usa en sus construcciones?

33 respuestas



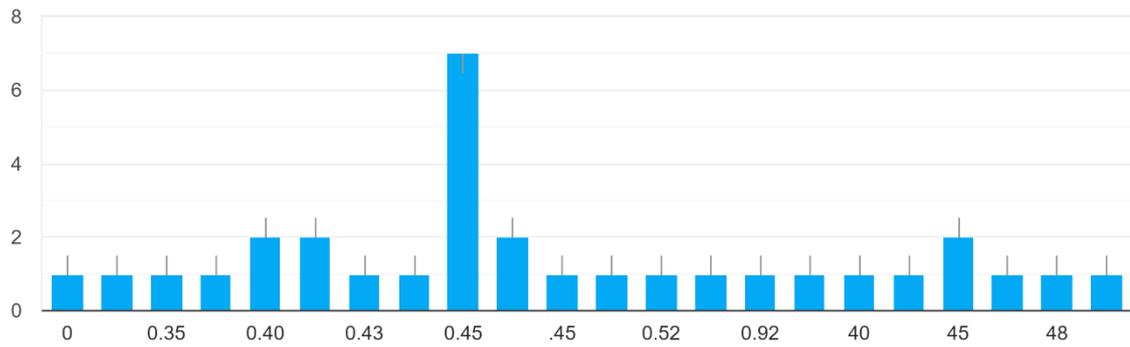
Que dimensiones en la mampostería es la que Ud. más usa ?

33 respuestas



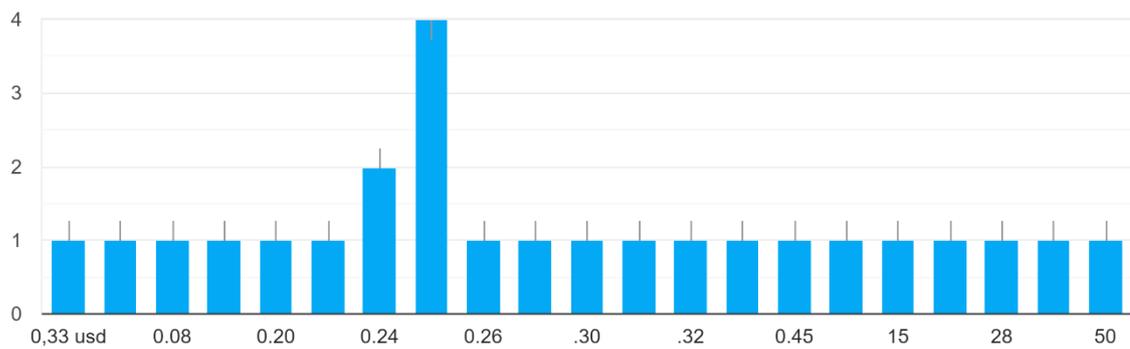
A que precio usted compra cada unidad de bloque?

32 respuestas



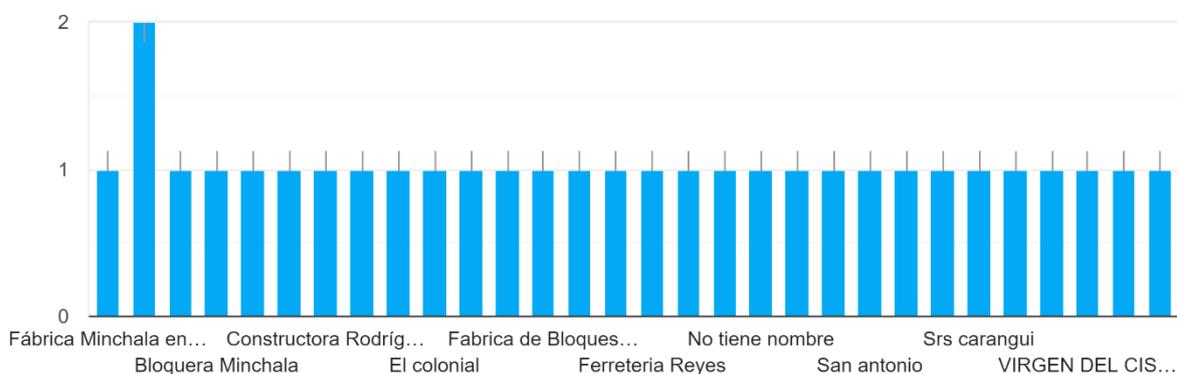
A que precio usted compra cada unidad de ladrillo?

25 respuestas



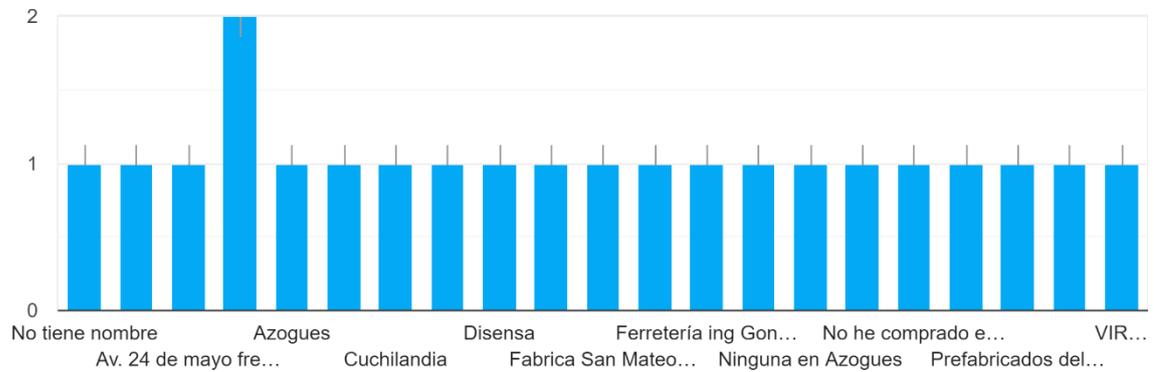
Donde o en que fábrica de la Ciudad de Azogues Ud. compra las unidades de mampostería de bloque?

31 respuestas



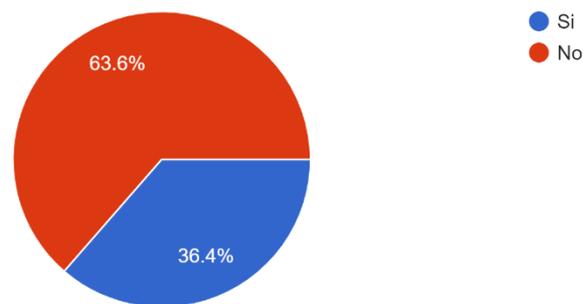
Donde o en que fábrica de la Ciudad de Azogues Ud. compra las unidades de mampostería de ladrillo ?

22 respuestas



Ud. sabe si su proveedor realiza control de calidad a las unidades de mampostería?

33 respuestas



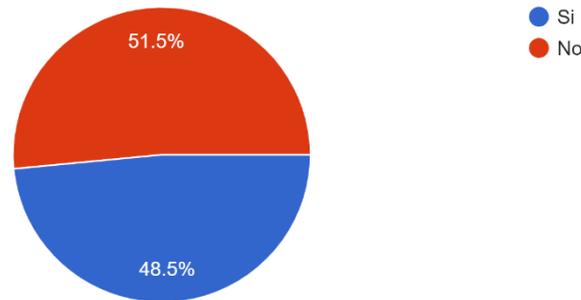
Ud. conoce la resistencia a la compresión ( $f'_{cm}$ ) de las unidades de mampostería? En caso que la respuesta sea si, detalle cuál es.

33 respuestas



Ud. tiene control el momento que se trasladan las unidades de mampostería desde el lugar de fabrica a la construcción?

33 respuestas



## Anexo B. Dimensiones de tabiques

### Dimensiones de bloques de pómez

Empr esa	larg o	anc ho	altu ra	tabiq ue 1	tabiqu e 2	tabiqu e 3	tabiqu e 4	At 1 (mm 2)	At 2 (mm 2)	At 3 (mm 2)	At 4 (mm 2)	Att (mm <sup>2</sup> )	Atn (mm <sup>2</sup> / m <sup>2</sup> )
1	40. 02	15.1 5	20. 15	2.72	2.33	2.46	2.57	5.48	4.69	4.96	5.18	20.31	66535
1	40. 07	15.3 0	20. 42	2.64	2.68	2.50	2.46	5.39	5.47	5.11	5.02	20.99	67190
1	40. 02	15.4 2	20. 12	2.43	2.65	2.56	2.42	4.89	5.33	5.15	4.87	20.24	65240
1	40. 07	15.5 0	20. 22	2.42	2.69	2.47	2.41	4.89	5.44	4.99	4.87	20.20	64452
1	39. 95	15.3 5	20. 10	2.61	2.41	2.70	2.50	5.25	4.84	5.43	5.03	20.54	66580
1	39. 97	15.4 0	19. 65	2.70	2.70	2.56	2.71	5.31	5.31	5.03	5.33	20.97	69286
1	40. 02	15.0 5	20. 00	2.42	2.45	2.52	2.36	4.84	4.90	5.04	4.72	19.50	64784
1	40. 07	15.0 2	20. 02	2.60	2.41	2.64	2.44	5.21	4.82	5.29	4.88	20.20	67177
1	40. 00	15.0 0	20. 02	2.38	2.37	2.46	2.58	4.76	4.74	4.92	5.17	19.60	65267
1	40. 00	15.0 2	20. 00	2.60	2.39	2.45	2.71	5.20	4.78	4.90	5.42	20.30	67577
1	40. 00	14.9 7	20. 00	2.54	2.59	2.60	2.47	5.08	5.18	5.20	4.94	20.40	68136
1	40. 00	15.0 0	20. 00	2.67	2.68	2.40	2.62	5.34	5.36	4.80	5.24	20.74	69133
2	39. 97	15.3 0	20. 10	2.43	2.51	2.44	2.42	4.88	5.05	4.90	4.86	19.70	64052
2	40. 00	15.4 0	20. 22	2.51	2.45	2.42	2.44	5.08	4.95	4.89	4.93	19.86	63766
2	40. 05	15.3 2	20. 20	2.45	2.42	2.49	2.43	4.95	4.89	5.03	4.91	19.78	63903
2	40. 07	15.0 0	20. 17	2.51	2.47	2.49	2.44	5.06	4.98	5.02	4.92	19.99	66067
2	40. 02	15.2 0	20. 32	2.43	2.44	2.43	2.48	4.94	4.96	4.94	5.04	19.87	64342
2	40. 02	15.0 2	20. 17	2.51	2.43	2.43	2.47	5.06	4.90	4.90	4.98	19.85	65513
3	39. 97	15.1 2	20. 07	2.43	2.42	2.41	2.42	4.88	4.86	4.84	4.86	19.43	64021
3	40. 02	15.0 7	20. 25	2.41	2.41	2.41	2.41	4.88	4.88	4.88	4.88	19.52	63968

3	40.00	15.35	20.40	2.41	2.42	2.42	2.42	4.92	4.94	4.94	4.94	19.73	62997
3	40.00	15.12	20.22	2.41	2.41	2.41	2.41	4.87	4.87	4.87	4.87	19.49	63757
3	40.05	15.17	20.00	2.41	2.42	2.42	2.42	4.82	4.84	4.84	4.84	19.34	63744
3	39.92	15.05	20.37	2.42	2.41	2.42	2.42	4.93	4.91	4.93	4.93	19.70	64252
4	40.05	15.17	20.12	2.44	2.48	2.42	2.38	4.91	4.99	4.87	4.79	19.56	64074
4	39.95	15.22	20.07	2.41	2.45	2.43	2.47	4.84	4.92	4.88	4.96	19.59	64126
4	40.02	15.05	20.27	2.38	2.44	2.47	2.41	4.82	4.95	5.01	4.89	19.66	64452
4	40.00	15.35	20.05	2.47	2.43	2.43	2.45	4.95	4.87	4.87	4.91	19.61	63713
4	40.00	15.40	20.07	2.42	2.46	2.44	2.38	4.86	4.94	4.90	4.78	19.47	62987
4	40.00	15.37	20.05	2.41	2.47	2.44	2.39	4.83	4.95	4.89	4.79	19.47	63175
5	40.02	15.30	20.17	2.43	2.46	2.47	2.35	4.90	4.96	4.98	4.74	19.59	63464
5	39.97	15.42	20.22	2.38	2.41	2.35	2.35	4.81	4.87	4.75	4.75	19.19	61543
5	40.07	15.22	20.15	2.42	2.36	2.43	2.37	4.88	4.76	4.90	4.78	19.30	62943
5	40.00	15.00	20.35	2.38	2.40	2.44	2.43	4.84	4.88	4.97	4.95	19.64	64333
5	40.10	15.12	20.10	2.41	2.38	2.37	2.40	4.84	4.78	4.76	4.82	19.22	63228
5	39.95	15.07	20.10	2.37	2.41	2.35	2.42	4.76	4.84	4.72	4.86	19.20	63371
6	40.02	14.95	20.22	2.76	2.48	2.55	2.69	5.58	5.01	5.16	5.44	21.19	70100
6	39.95	15.15	19.97	2.63	2.72	2.66	2.75	5.25	5.43	5.31	5.49	21.49	71023
6	40.02	15.35	20.02	2.72	2.60	2.49	2.73	5.45	5.21	4.98	5.47	21.10	68664
6	40.00	15.50	20.10	2.72	2.69	2.50	2.59	5.47	5.41	5.03	5.21	21.11	67742
6	40.05	15.02	20.15	2.52	2.70	2.60	2.50	5.08	5.44	5.24	5.04	20.79	68708
6	39.97	15.25	20.27	2.57	2.68	2.71	2.71	5.21	5.43	5.49	5.49	21.63	69967
7	40.05	15.12	20.15	2.86	2.87	2.88	2.68	5.76	5.78	5.80	5.40	22.75	74669
7	39.95	15.15	20.27	2.76	2.69	2.85	2.86	5.59	5.45	5.78	5.80	22.62	73663

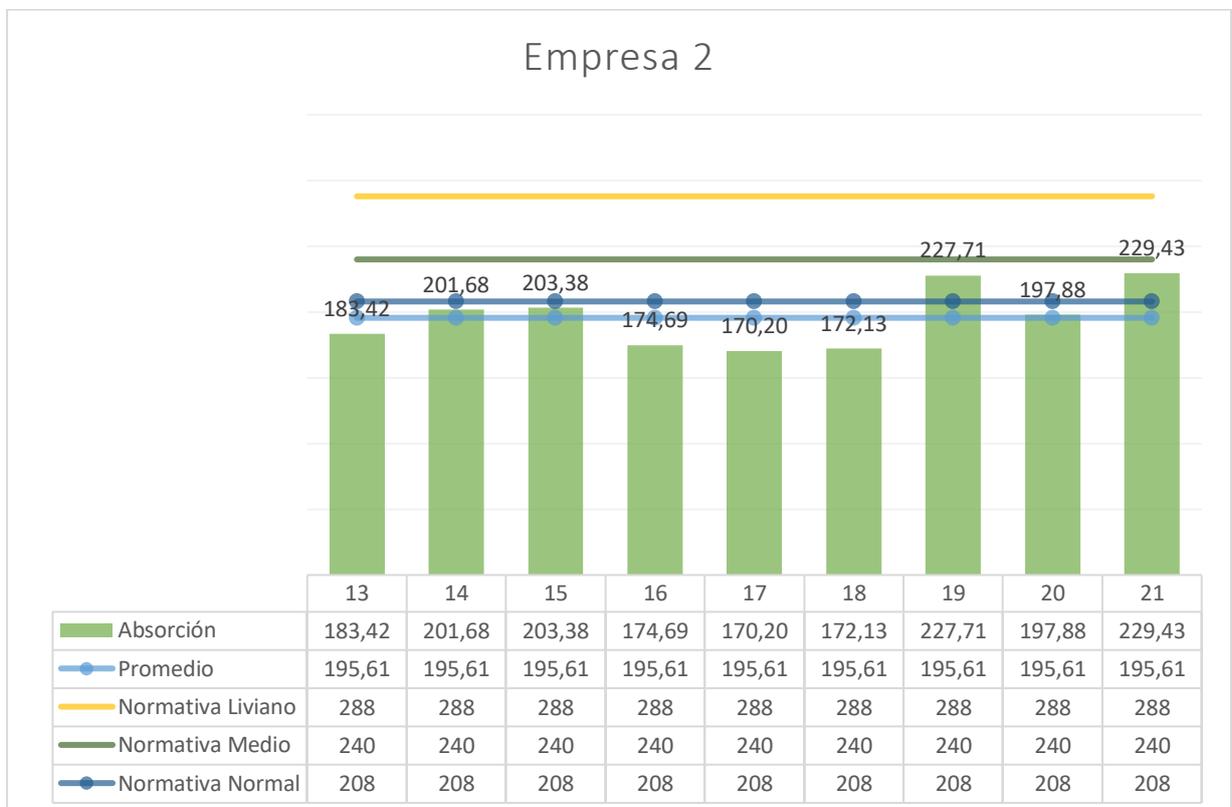
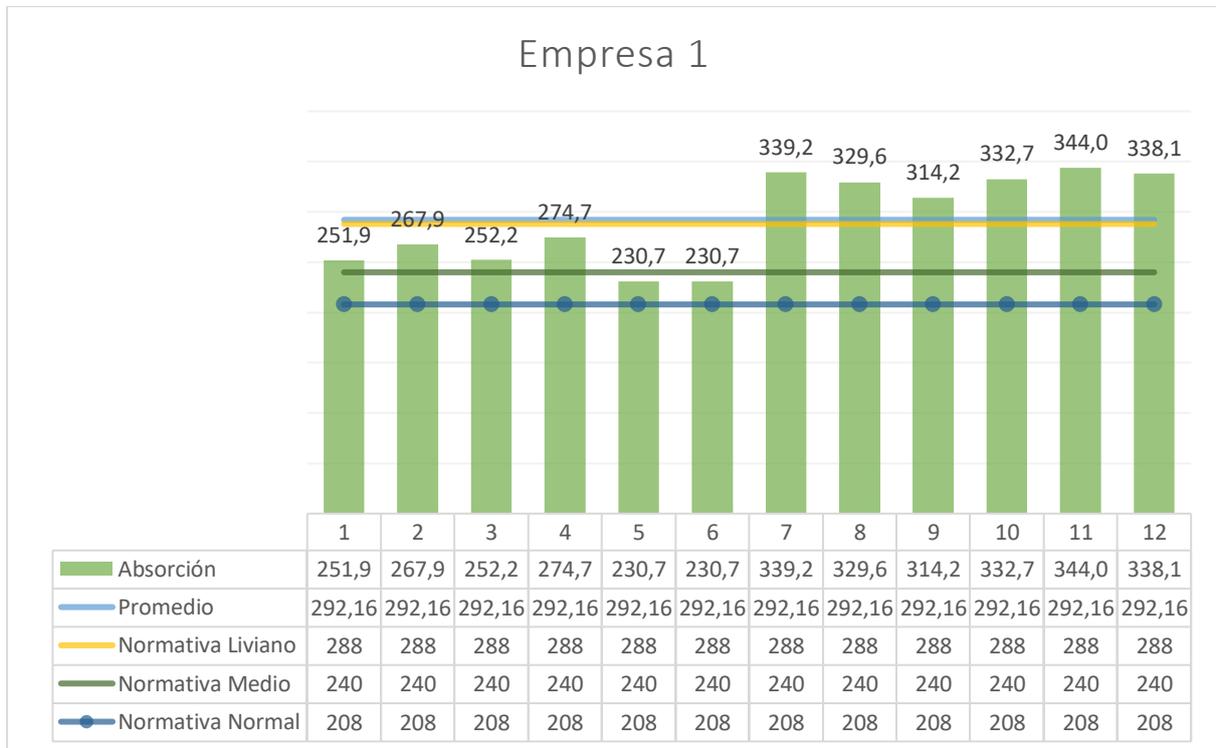
7	40.02	15.20	20.25	2.80	2.68	2.72	2.73	5.67	5.43	5.51	5.53	22.13	71908
7	39.95	15.05	20.20	2.85	2.80	2.84	2.86	5.76	5.66	5.74	5.78	22.93	75415
7	40.00	15.20	20.00	2.85	2.86	2.85	2.73	5.70	5.72	5.70	5.46	22.58	74276
7	39.97	15.22	20.35	2.70	2.82	2.81	2.81	5.49	5.74	5.72	5.72	22.67	73193
8	40.10	15.15	20.12	2.72	2.33	2.46	2.57	5.47	4.69	4.95	5.17	20.28	66535
8	40.00	14.82	20.30	2.34	2.33	2.38	2.41	4.75	4.73	4.83	4.89	19.20	63833
8	40.10	15.20	20.22	2.70	2.44	2.59	2.46	5.46	4.93	5.24	4.97	20.60	67039
8	40.00	15.10	20.27	2.43	2.56	2.42	2.70	4.93	5.19	4.91	5.47	20.49	66954
8	39.97	15.15	20.22	2.54	2.54	2.35	2.45	5.14	5.14	4.75	4.95	19.98	65215
8	39.97	15.05	20.07	2.67	2.37	2.37	2.53	5.36	4.76	4.76	5.08	19.95	66047

*Dimensiones de tabiques de bloques de hormigón*

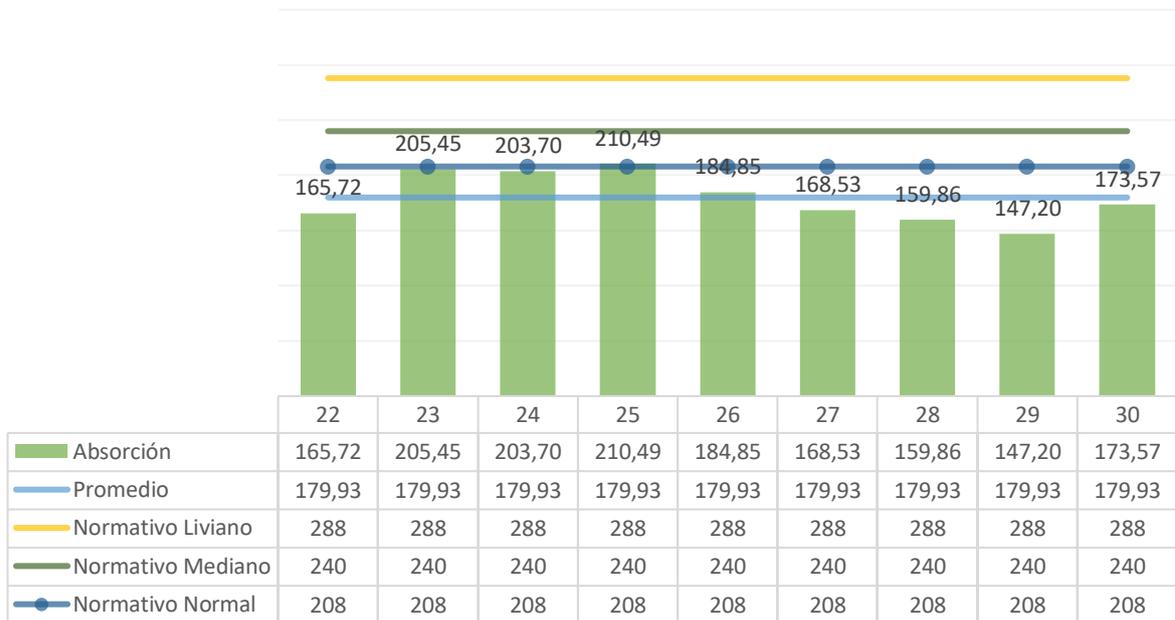
Empresa	largo	ancho	altura	tabique 1	tabique 2	tabique 3	tabique 4	At 1 (mm2)	At 2 (mm2)	At 3 (mm2)	At 4 (mm2)	Att (mm2)	Atn (mm2/m2)
1	40.02	15.00	19.85	2.49	2.51	2.59	2.46	4.94	4.98	5.14	4.88	19.95	67000
1	39.97	14.97	19.60	2.48	2.50	2.58	2.45	4.86	4.90	5.06	4.80	19.62	66867
1	40.00	15.00	19.62	2.50	2.48	2.59	2.47	4.91	4.87	5.08	4.85	19.70	66933
1	39.97	15.00	19.70	2.47	2.49	2.59	2.48	4.87	4.91	5.10	4.89	19.76	66867
1	40.02	15.05	19.95	2.48	2.51	2.57	2.49	4.95	5.01	5.13	4.97	20.05	66777
1	40.05	15.05	19.52	2.49	2.50	2.55	2.48	4.86	4.88	4.98	4.84	19.56	66578
1	40.00	15.00	19.97	2.48	2.52	2.58	2.49	4.95	5.03	5.15	4.97	20.11	67133
1	39.97	15.00	20.02	2.47	2.57	2.54	2.55	4.94	5.15	5.09	5.11	20.28	67533
1	40.00	15.00	20.05	2.58	2.50	2.60	2.59	5.17	5.01	5.21	5.19	20.59	68467
1	40.05	15.02	19.97	2.60	2.56	2.47	2.48	5.19	5.11	4.93	4.95	20.19	67310
1	40.00	15.00	19.95	2.46	2.46	2.47	2.55	4.91	4.91	4.93	5.09	19.83	66267
1	40.00	14.95	19.97	2.49	2.54	2.58	2.46	4.97	5.07	5.15	4.91	20.11	67358
2	39.97	14.95	19.97	2.63	2.75	2.62		5.25	5.49	5.23	0.00	15.98	53512
2	39.95	14.97	20.02	2.64	2.70	2.63		5.29	5.41	5.27	0.00	15.96	53240
2	40.02	15.00	19.97	2.70	2.62	2.61		5.39	5.23	5.21	0.00	15.84	52867
2	40.02	15.02	20.00	2.73	2.69	2.72		5.46	5.38	5.44	0.00	16.28	54194
2	39.97	15.02	20.00	2.73	2.71	2.60		5.46	5.42	5.20	0.00	16.08	53529
2	40.02	15.00	20.00	2.64	2.60	2.68		5.28	5.20	5.36	0.00	15.84	52800
2	39.97	15.02	20.05	2.60	2.60	2.61		5.21	5.21	5.23	0.00	15.66	51997
2	39.97	15.00	19.97	2.67	2.72	2.69		5.33	5.43	5.37	0.00	16.14	53867
2	39.95	15.00	20.02	2.68	2.66	2.73		5.37	5.33	5.47	0.00	16.16	53800
3	40.00	15.00	19.97	2.46	2.94	2.54		4.91	5.87	5.07	0.00	15.86	52933

3	39.90	14.97	19.97	2.54	2.86	2.65		5.07	5.71	5.29	0.00	16.08	53774
3	40.00	15.00	19.97	2.62	2.91	2.45		5.23	5.81	4.89	0.00	15.94	53200
3	40.02	14.97	20.00	2.77	2.88	2.64		5.54	5.76	5.28	0.00	16.58	55377
3	39.97	14.97	19.97	2.71	2.92	2.65		5.41	5.83	5.29	0.00	16.54	55311
3	39.97	14.95	20.05	2.55	2.77	2.45		5.11	5.55	4.91	0.00	15.58	51973
3	40.02	15.02	19.97	2.46	2.92	2.60		4.91	5.83	5.19	0.00	15.94	53129
3	40.00	15.00	20.02	2.77	2.85	2.50		5.55	5.71	5.01	0.00	16.26	54133
3	40.02	15.05	19.97	2.75	2.89	2.53		5.49	5.77	5.05	0.00	16.32	54286
4	40.02	15.00	19.97	2.65	2.75	2.63		5.29	5.49	5.25	0.00	16.04	53533
4	40.00	14.97	20.05	2.74	2.64	2.74		5.49	5.29	5.49	0.00	16.28	54242
4	39.97	15.02	20.00	2.68	2.63	2.74		5.36	5.26	5.48	0.00	16.10	53595
4	40.00	15.02	20.05	2.74	2.69	2.65		5.49	5.39	5.31	0.00	16.20	53795
4	40.02	14.95	20.00	2.69	2.68	2.66		5.38	5.36	5.32	0.00	16.06	53712
4	40.02	14.97	19.97	2.66	2.72	2.63		5.31	5.43	5.25	0.00	16.00	53507
4	39.97	15.00	19.97	2.65	2.66	2.73		5.29	5.31	5.45	0.00	16.06	53600
4	40.02	15.07	19.97	2.64	2.74	2.69		5.27	5.47	5.37	0.00	16.12	53550
4	39.95	14.97	20.00	2.67	2.68	2.65		5.34	5.36	5.30	0.00	16.00	53440
5	39.95	15.05	19.97	2.49	2.51	2.59	2.46	4.97	5.01	5.17	4.91	20.07	66777
5	40.02	14.95	19.97	2.56	2.54	2.49	2.50	5.11	5.07	4.97	4.99	20.15	67492
5	40.00	14.97	20.00	2.58	2.59	2.50	2.56	5.16	5.18	5.00	5.12	20.46	68337
5	40.02	15.00	20.05	2.59	2.55	2.49	2.54	5.19	5.11	4.99	5.09	20.39	67800
5	40.00	15.02	20.00	2.51	2.56	2.51	2.57	5.02	5.12	5.02	5.14	20.30	67577
5	40.02	15.00	19.95	2.53	2.55	2.54	2.46	5.05	5.09	5.07	4.91	20.11	67200
5	39.97	15.02	20.02	2.51	2.52	2.56	2.49	5.03	5.05	5.13	4.98	20.18	67111
5	40.02	15.05	20.00	2.50	2.52	2.49	2.55	5.00	5.04	4.98	5.10	20.12	66844
5	40.00	15.00	19.97	2.55	2.55	2.47	2.54	5.09	5.09	4.93	5.07	20.19	67400

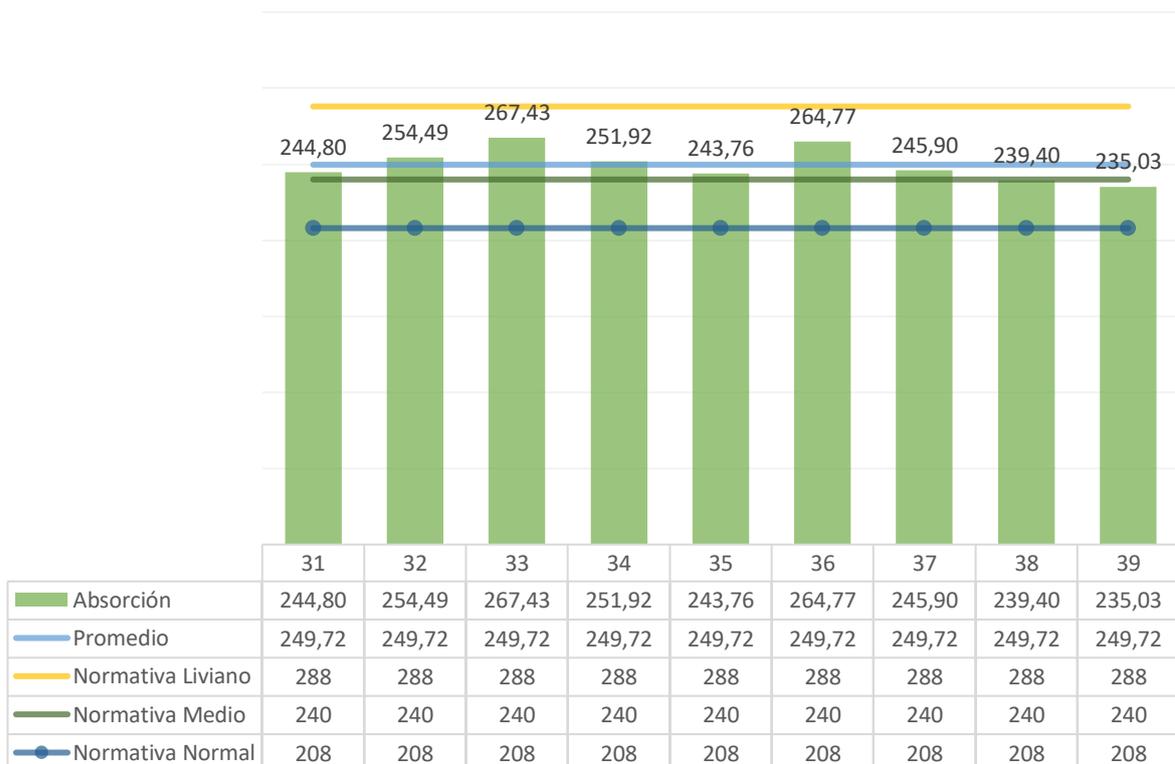
**Anexo C. Absorción, cada empresa (bloque de hormigón)**

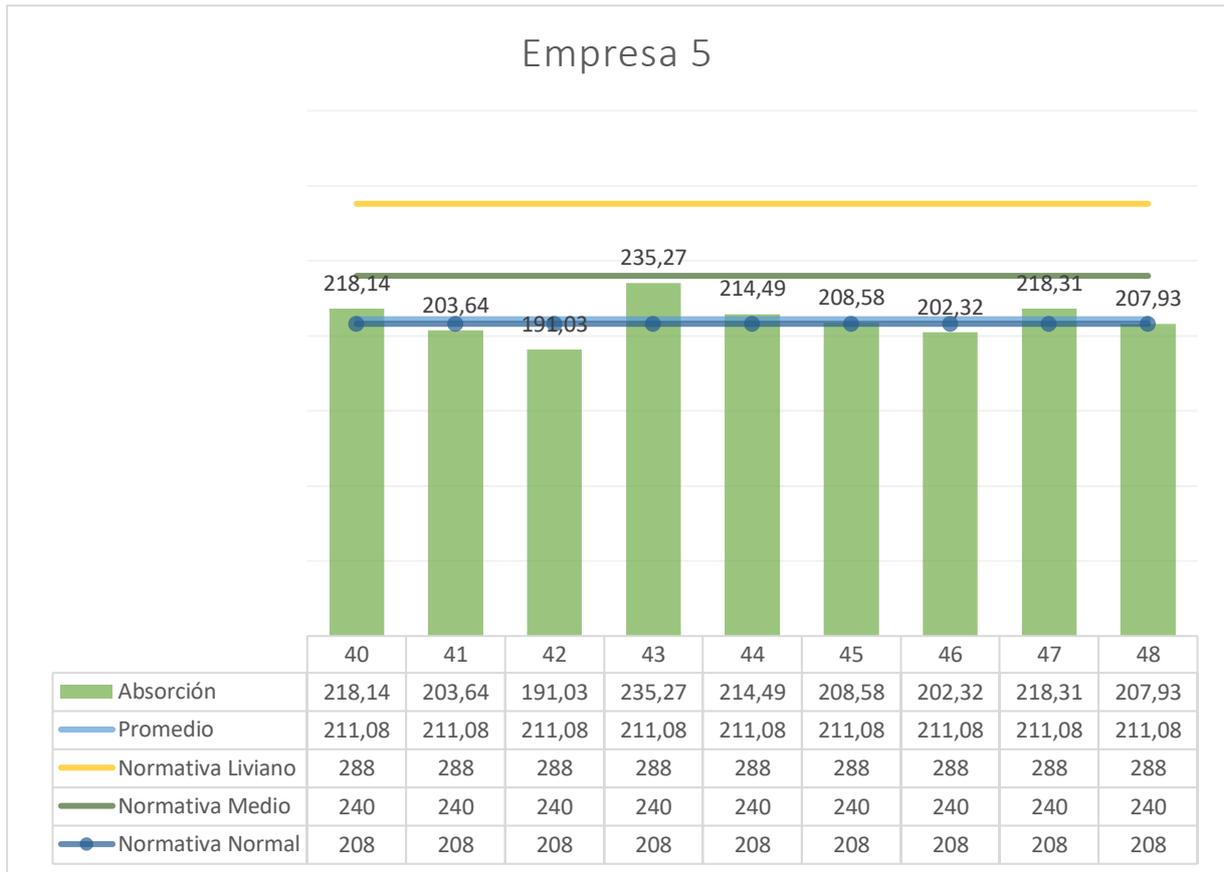


### Empresa 3

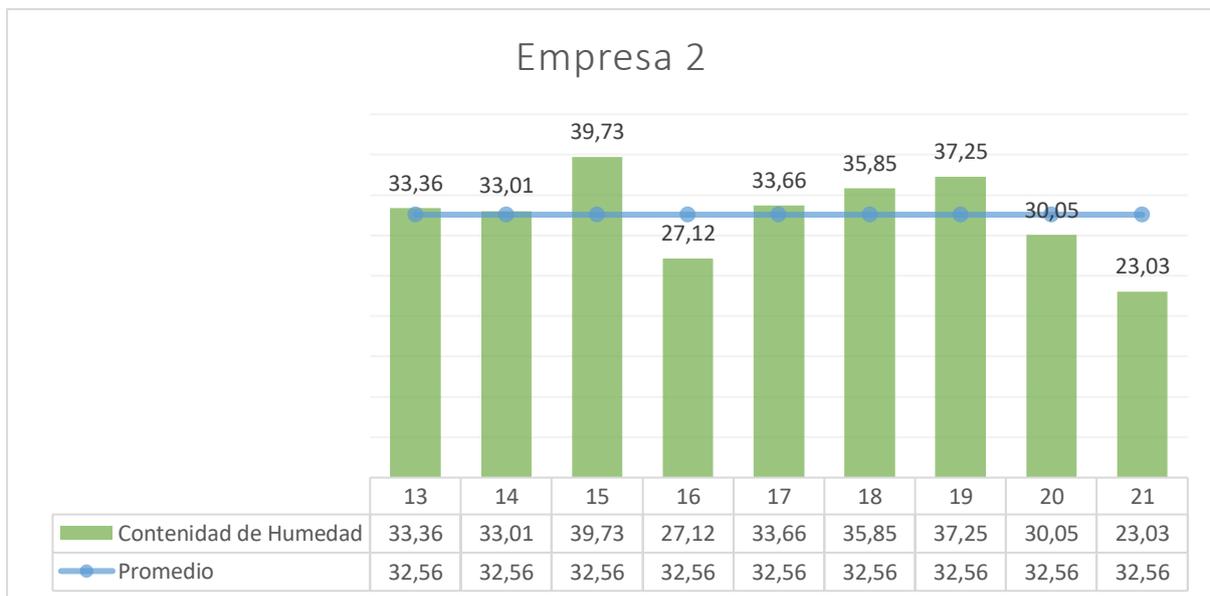
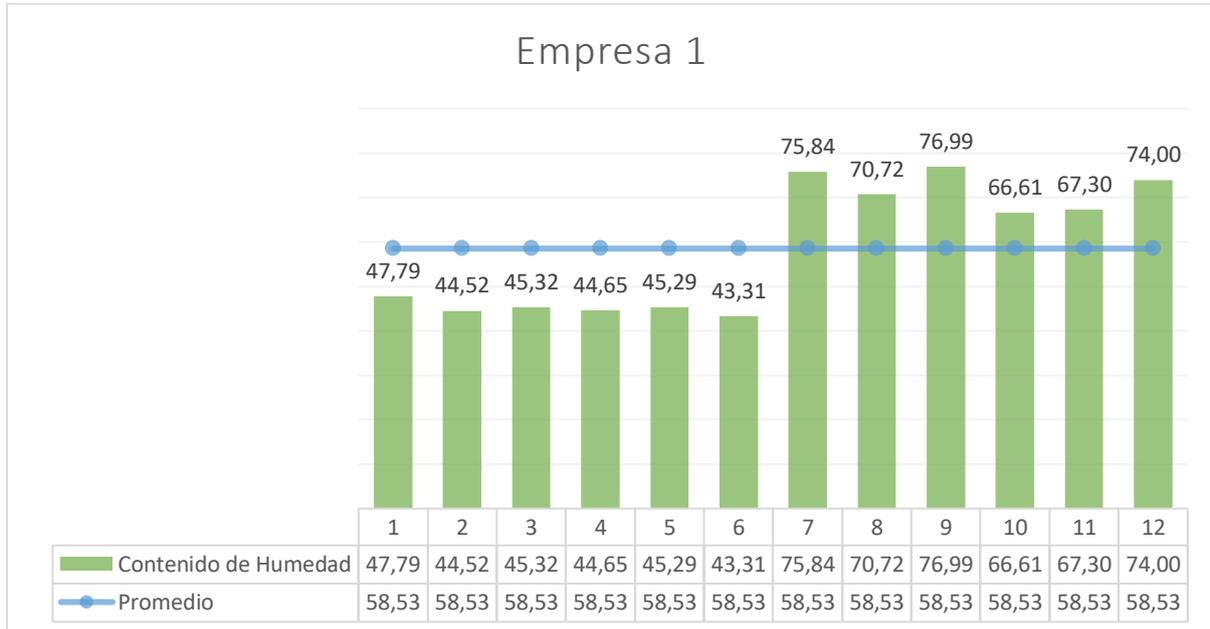


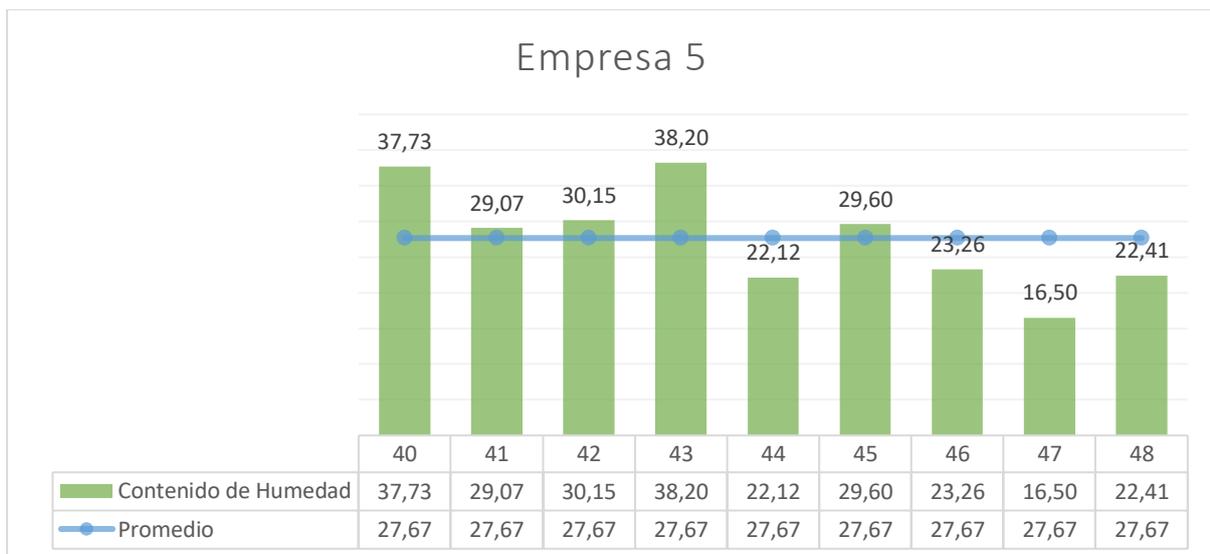
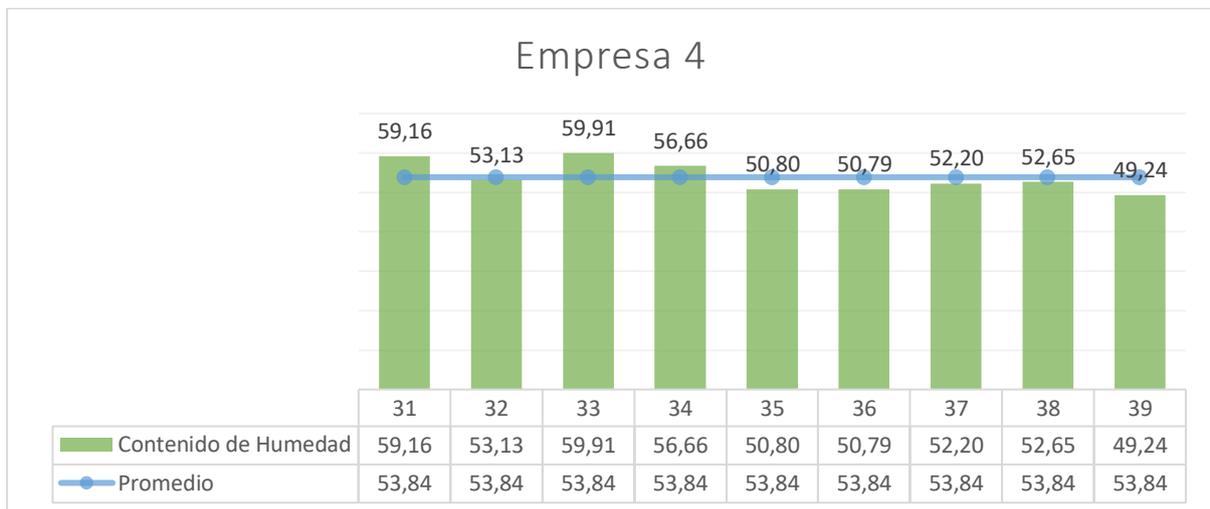
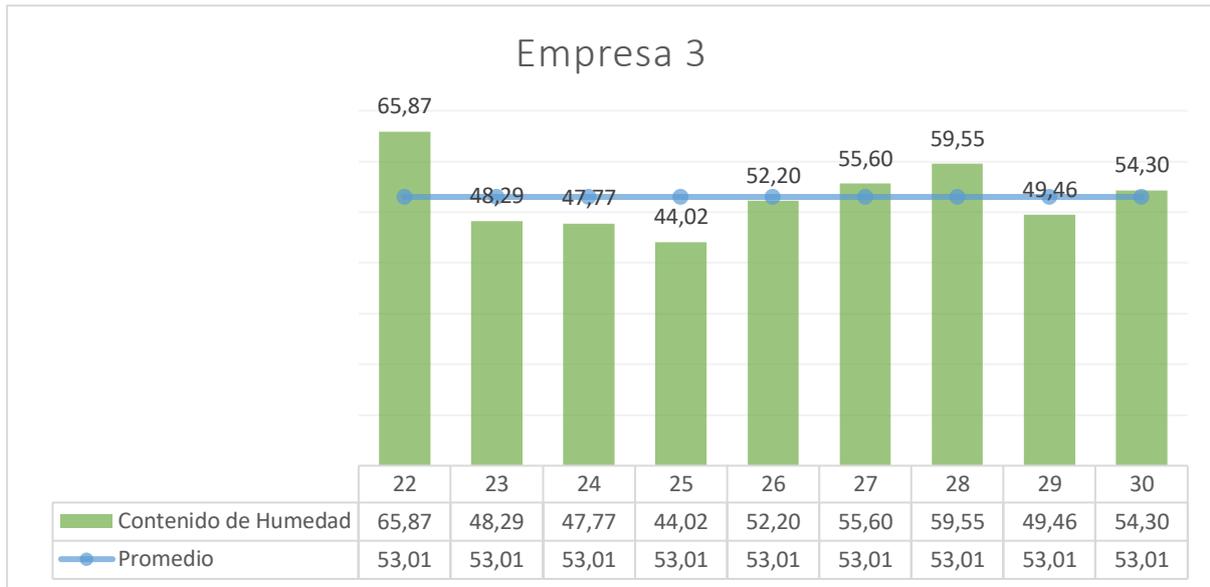
### Empresa 4



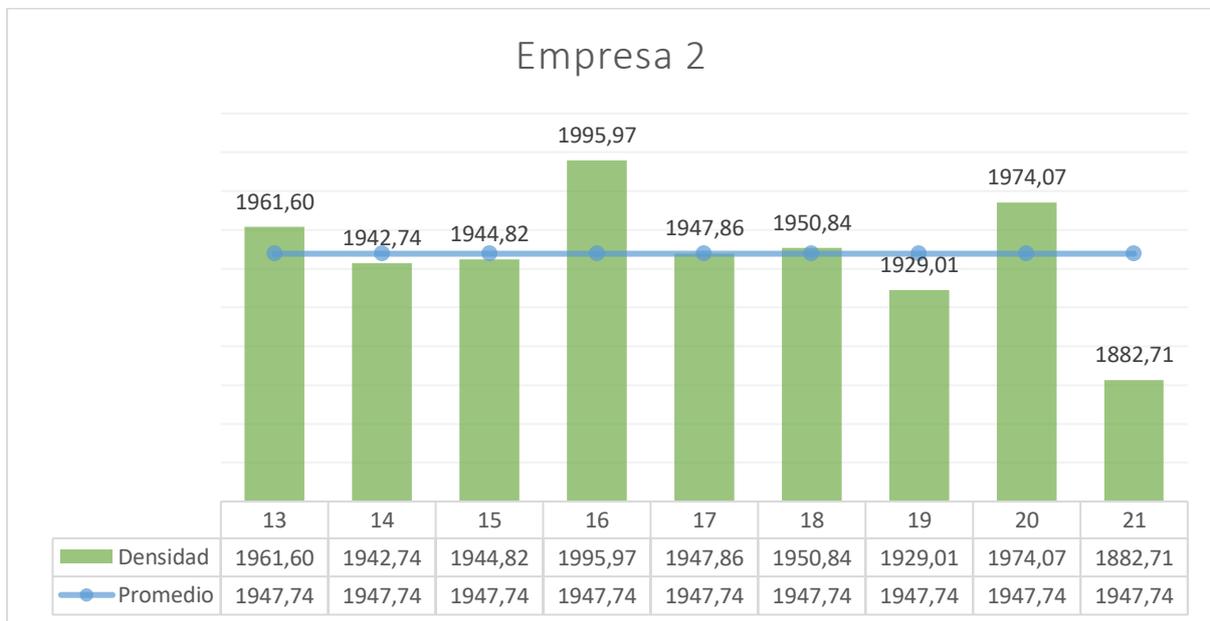
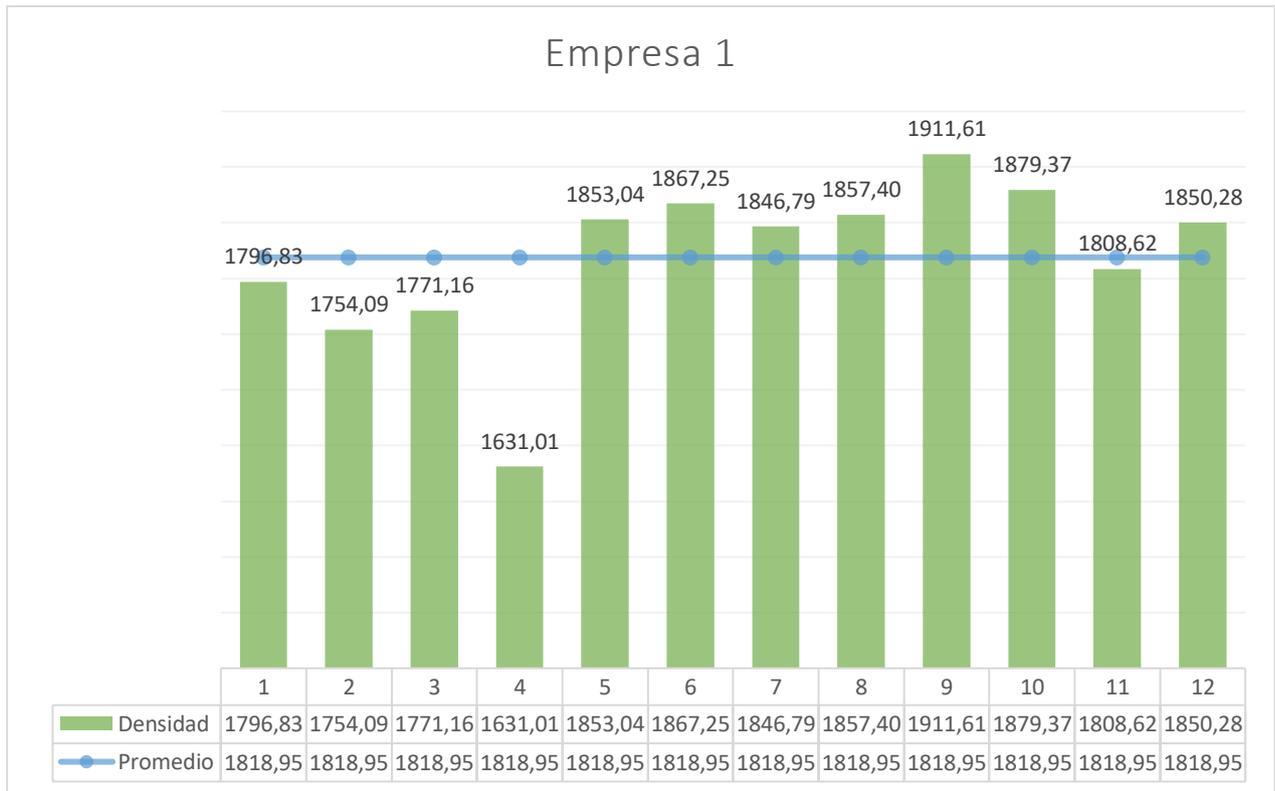


**Anexo D. Porcentaje de contenido de humedad (bloque de hormigón).**

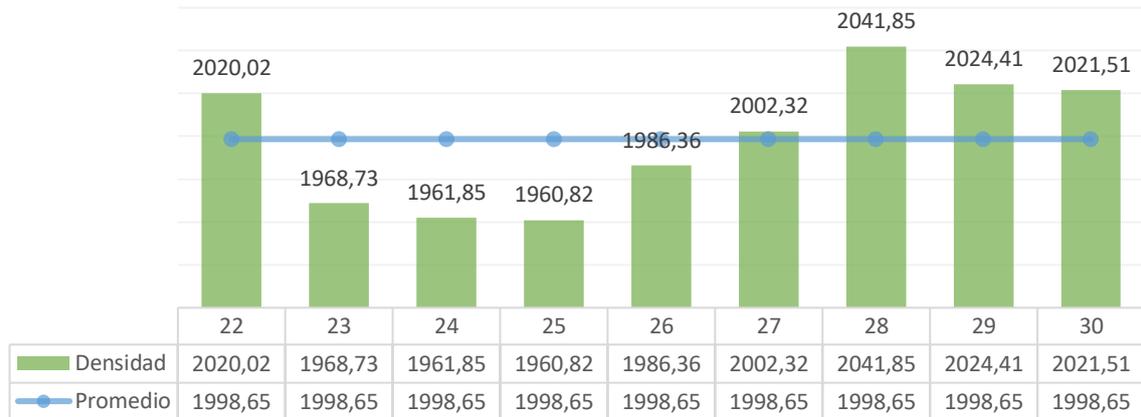




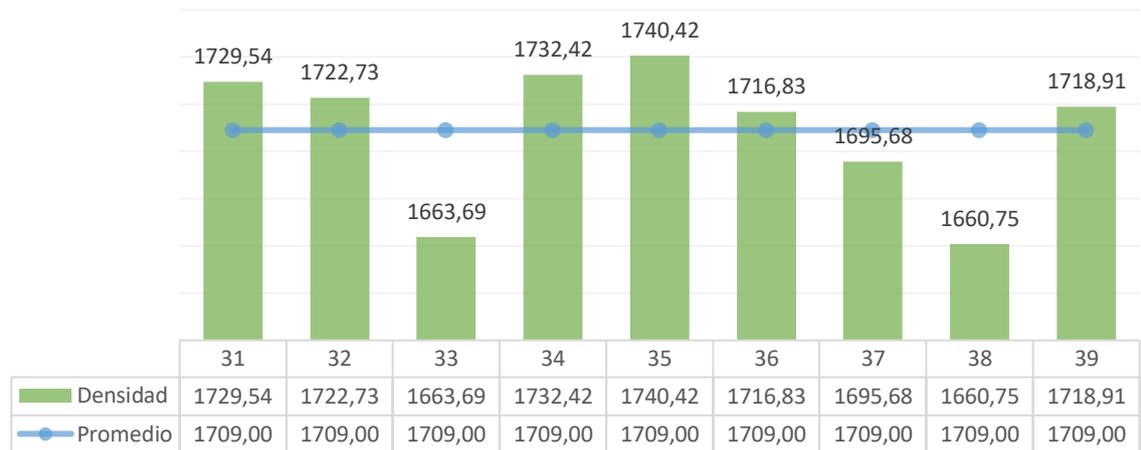
**Anexo E. Densidad (bloque de hormigón).**



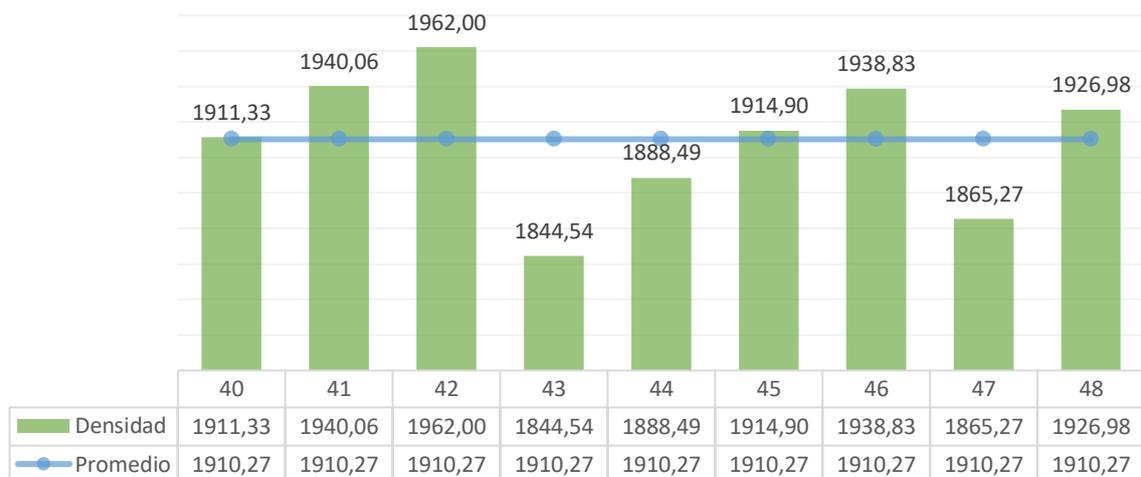
### Empresa 3



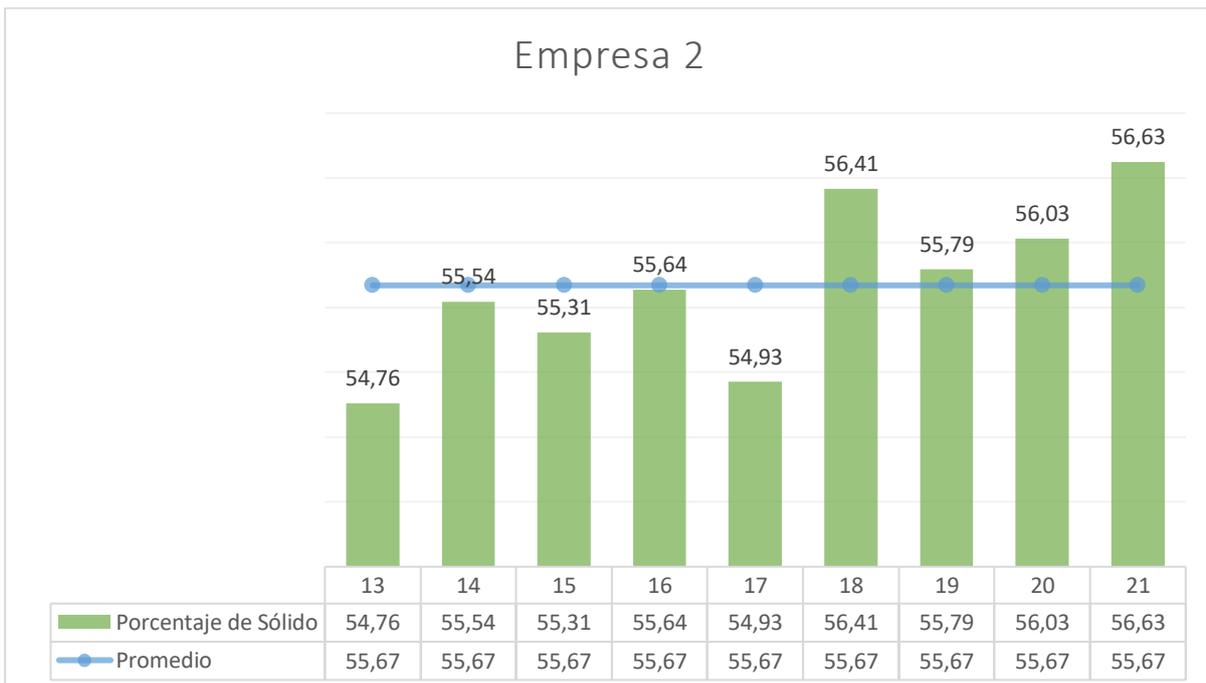
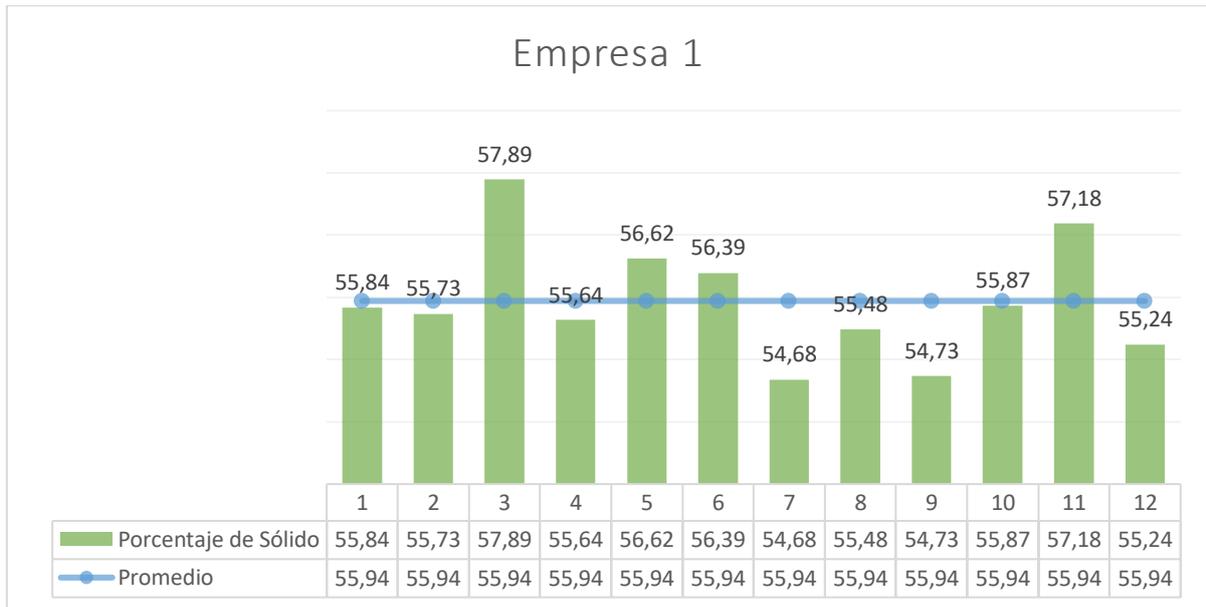
### Empresa 4

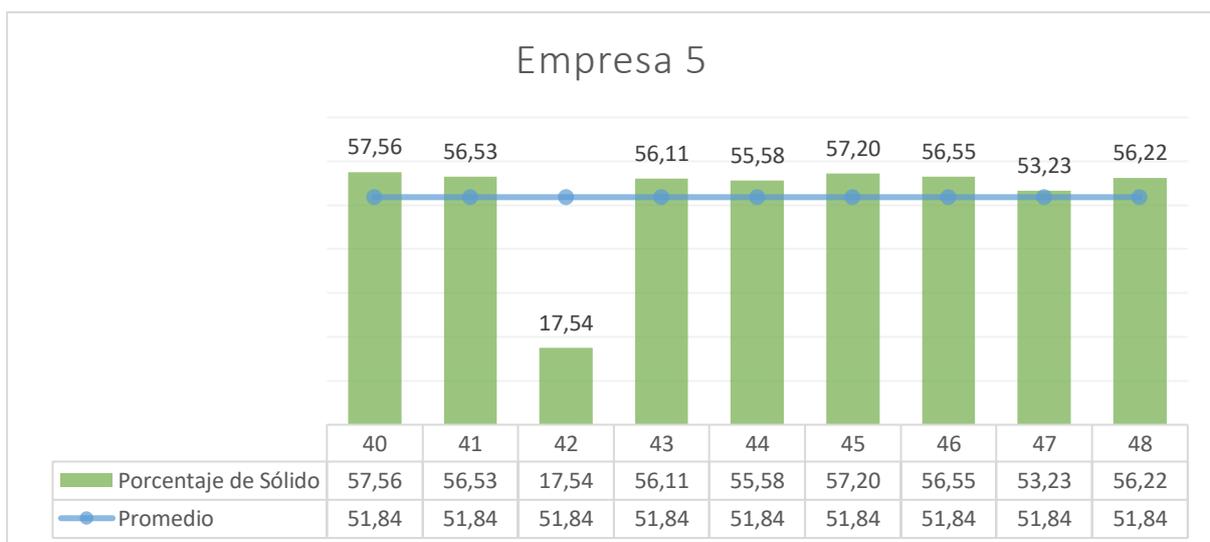
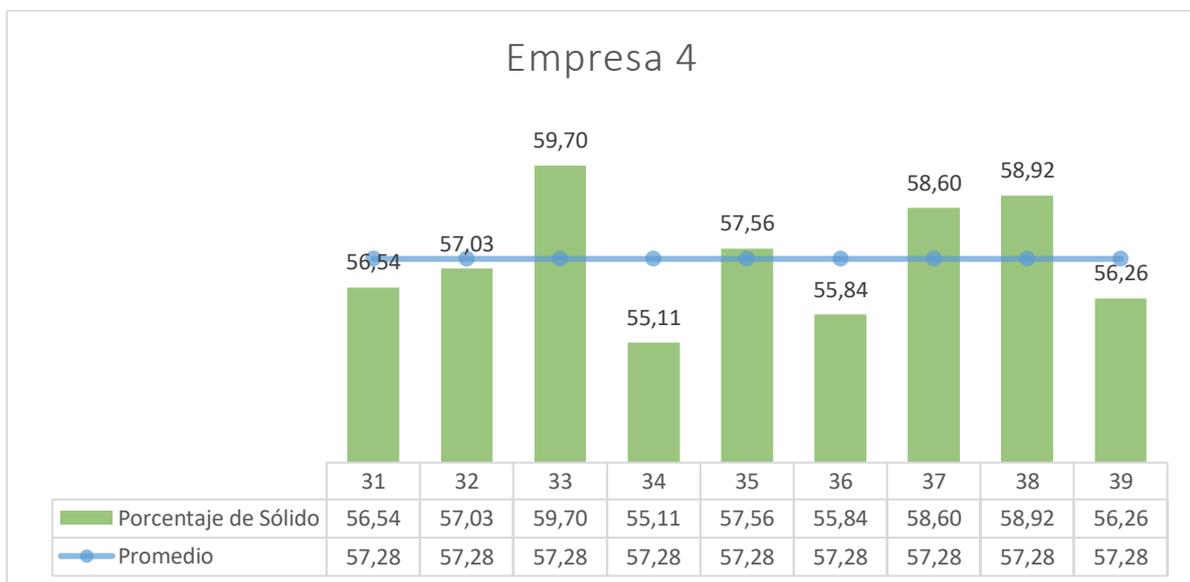
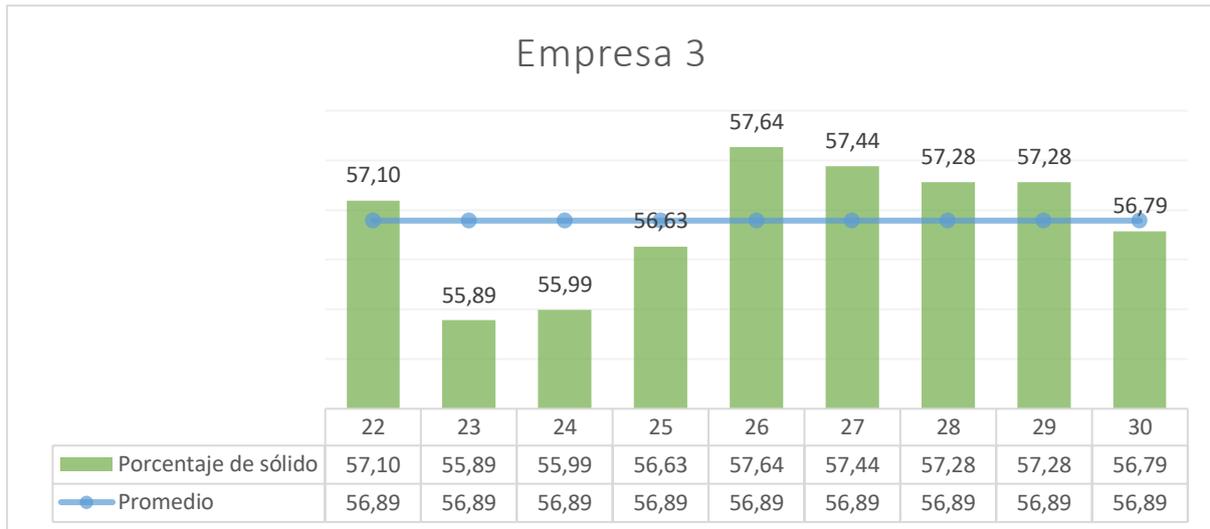


### Empresa 5

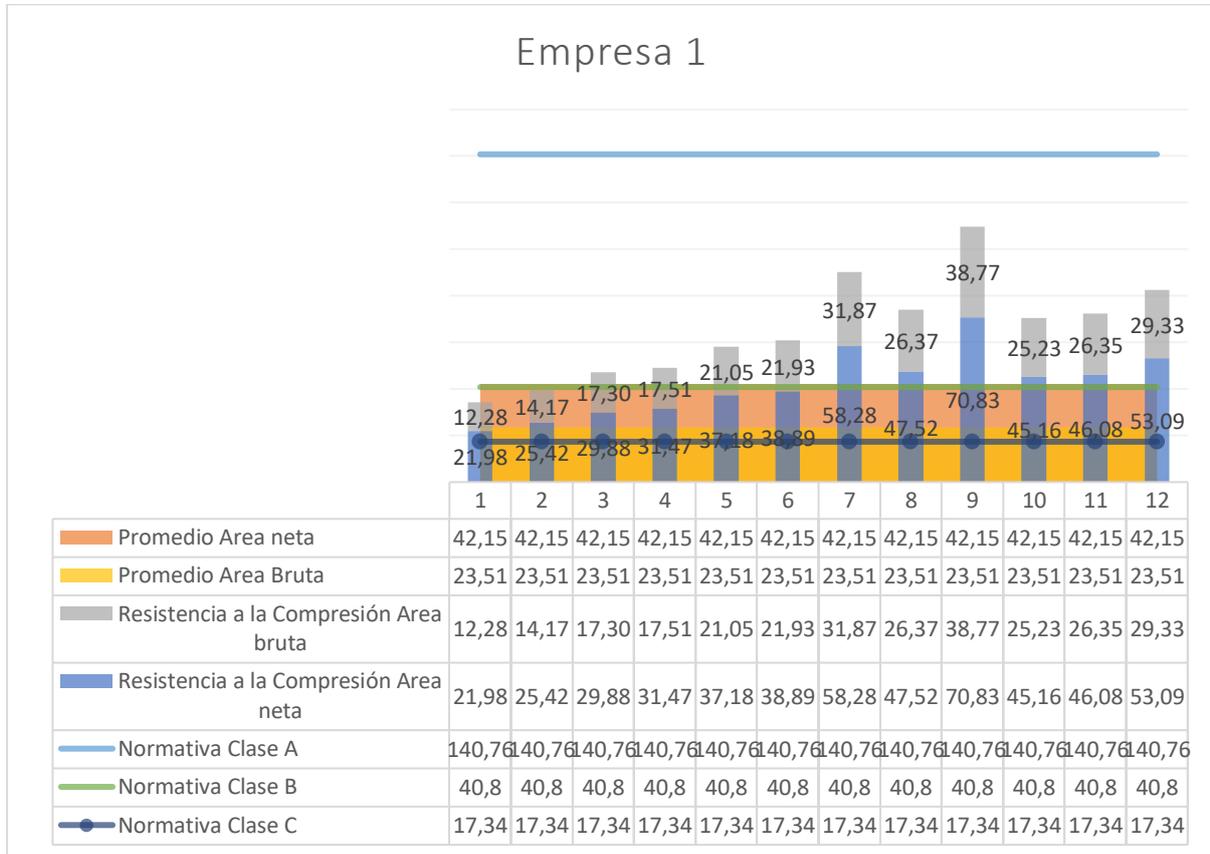


**Anexo F. Porcentaje de sólido (bloque de hormigón)**

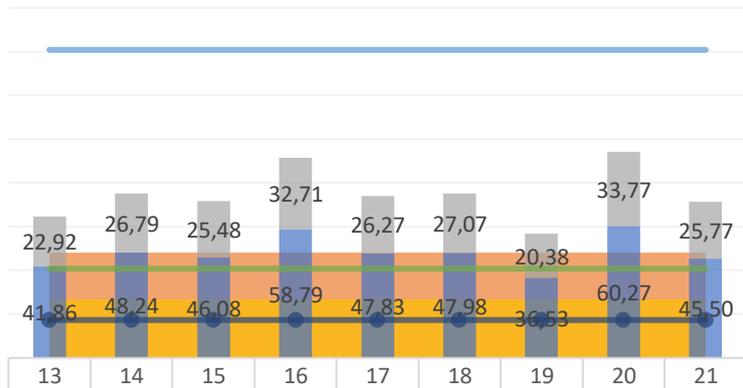




**Anexo G. Resistencia a la compresión simple del área neta (bloque de hormigón).**

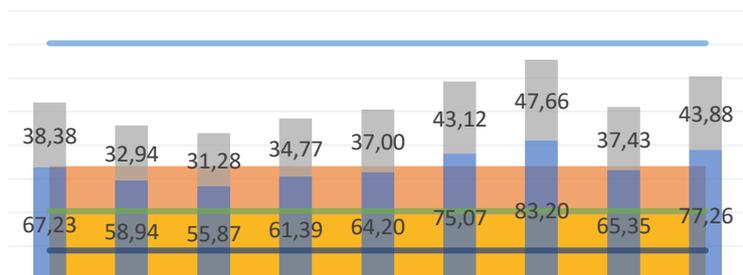


### Empresa 2



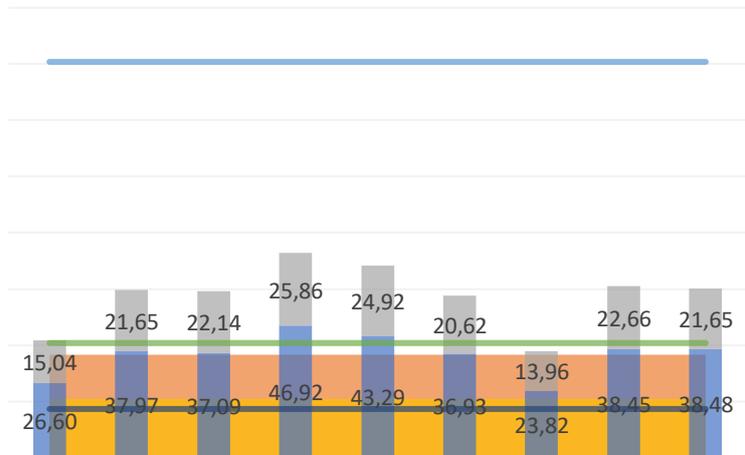
	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Promedio Area neta	48,12	48,12	48,12	48,12	48,12	48,12	48,12	48,12	48,12
Promedio Area Bruta	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80	26,80
Resistencia a la Compresión Area Bruta	22,92	26,79	25,48	32,71	26,27	27,07	20,38	33,77	25,77
Resistencia a la Compresión Area neta	41,86	48,24	46,08	58,79	47,83	47,98	36,53	60,27	45,50
Normativa Clase A	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76
Normativa Clase B	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8
Normativa Clase C	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34

### Empresa 3



	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Promedio Area neta	67,61	67,61	67,61	67,61	67,61	67,61	67,61	67,61	67,61
Promedio Area Bruta	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50	38,50
Resistencia a la Compresión Area Bruta	38,38	32,94	31,28	34,77	37,00	43,12	47,66	37,43	43,88
Resistencia a la Compresión Area neta	67,23	58,94	55,87	61,39	64,20	75,07	83,20	65,35	77,26
Normativa Clase A	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76
Normativa Clase B	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8
Normativa Clase C	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34

### Empresa 4



	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Promedio Area neta	36,62	36,62	36,62	36,62	36,62	36,62	36,62	36,62	36,62
Promedio Area bruta	20,94	20,94	20,94	20,94	20,94	20,94	20,94	20,94	20,94
Resistencia a la Compresión Area bruta	15,04	21,65	22,14	25,86	24,92	20,62	13,96	22,66	21,65
Resistencia a la Compresión Area neta	26,60	37,97	37,09	46,92	43,29	36,93	23,82	38,45	38,48
Normativa Clase A	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76	140,76
Normativa Clase B	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8	40,8
Normativa Clase C	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34	17,34

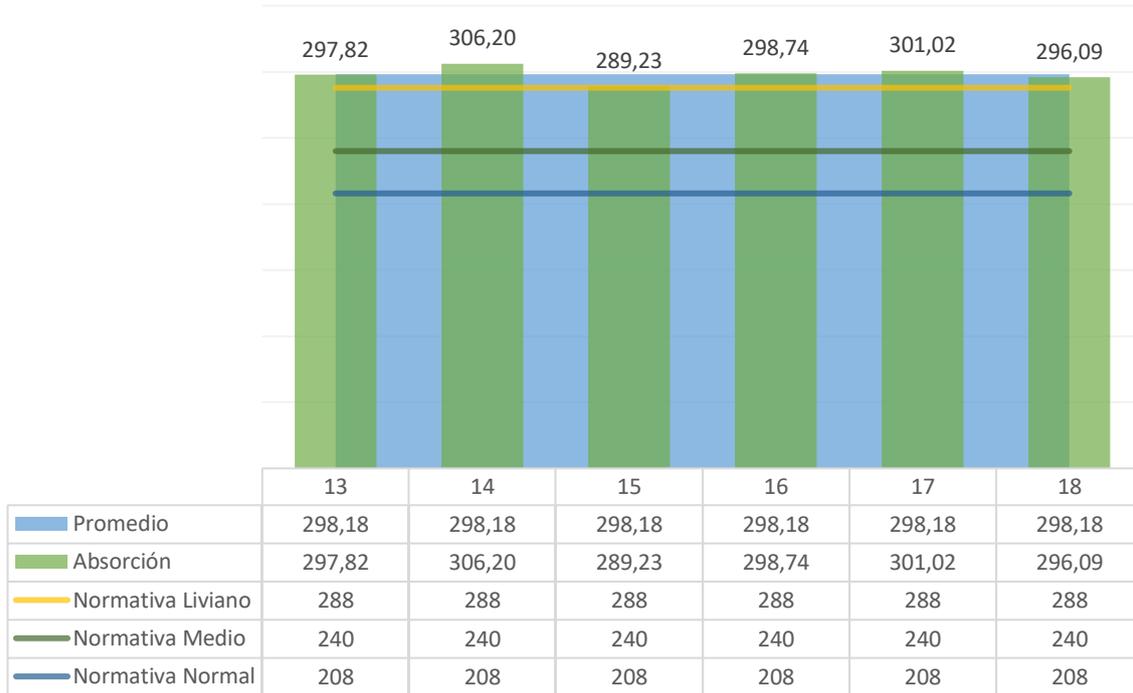
### Empresa 5



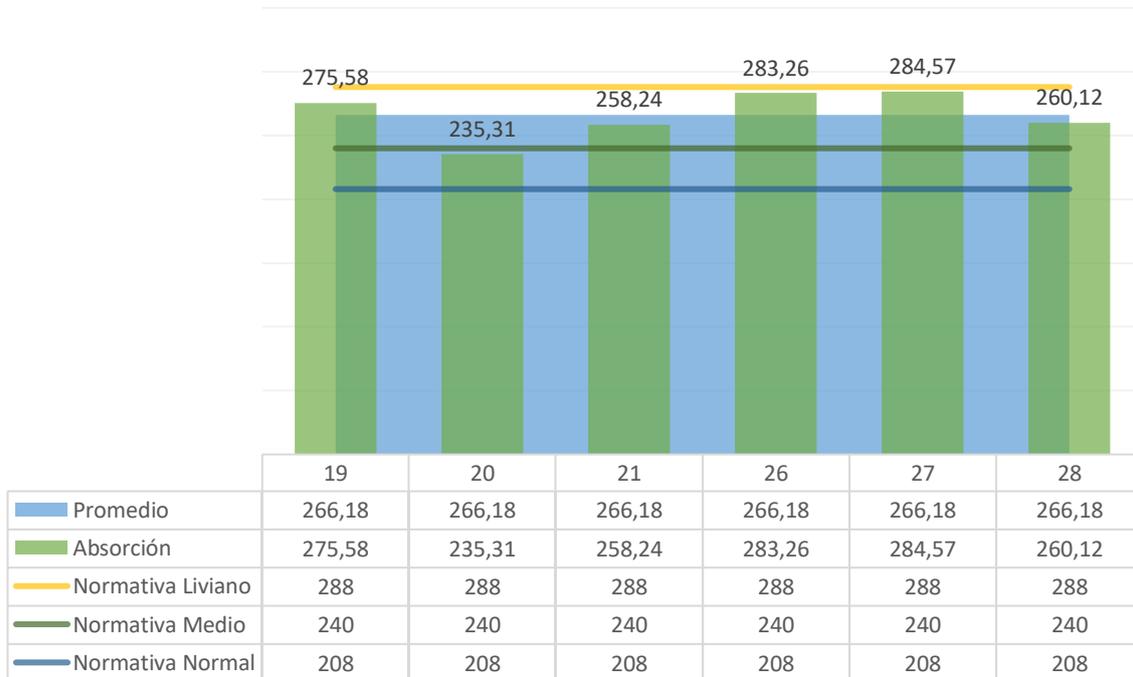
**Anexo H.** Absorción (bloque de pómez).

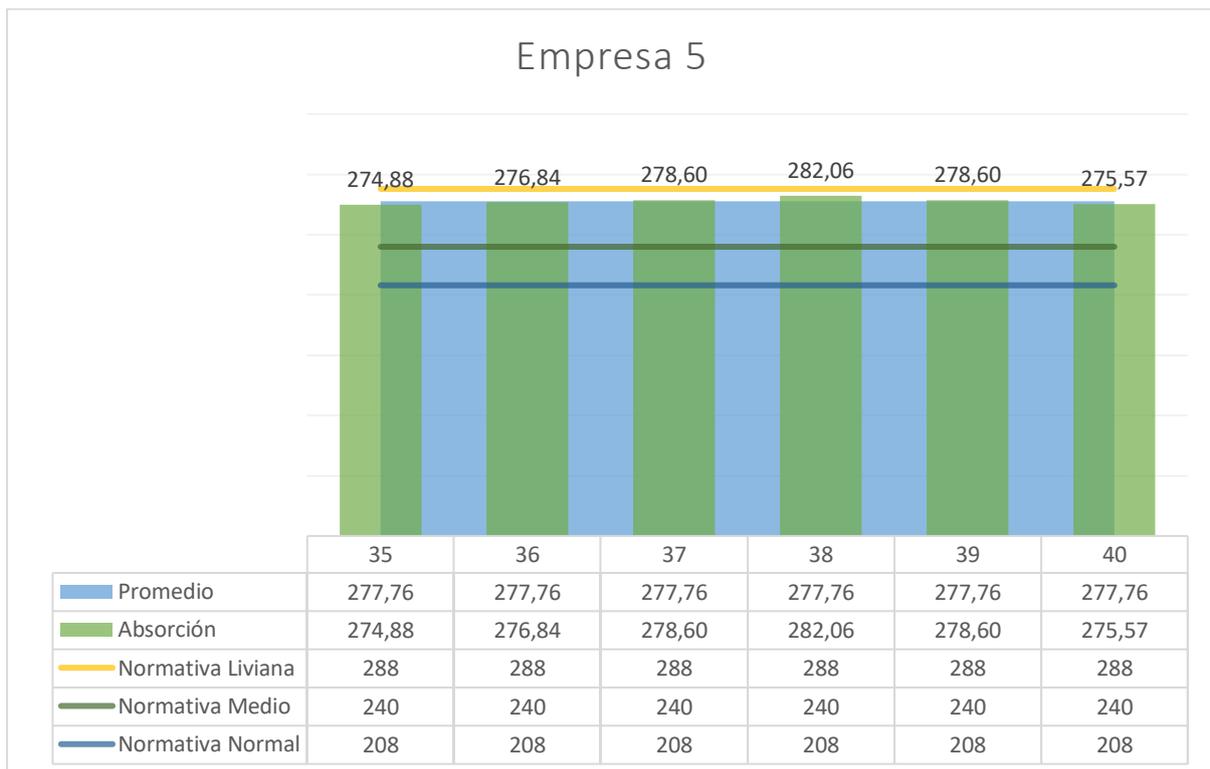
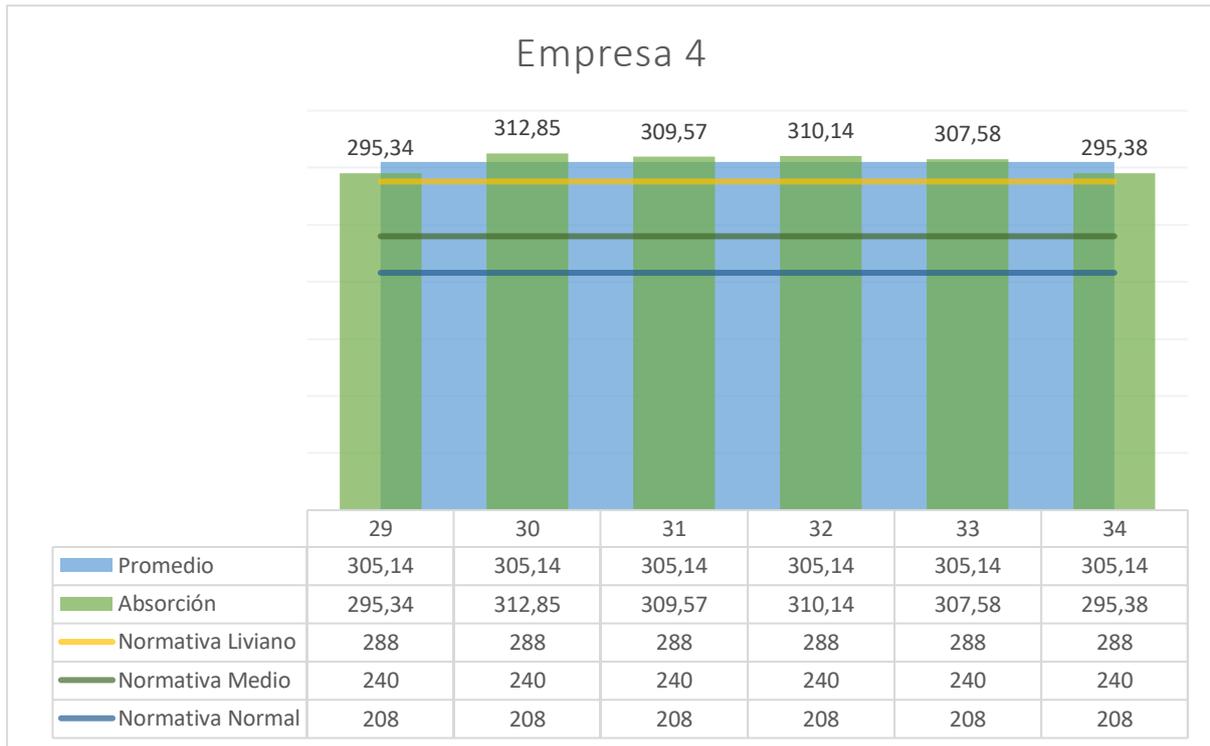


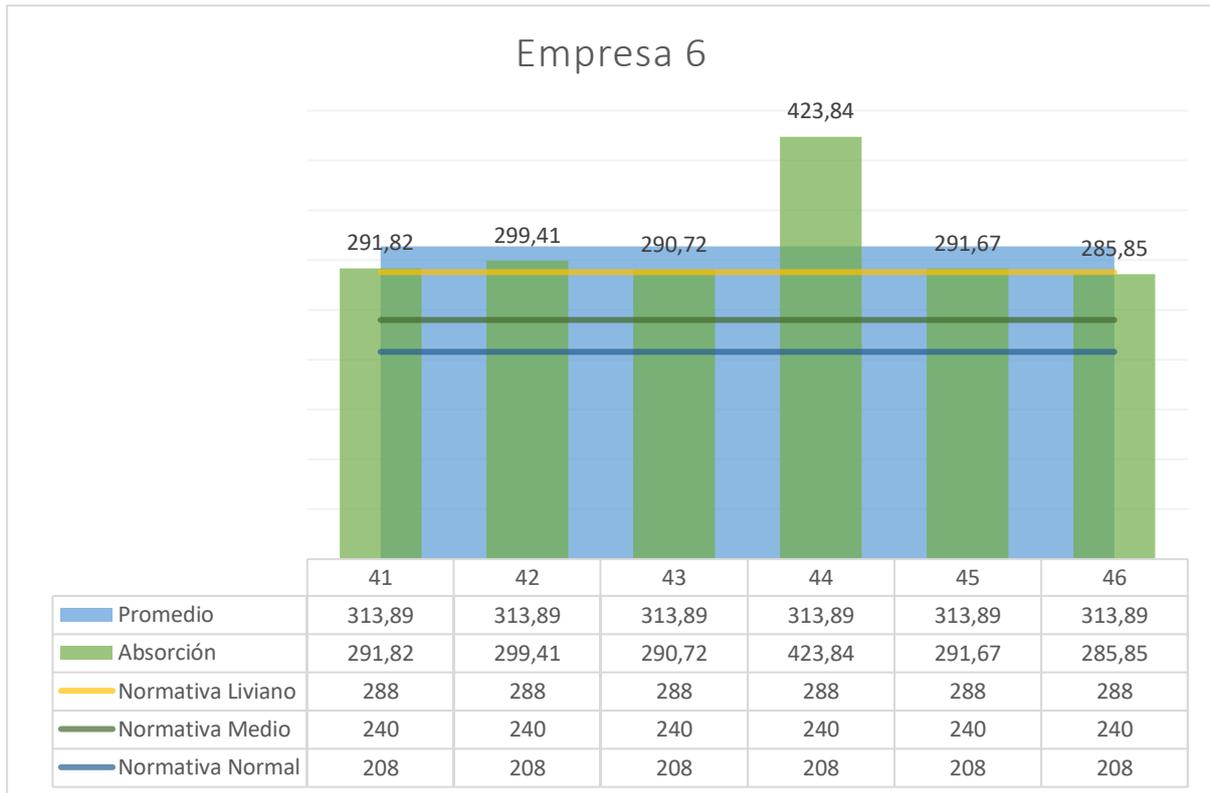
### Empresa 2

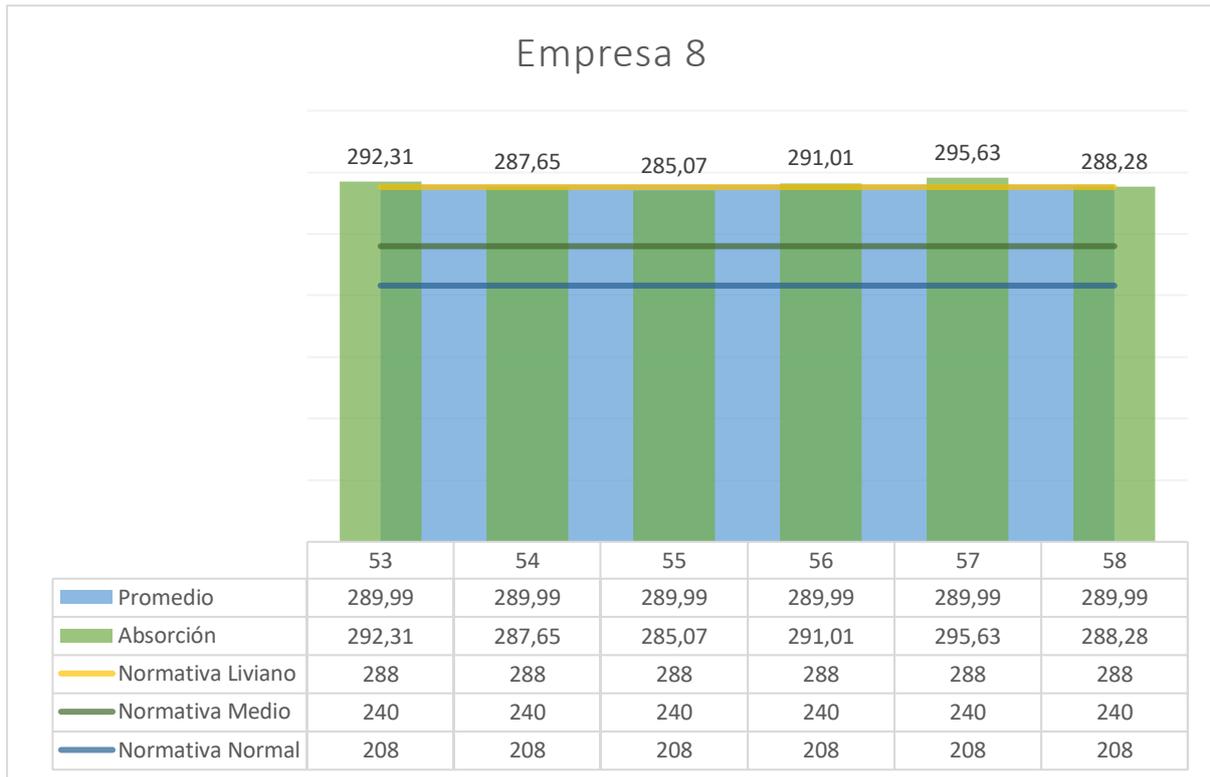


### Empresa 3

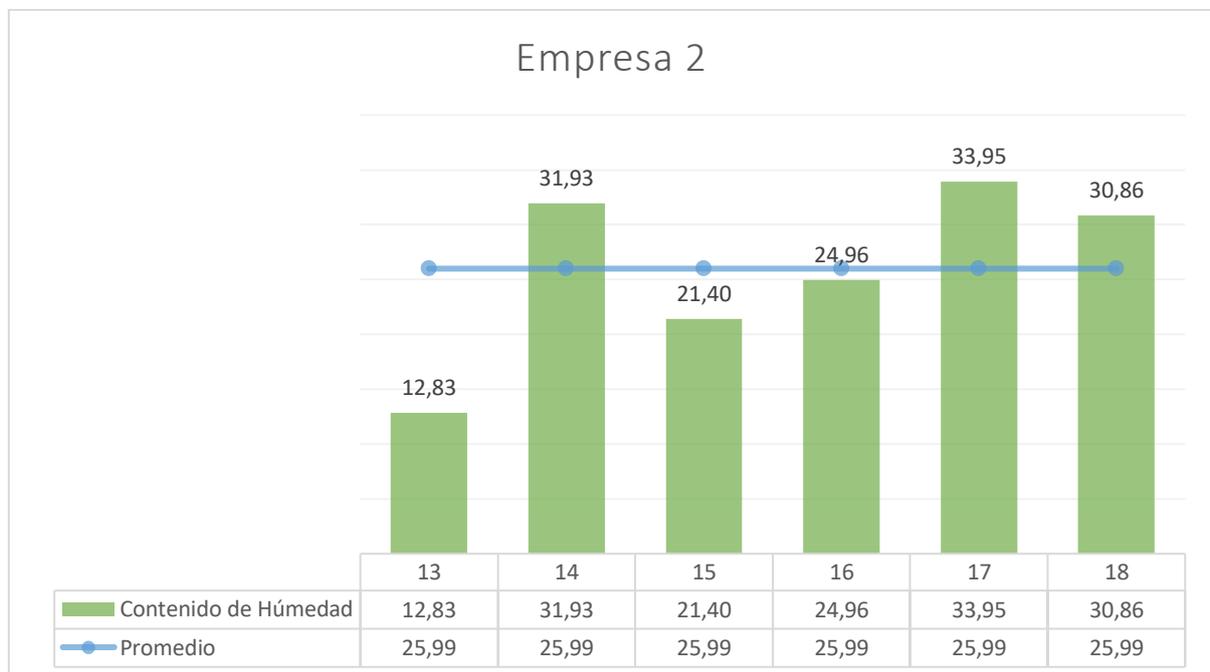
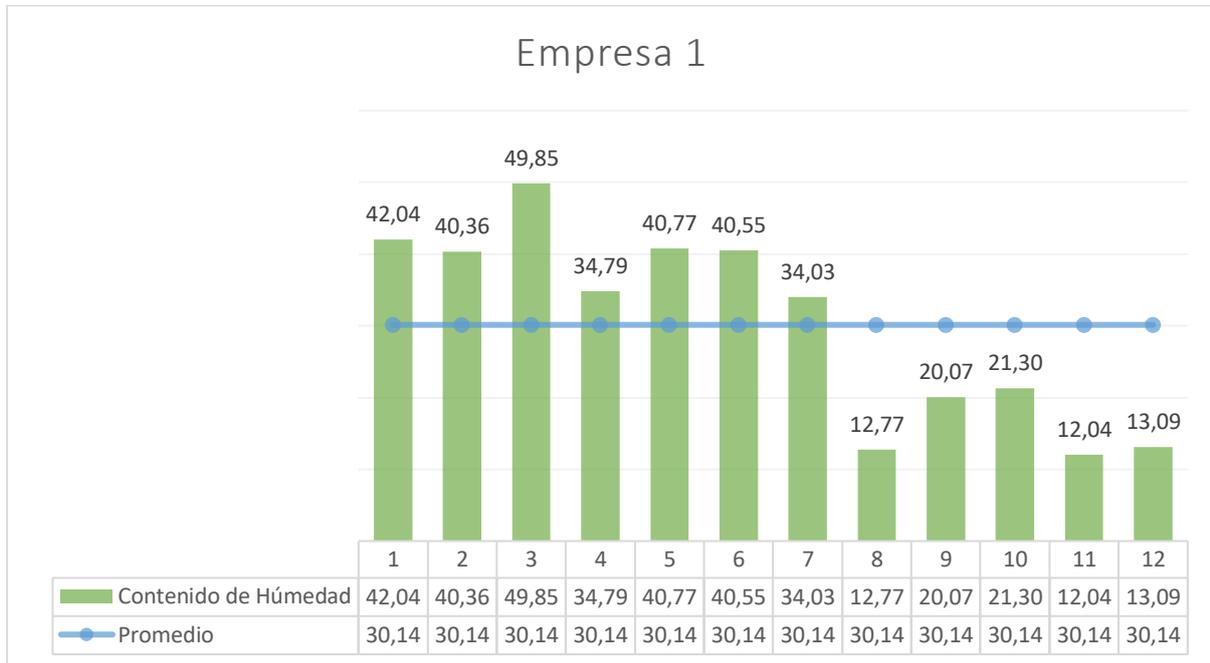


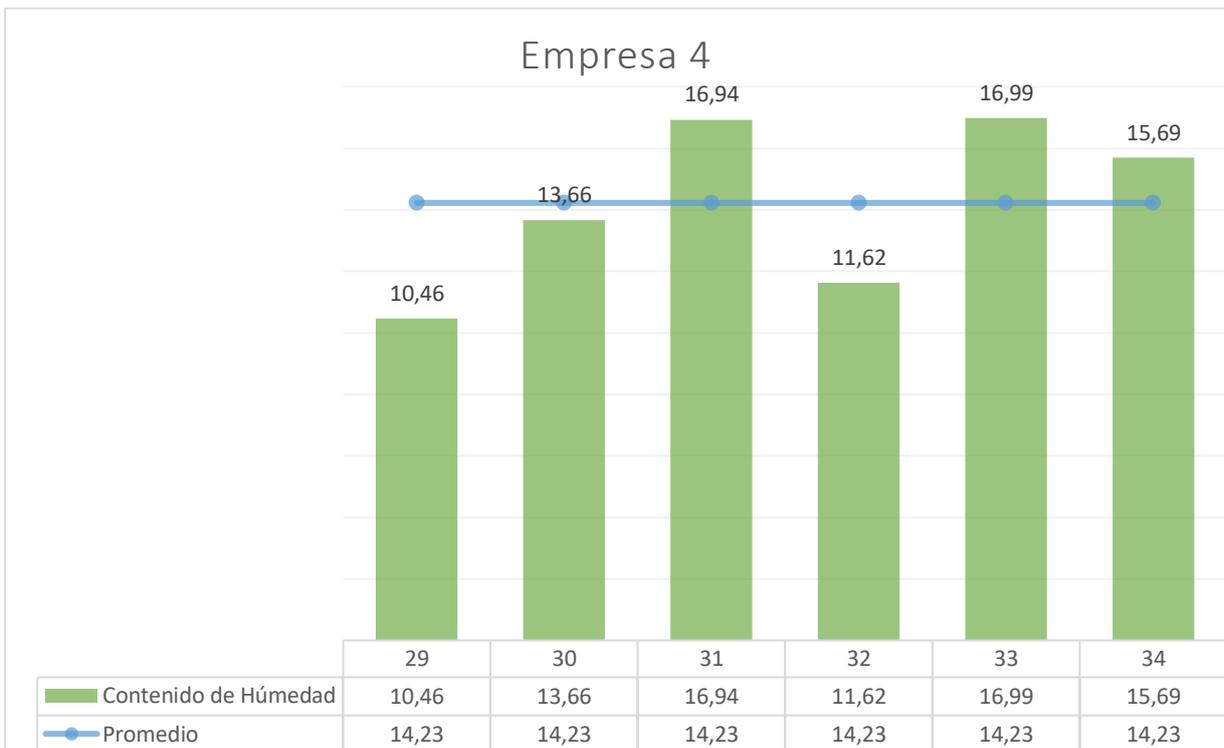
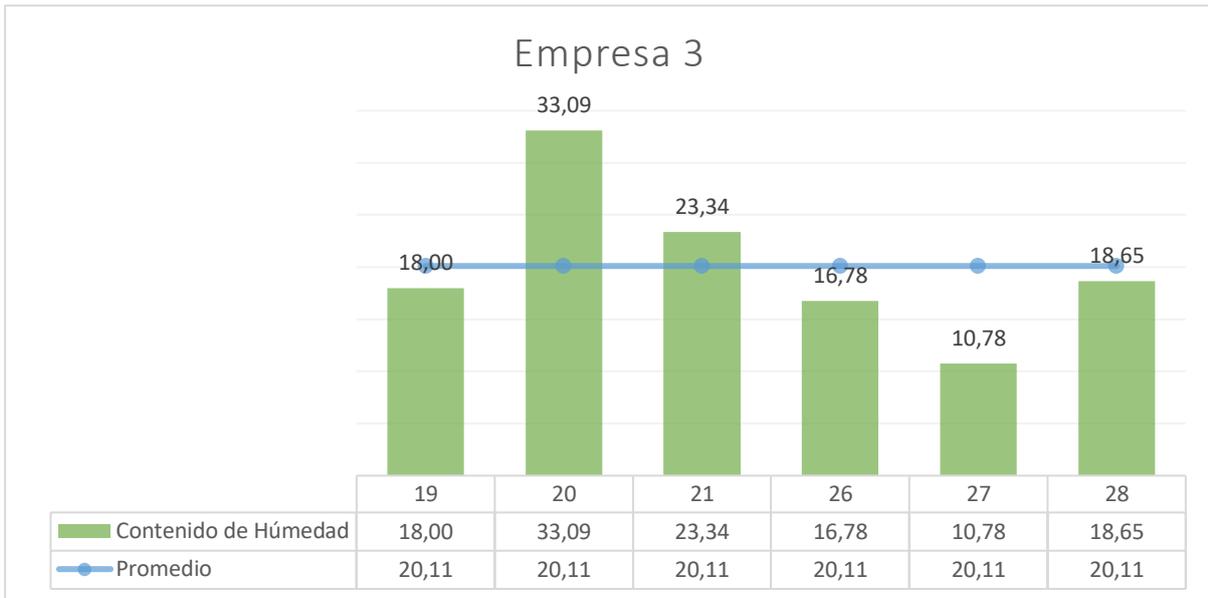


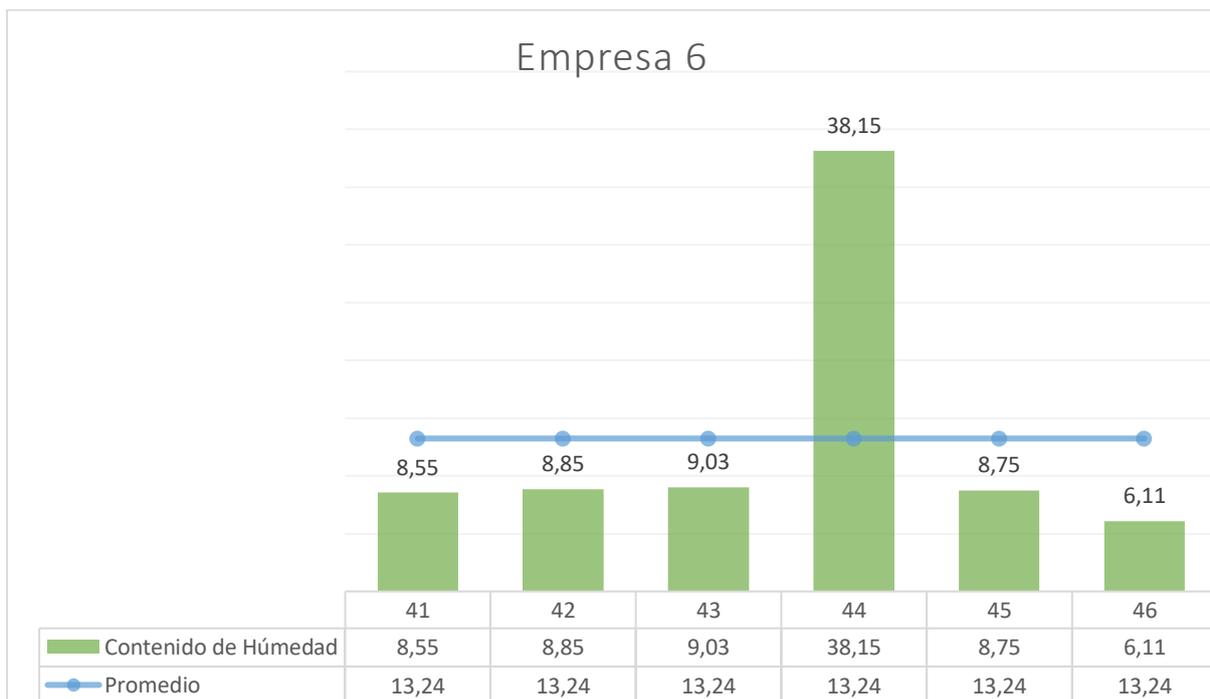
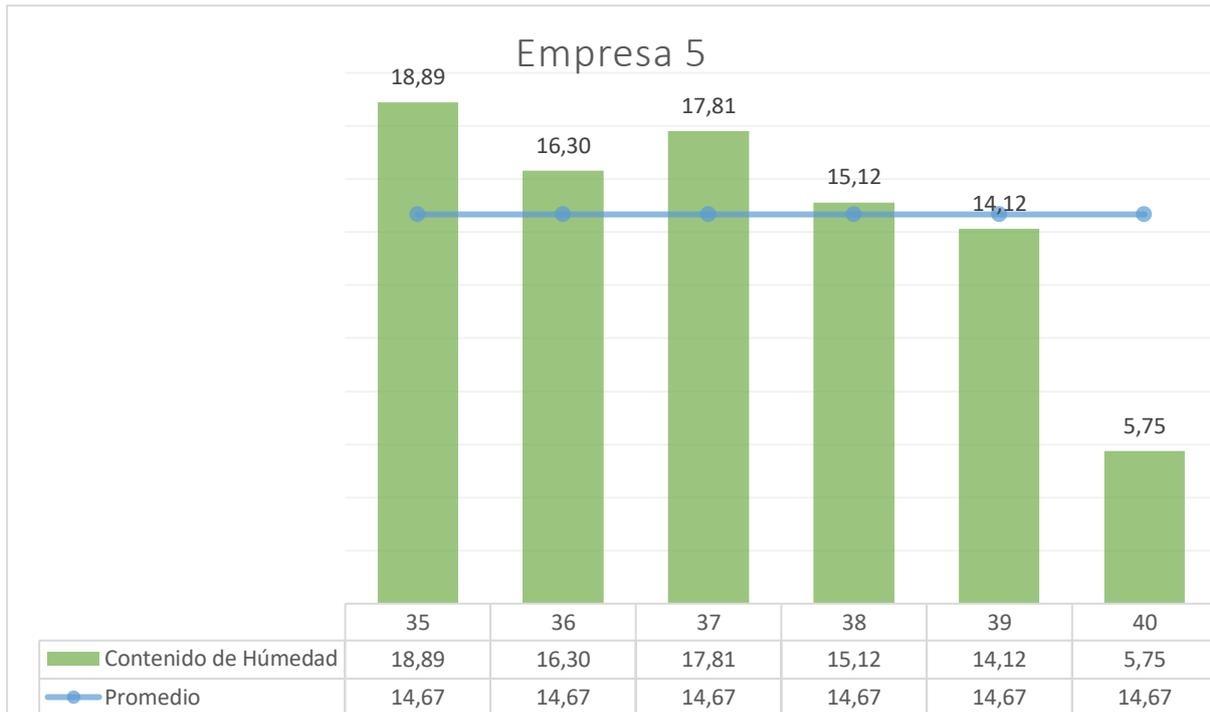


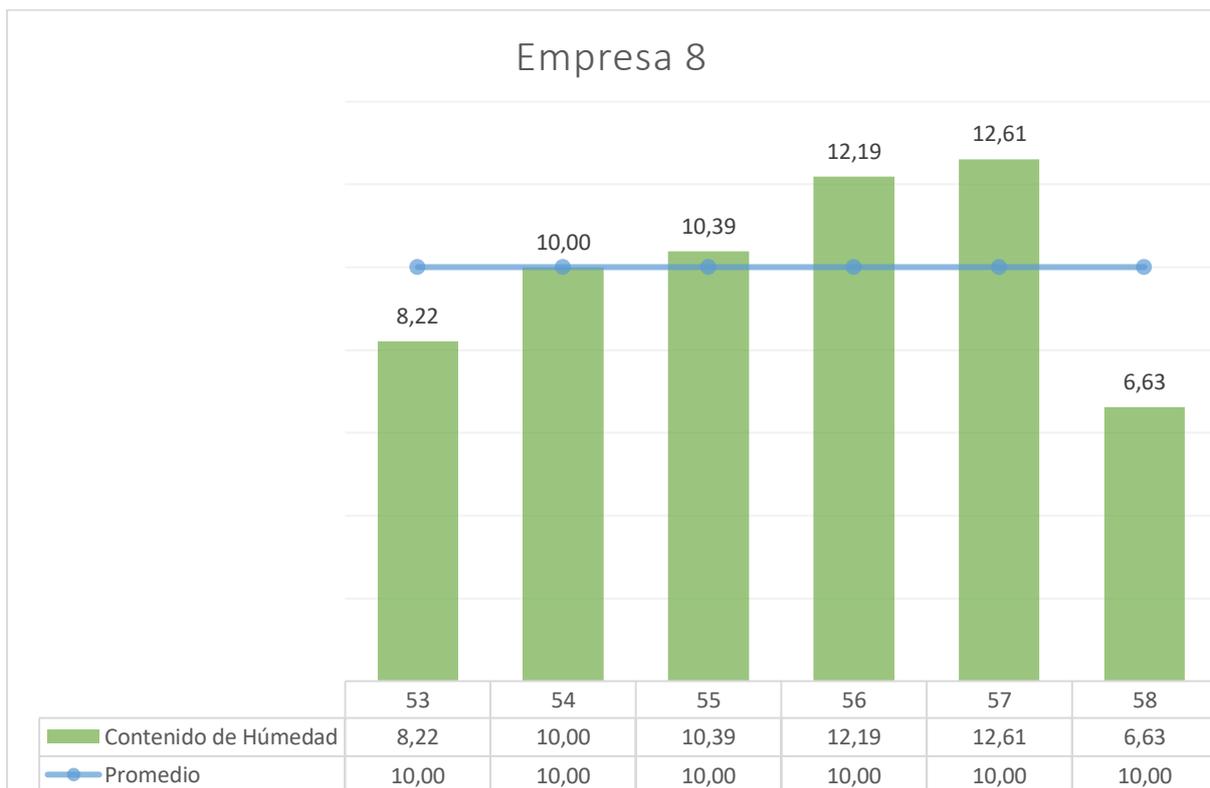
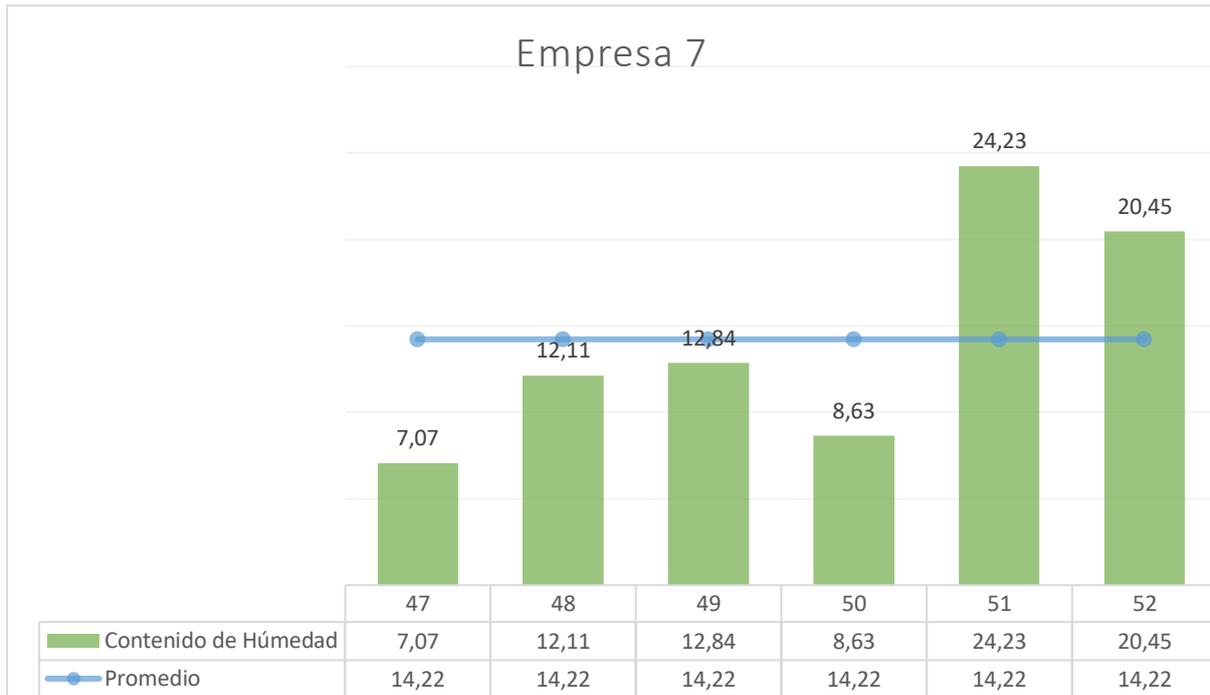


**Anexo I. Porcentaje de contenido de humedad (bloque de pómez).**

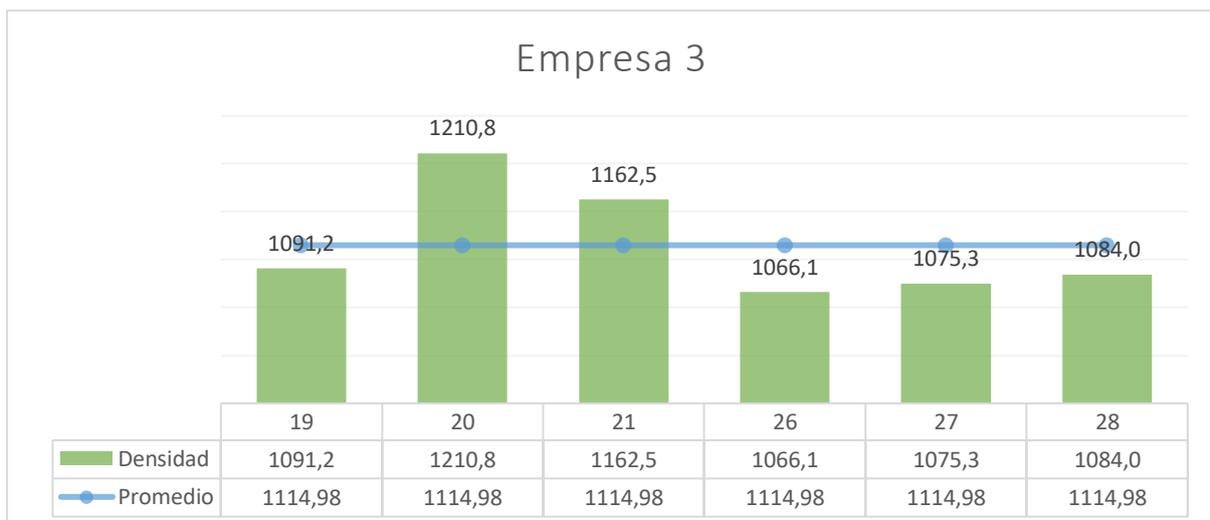
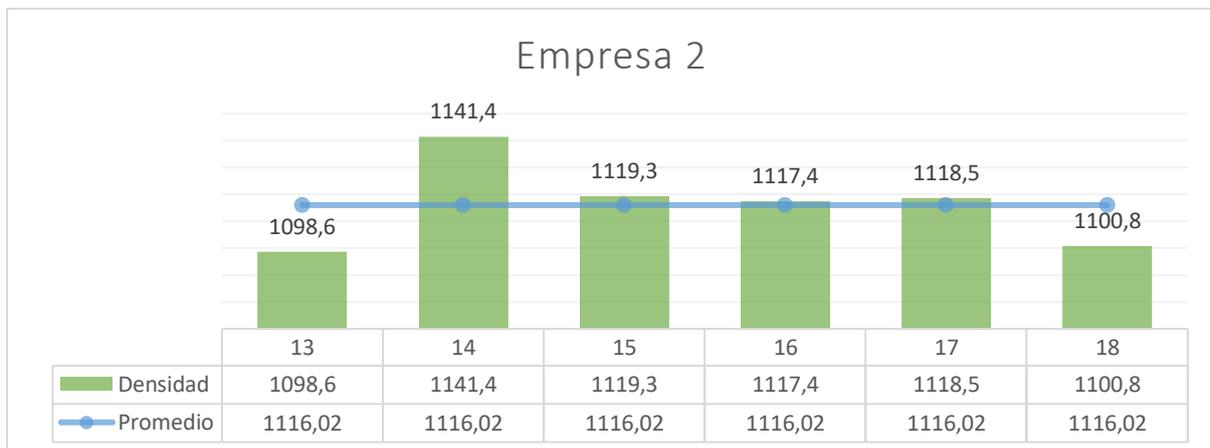
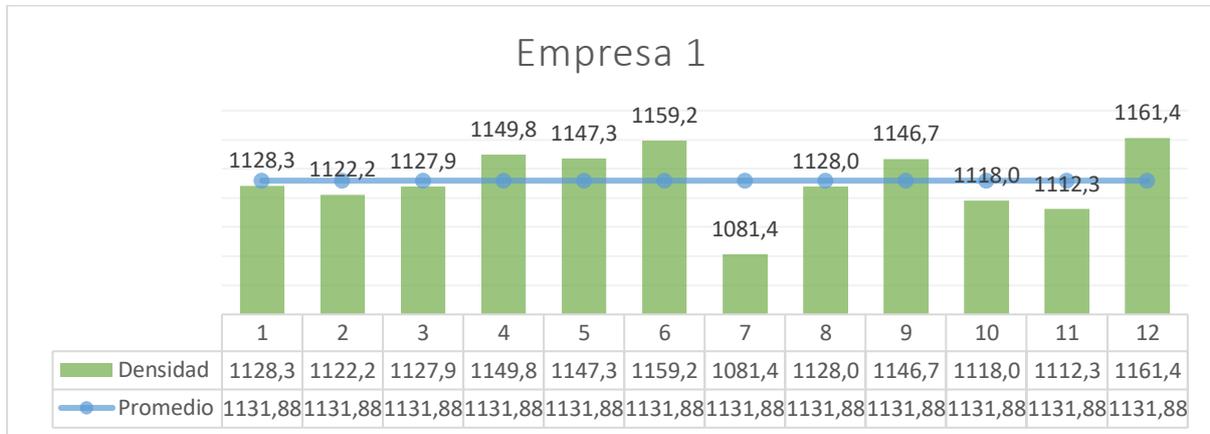


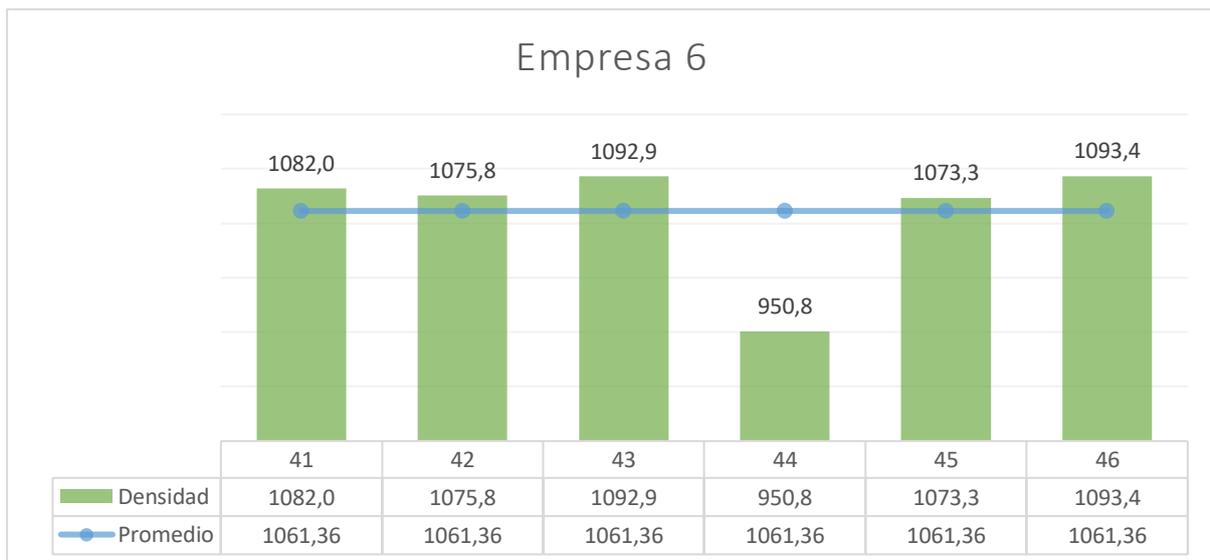
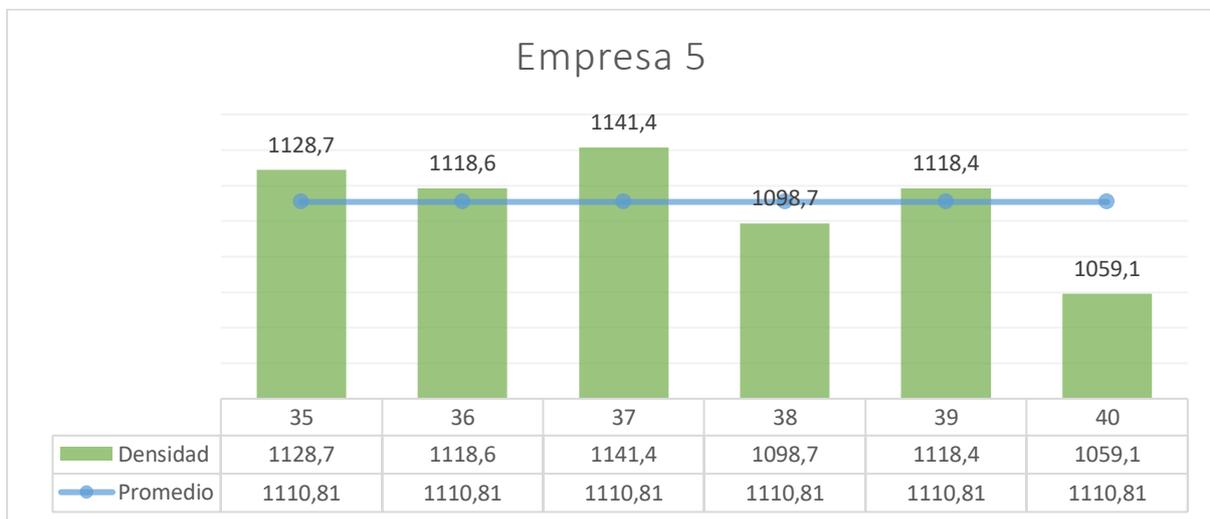
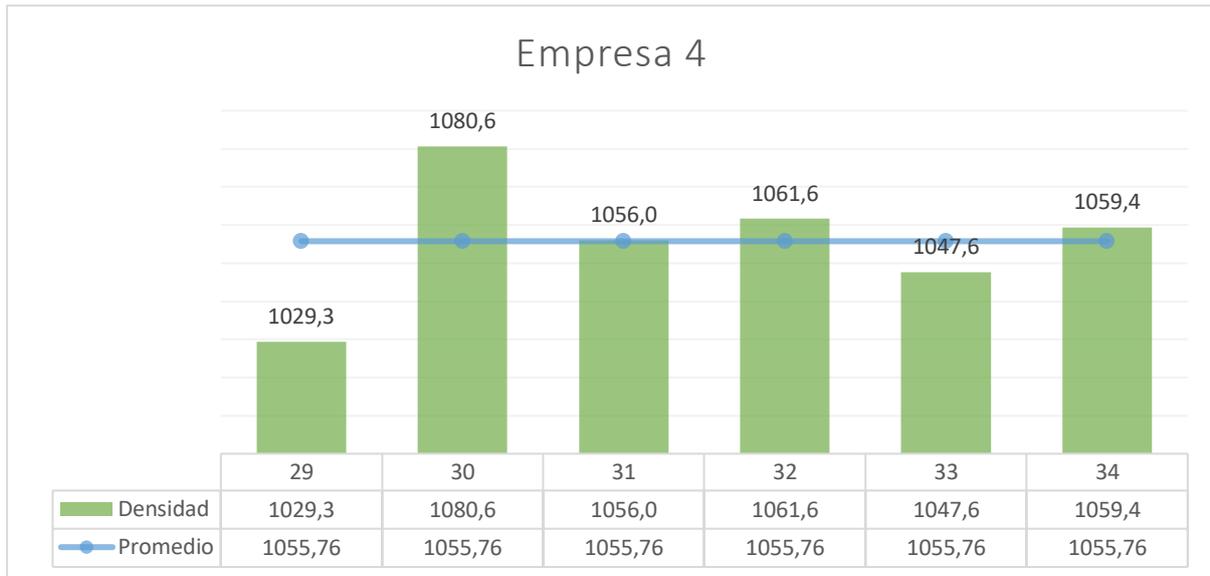


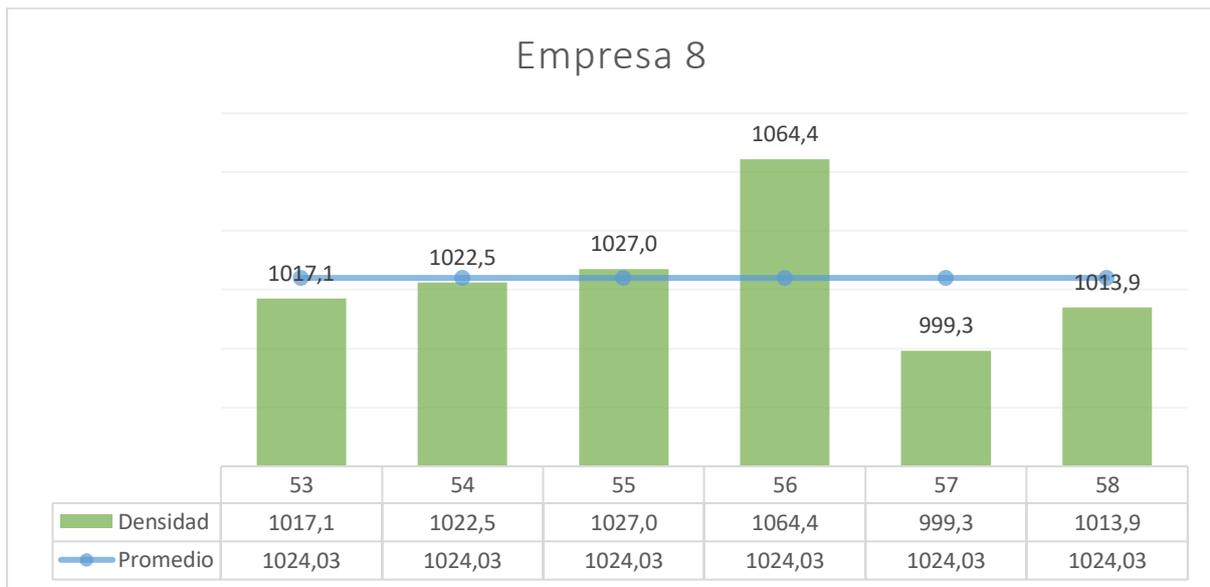
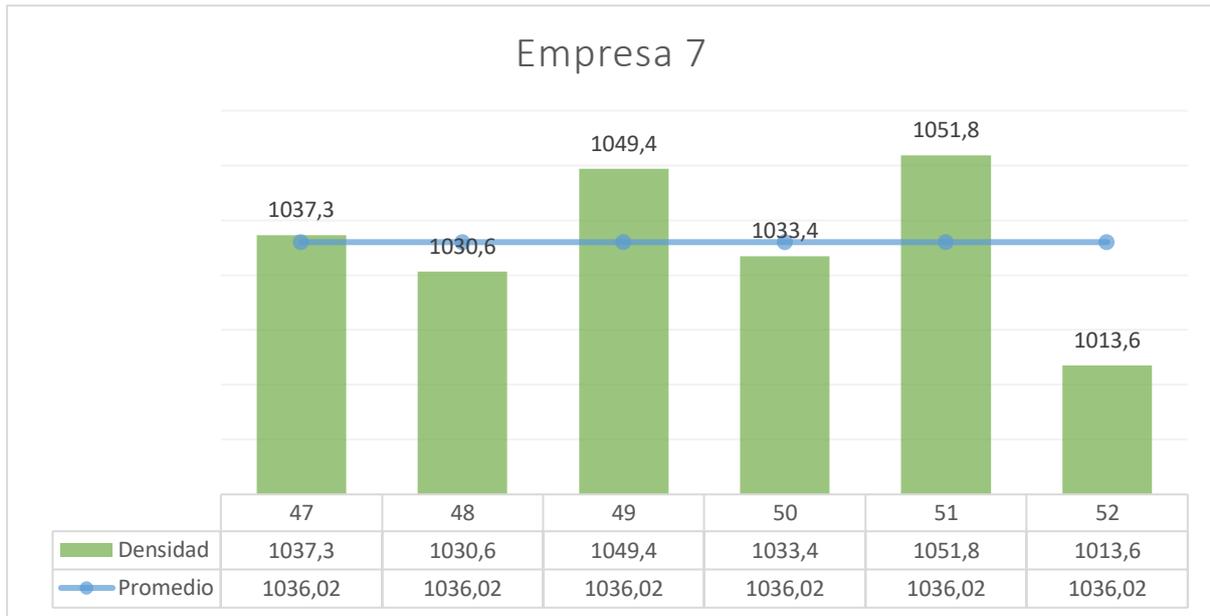




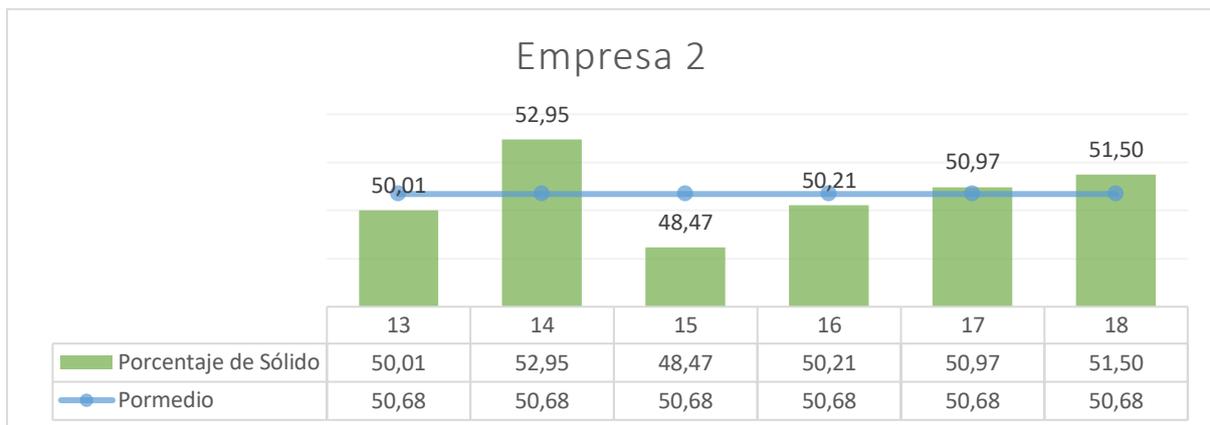
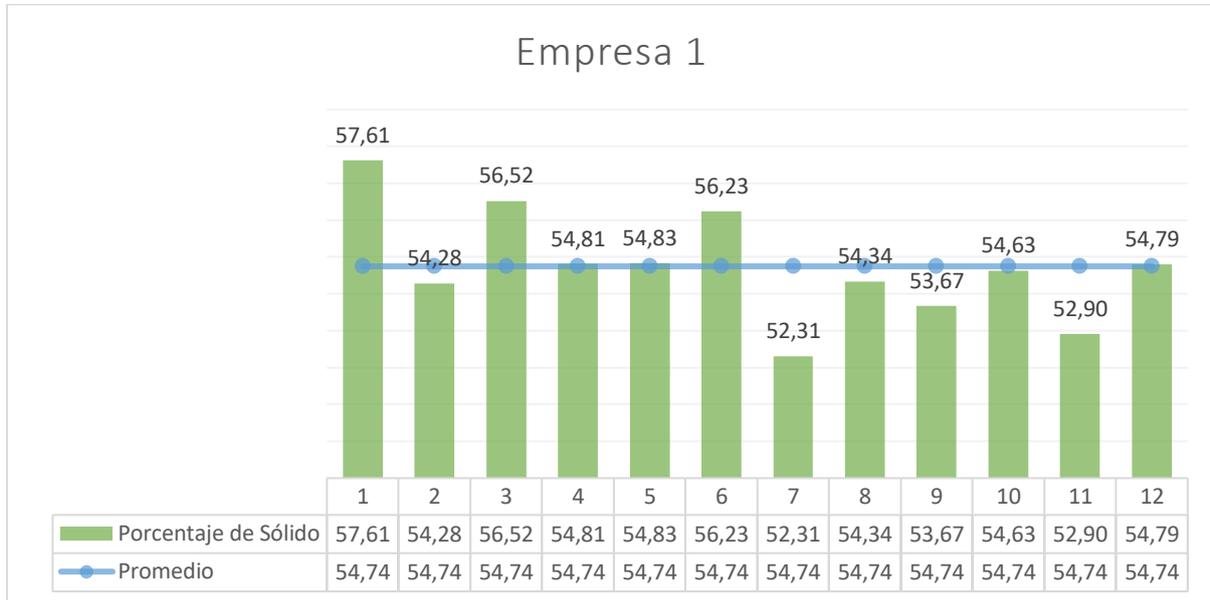
**Anexo J. Densidad (bloque de pómez).**

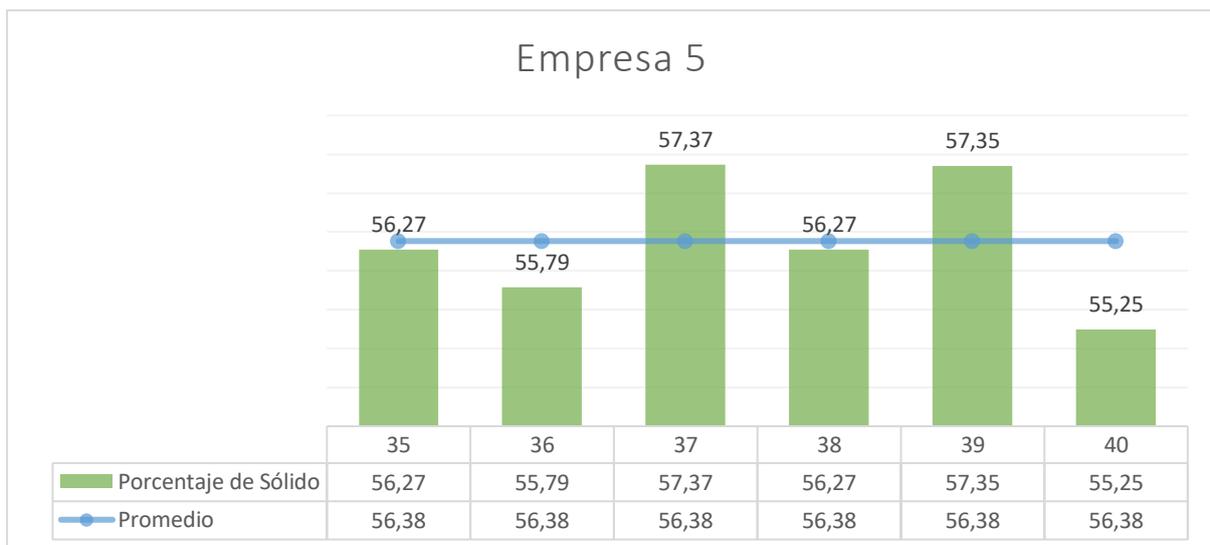
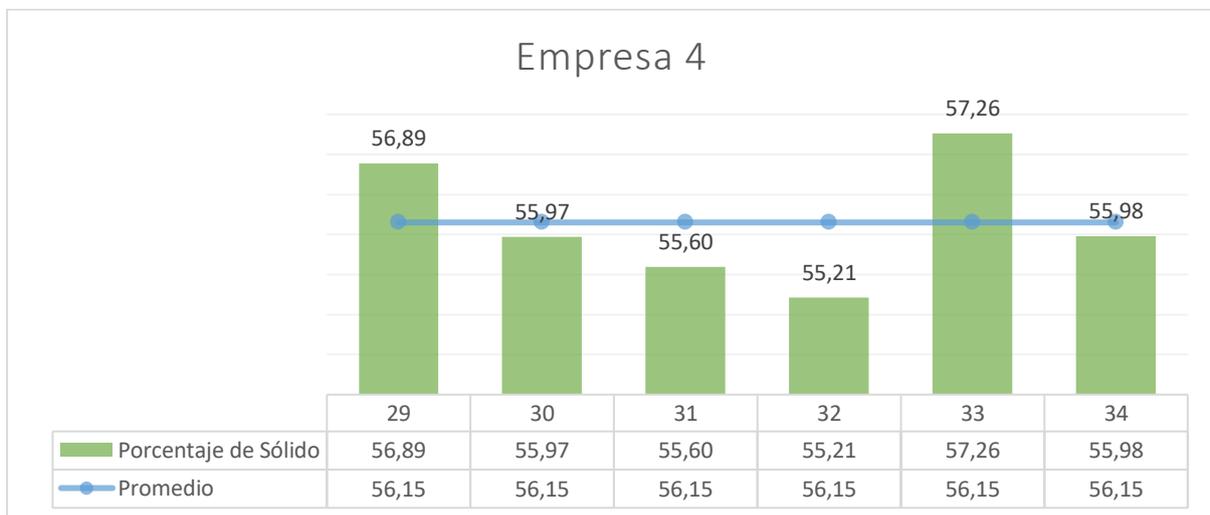
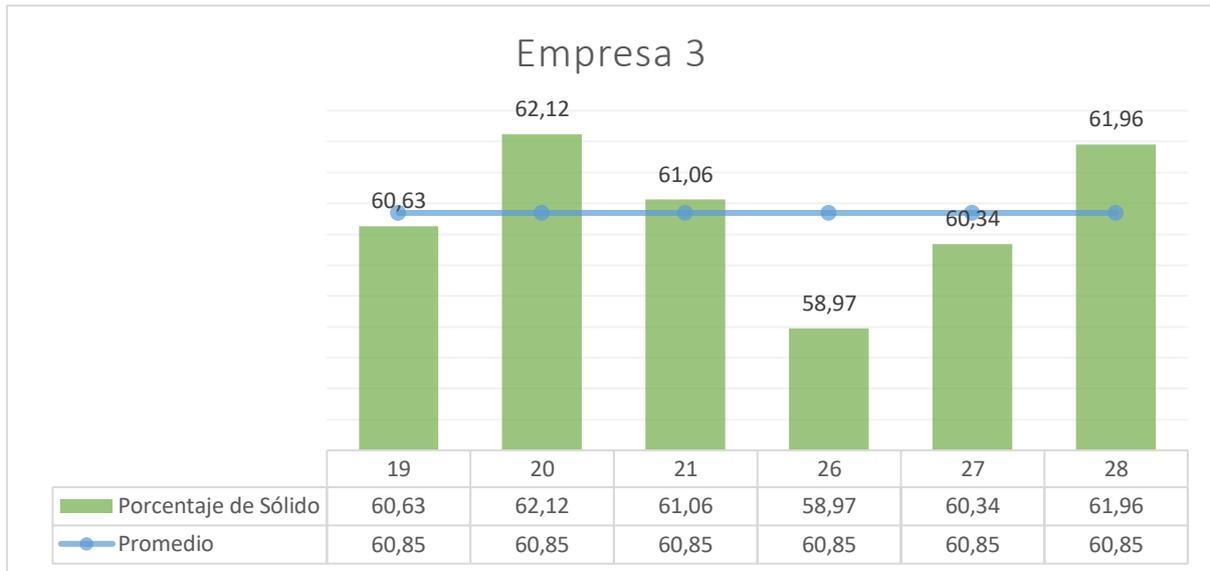


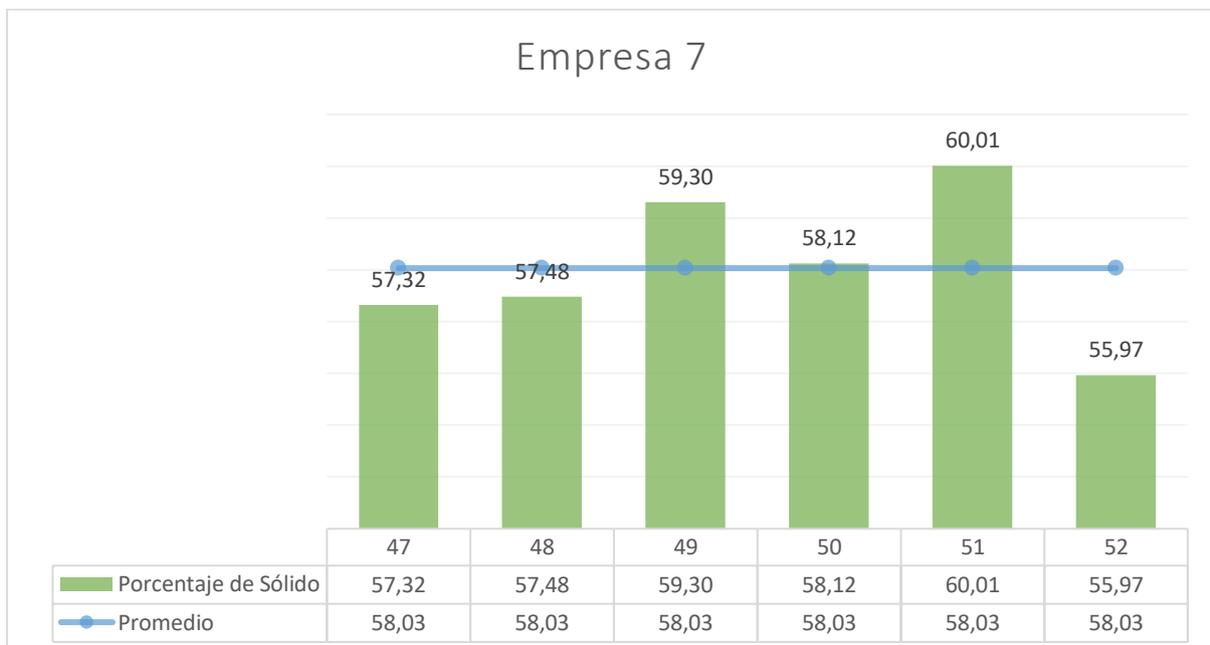
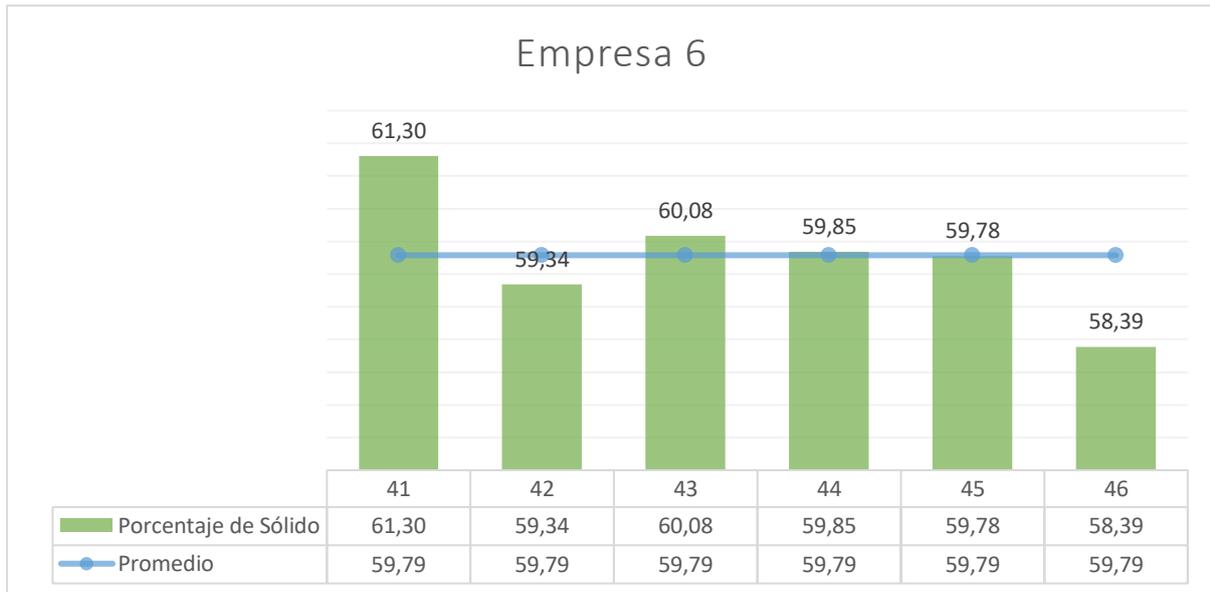


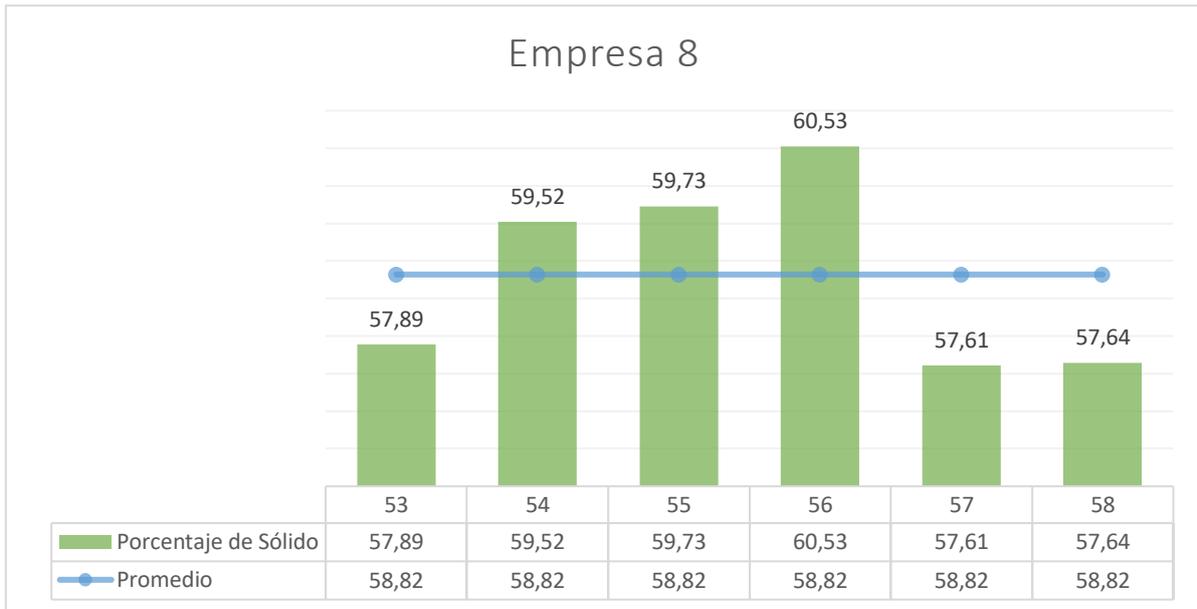


**Anexo K. Porcentaje de sólido (bloque de pómez).**

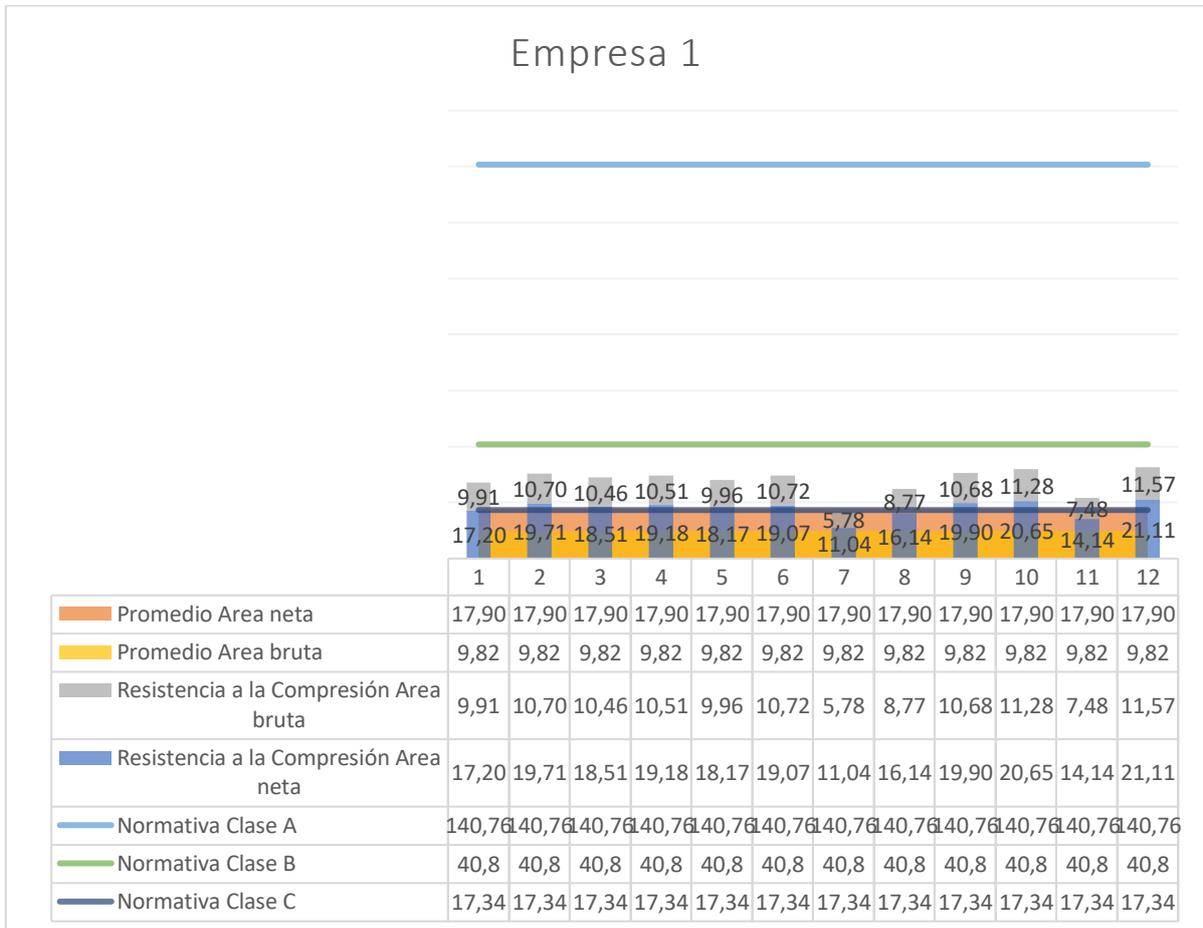




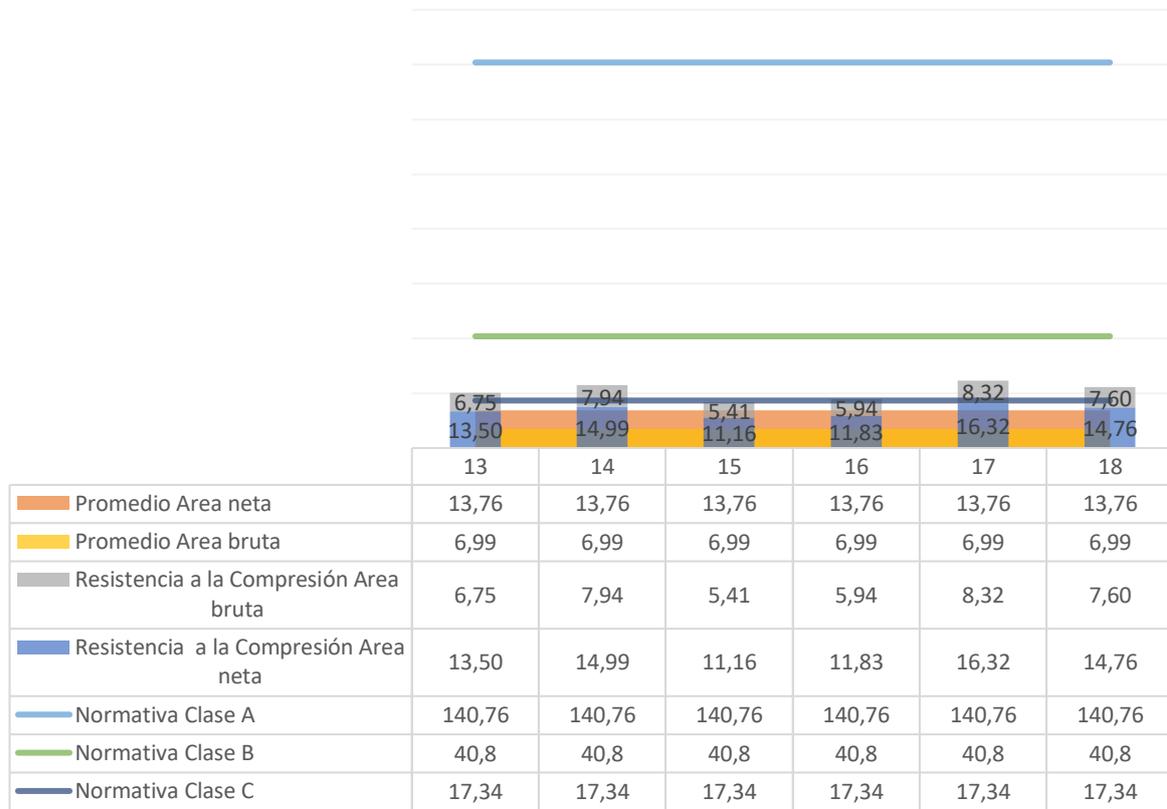




**Anexo L. Resistencia a la compresión simple (bloque de pómez)**



## Empresa 2



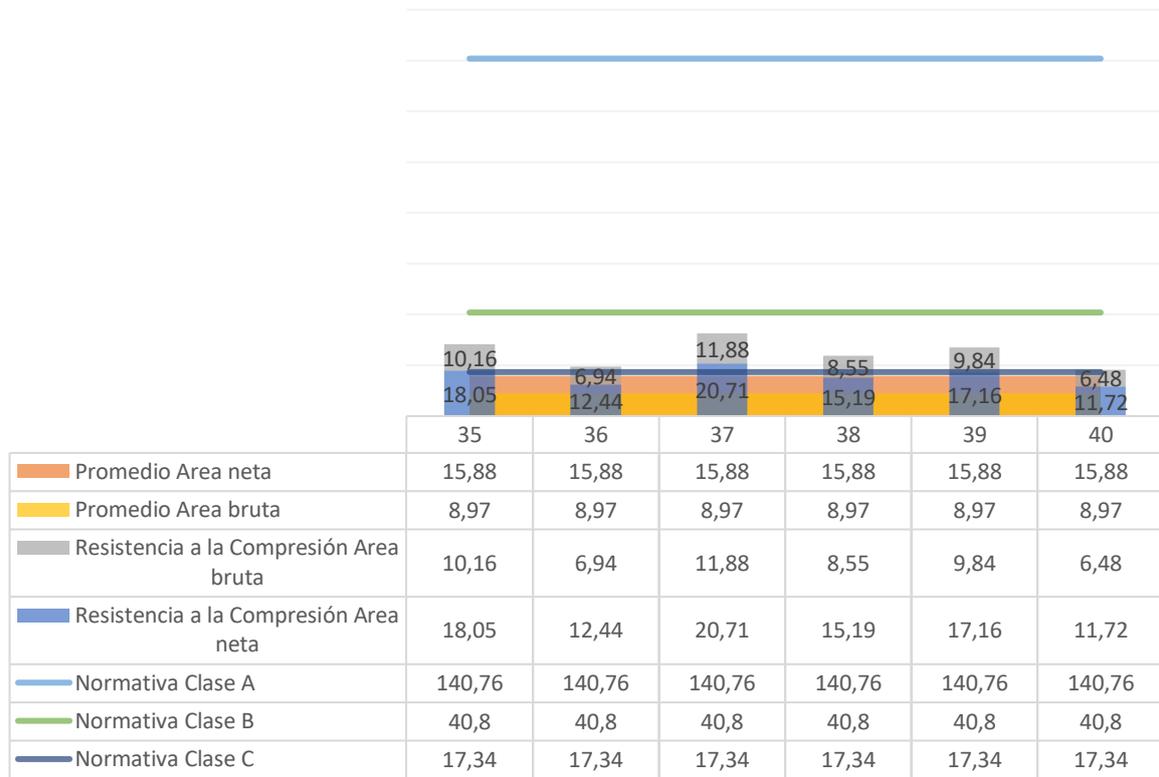
### Empresa 3



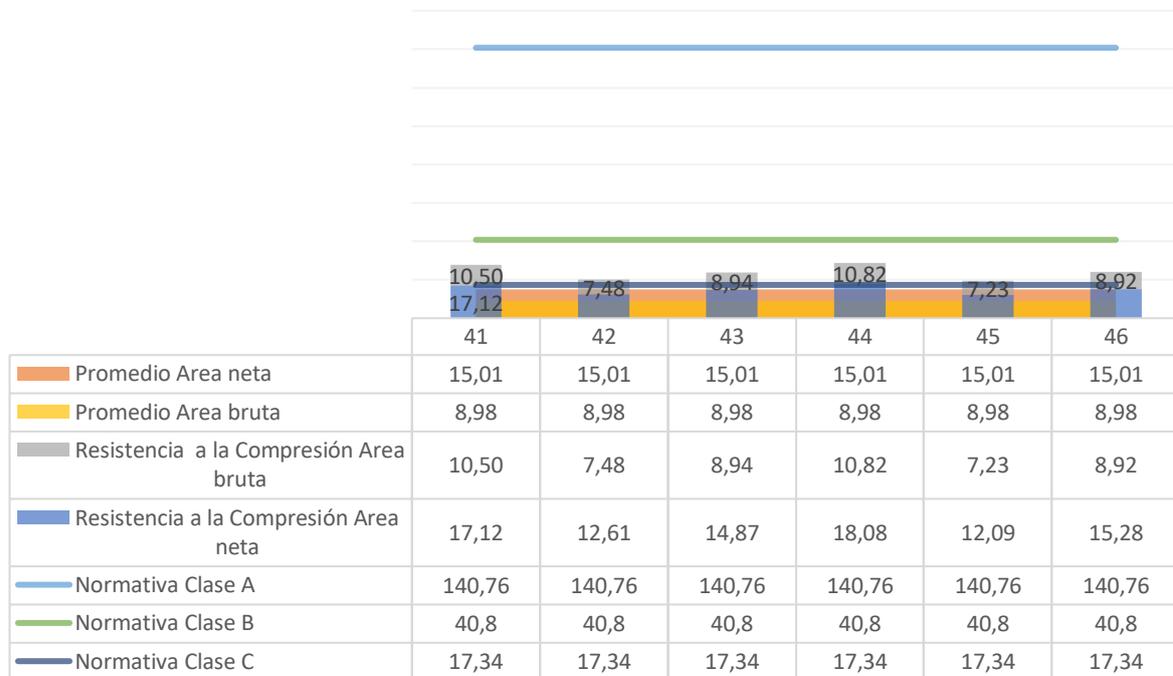
### Empresa 4



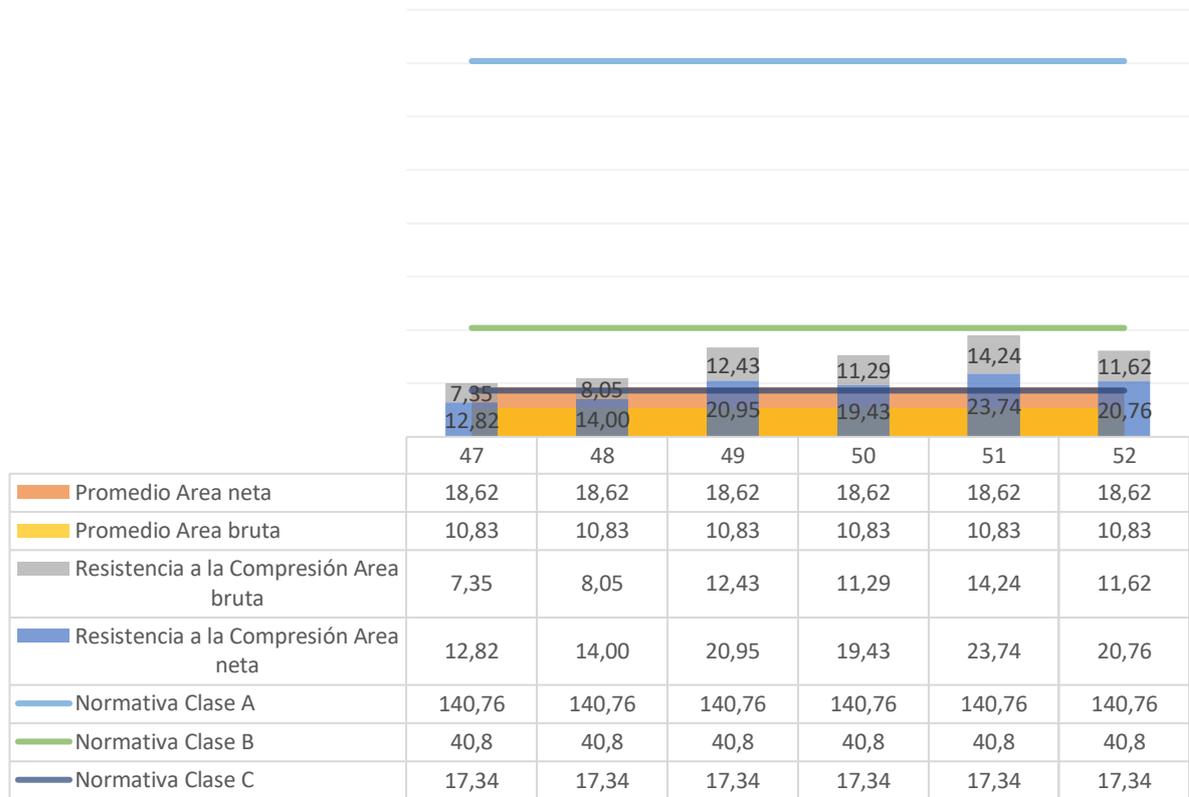
### Empresa 5



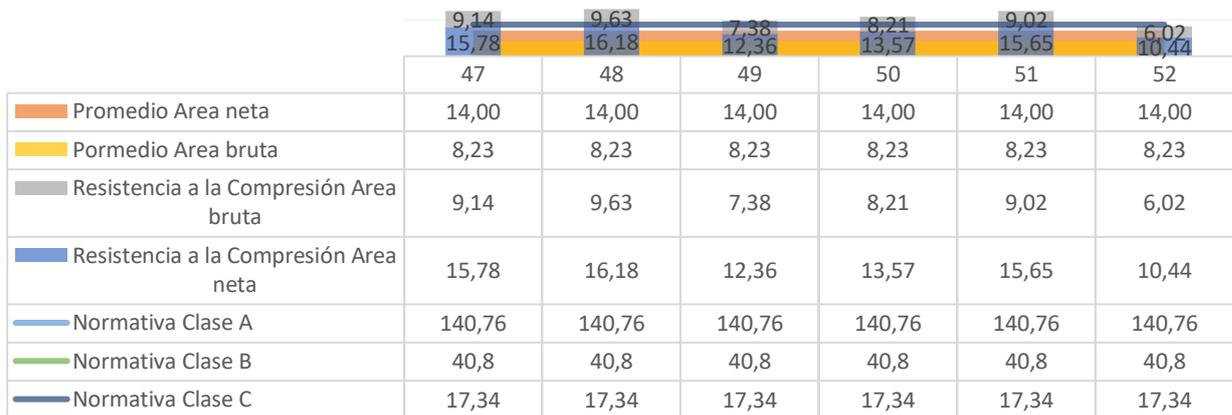
### Empresa 6



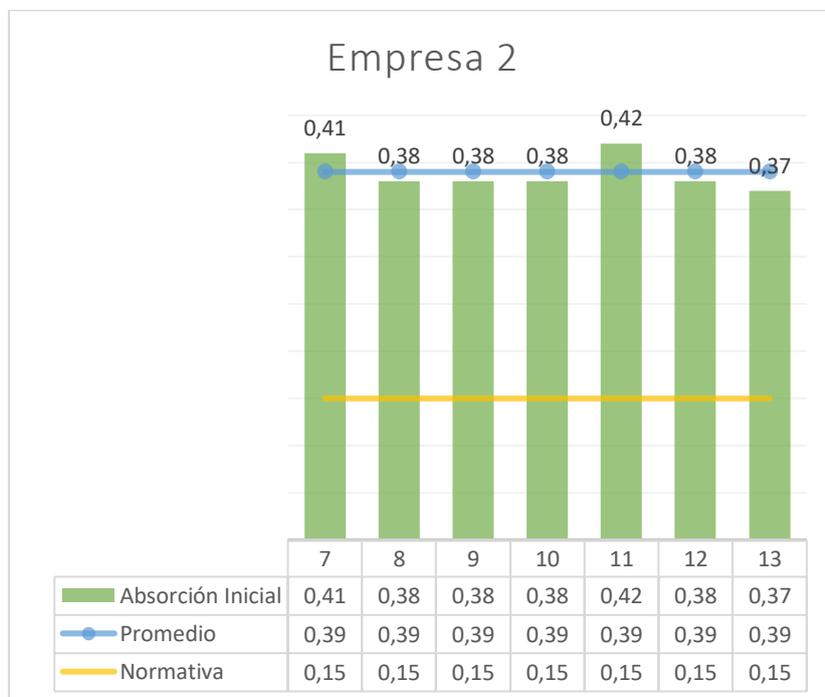
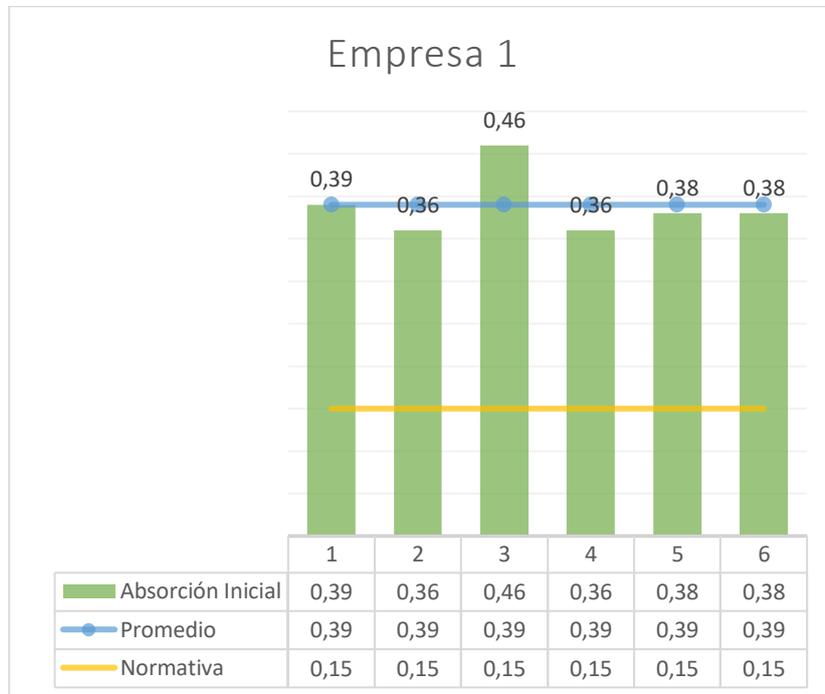
## Empresa 7

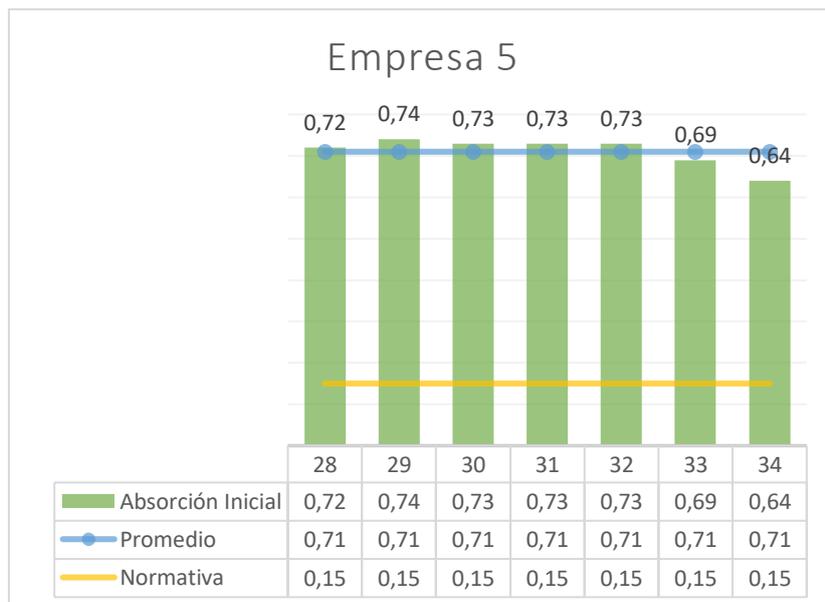
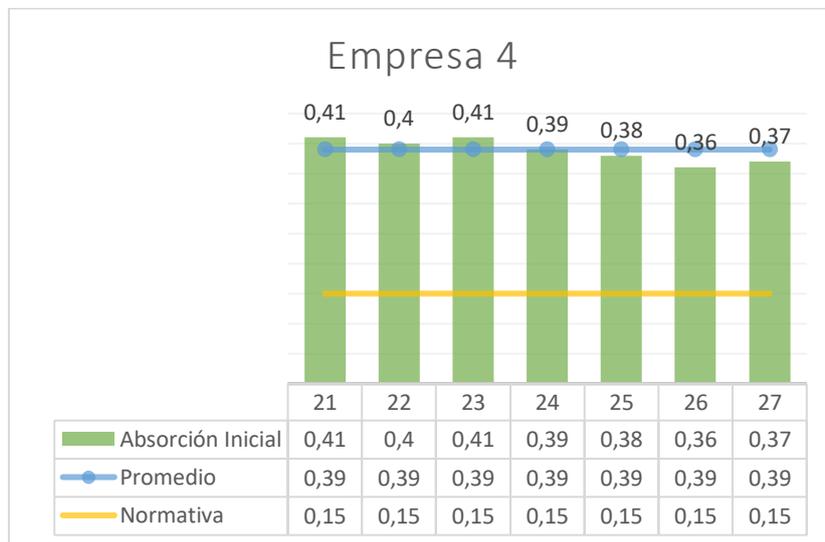
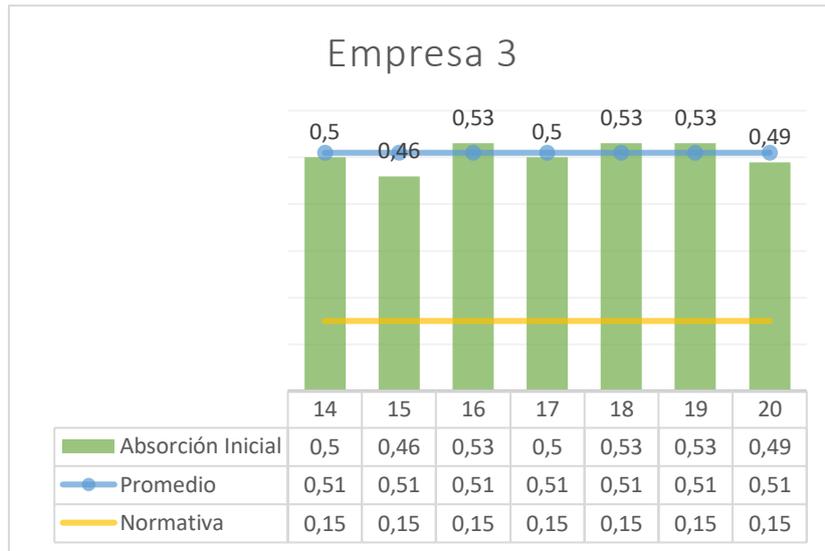


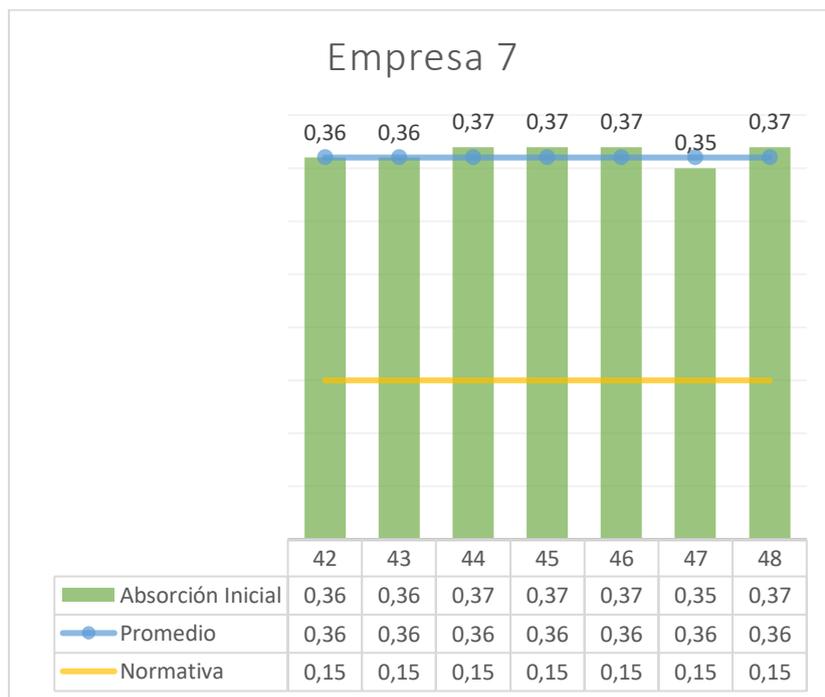
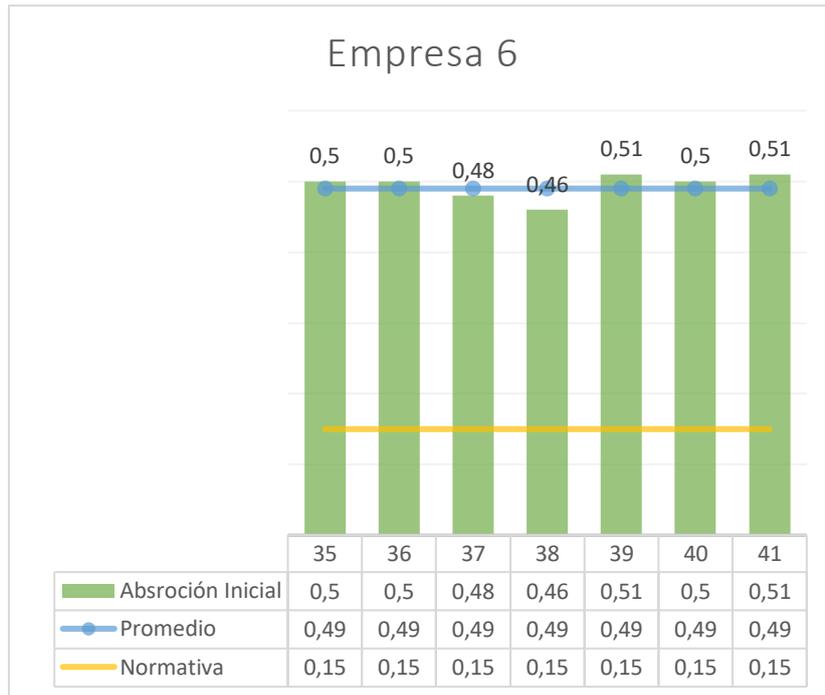
## Empresa 8



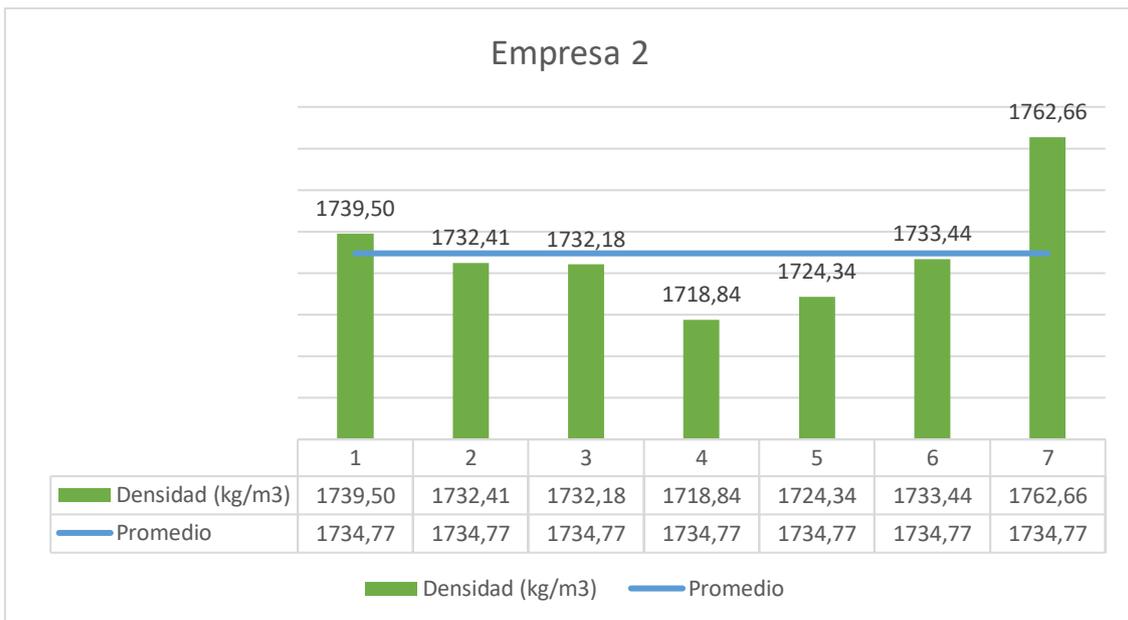
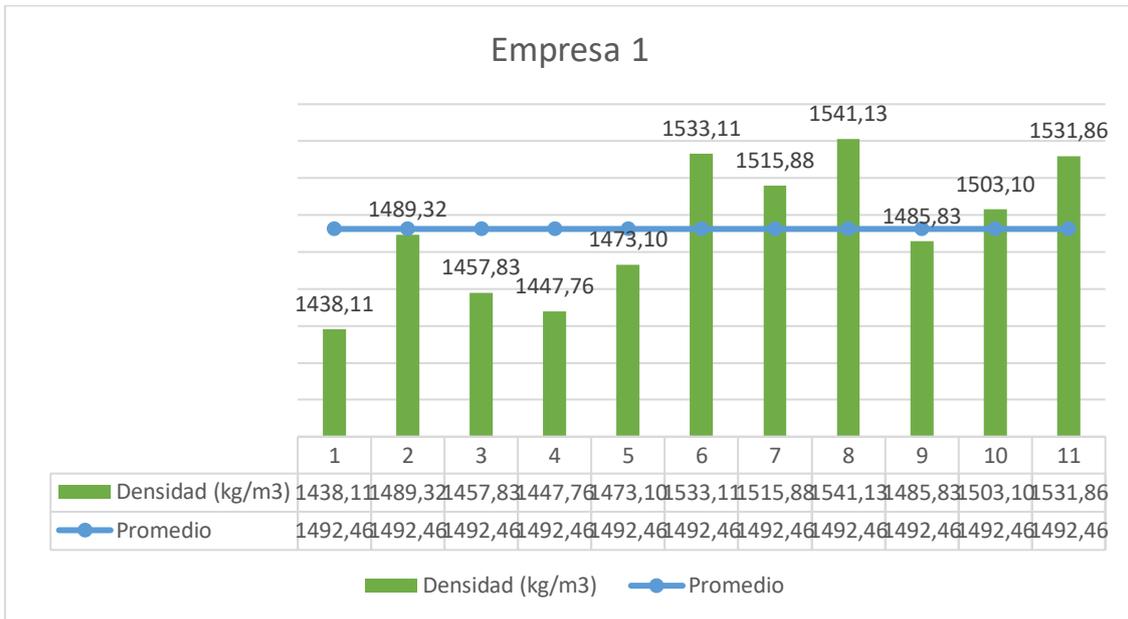
**Anexo M.** Tasa inicial de absorción, cada empresa (ladrillo macizo tipo panelón)

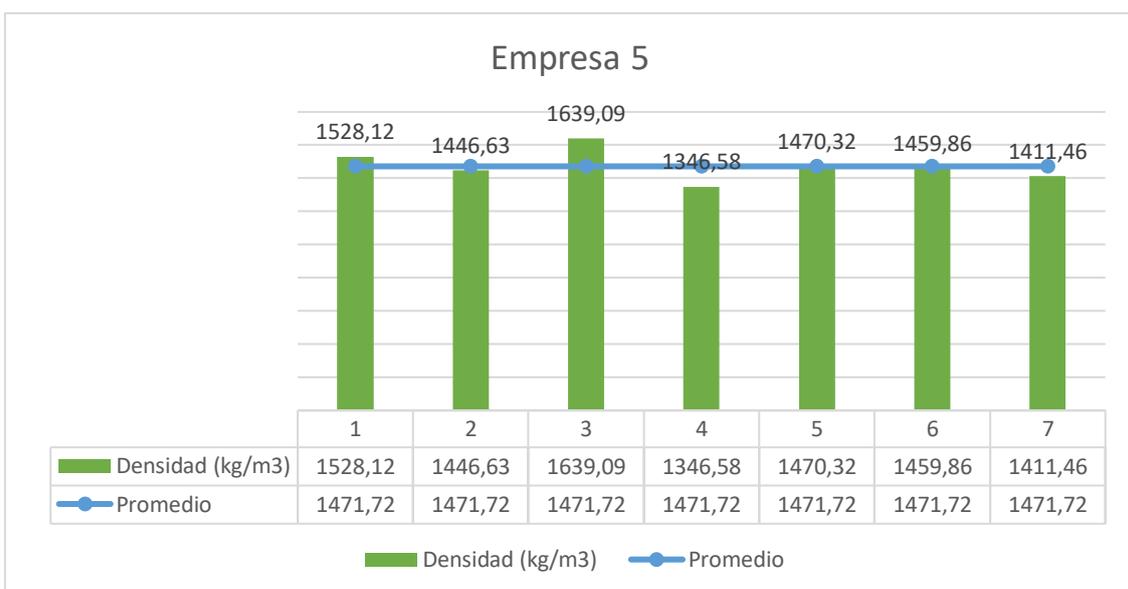
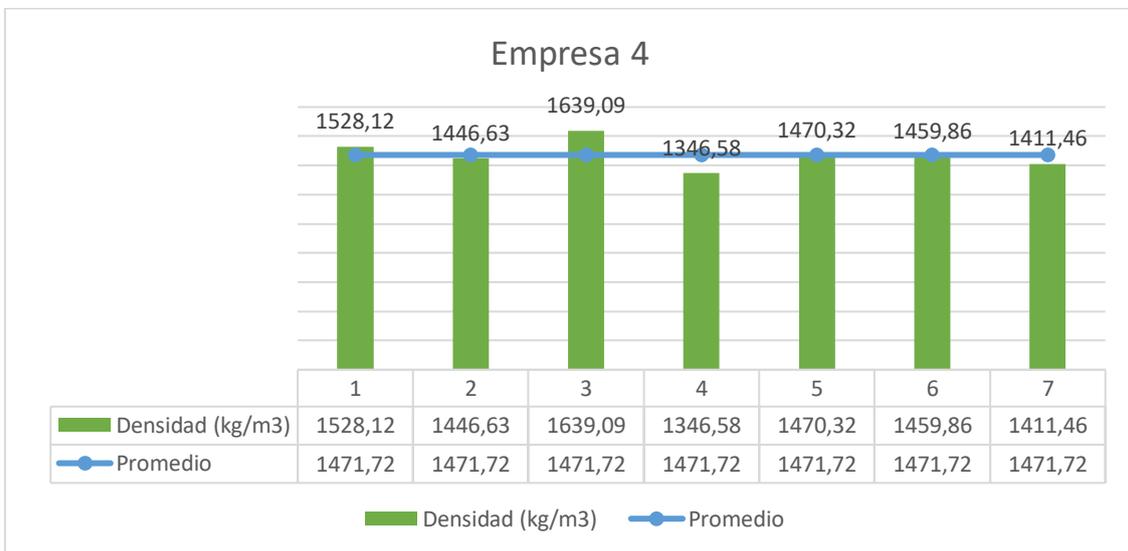
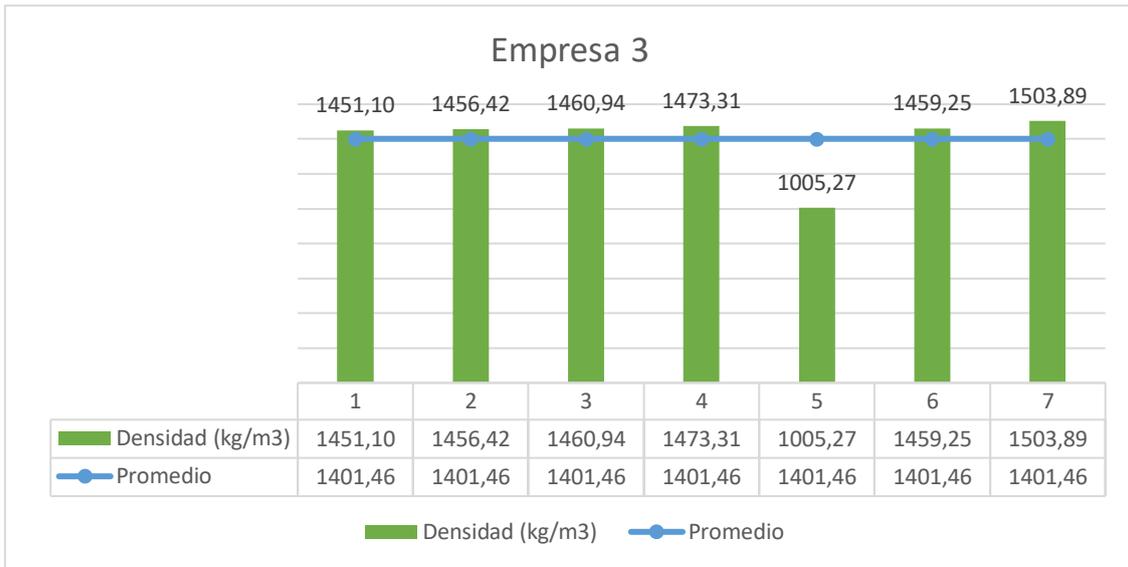


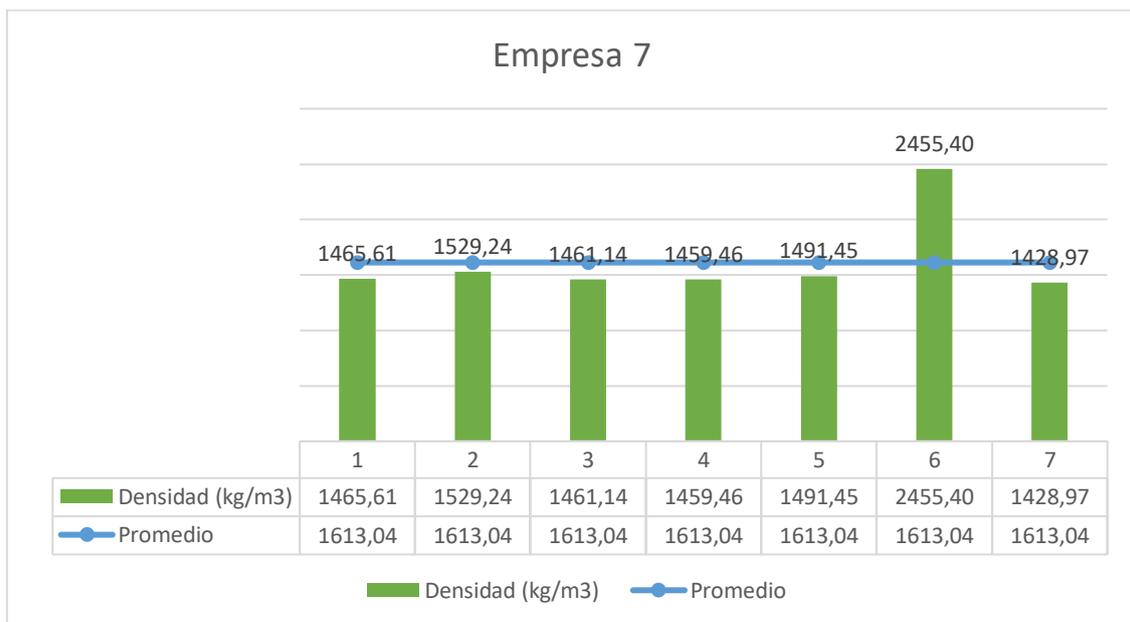
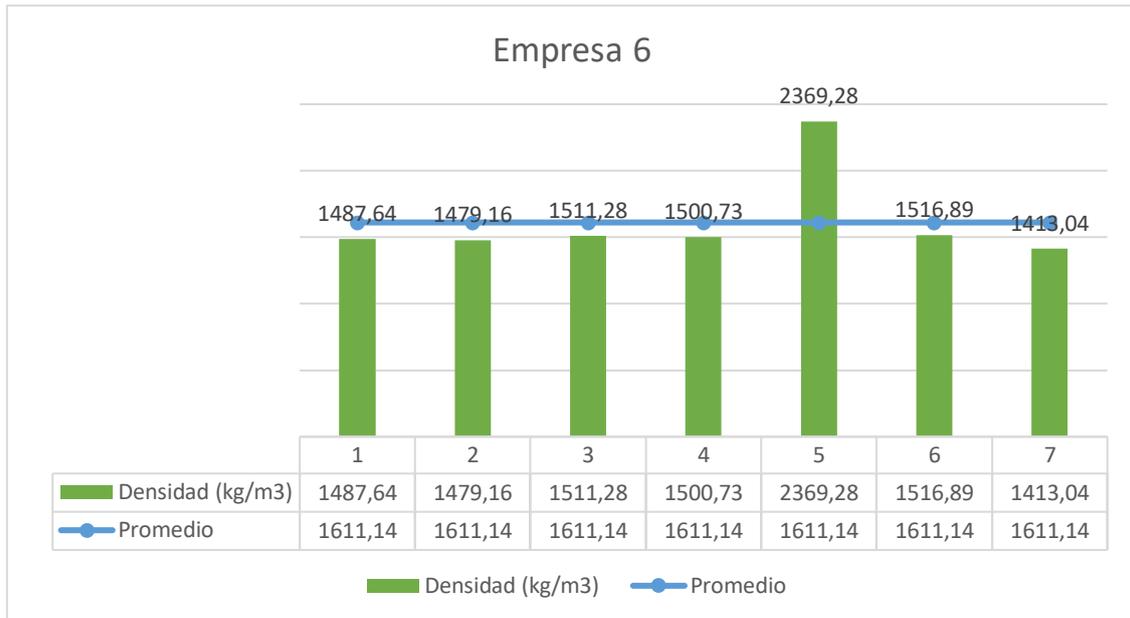




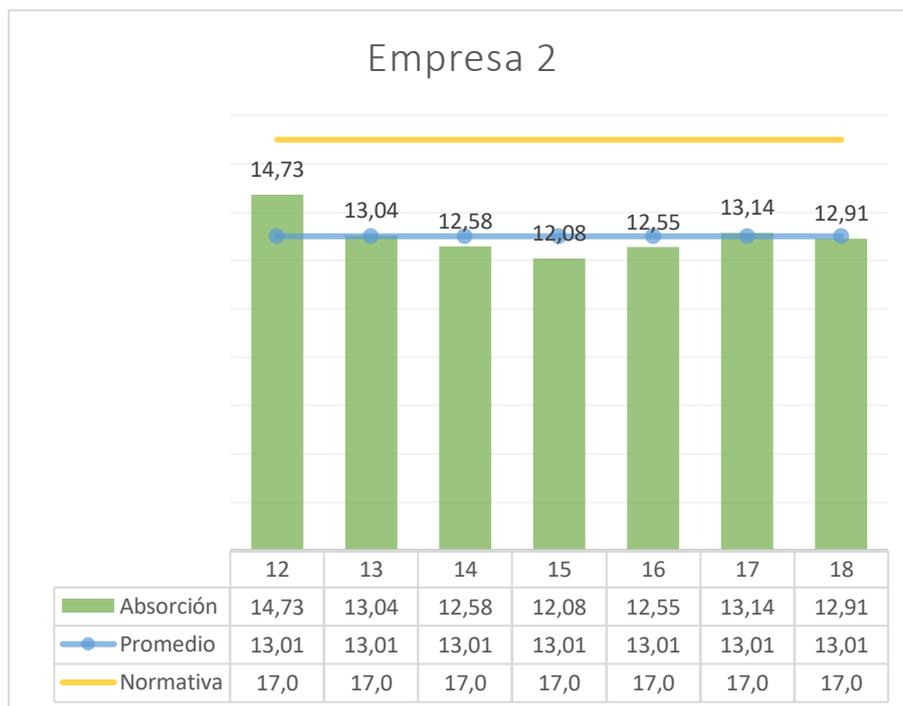
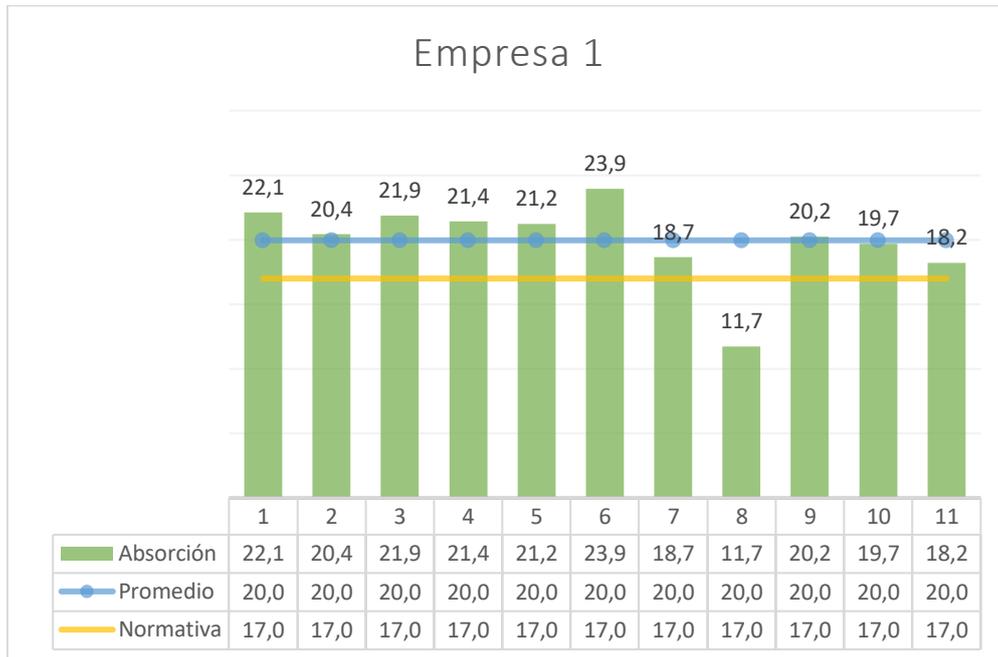
**Anexo N. Densidad, cada empresa (ladrillo macizo tipo panelón)**

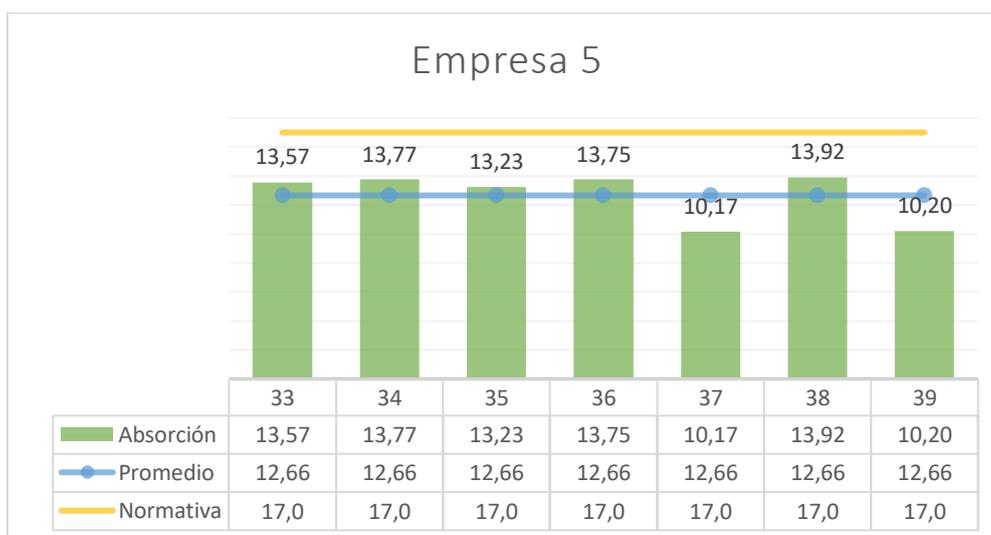
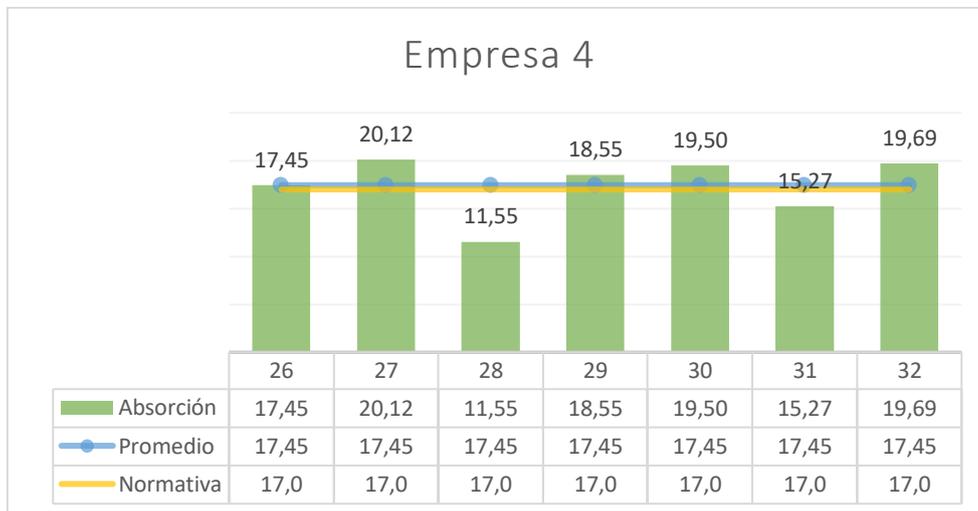
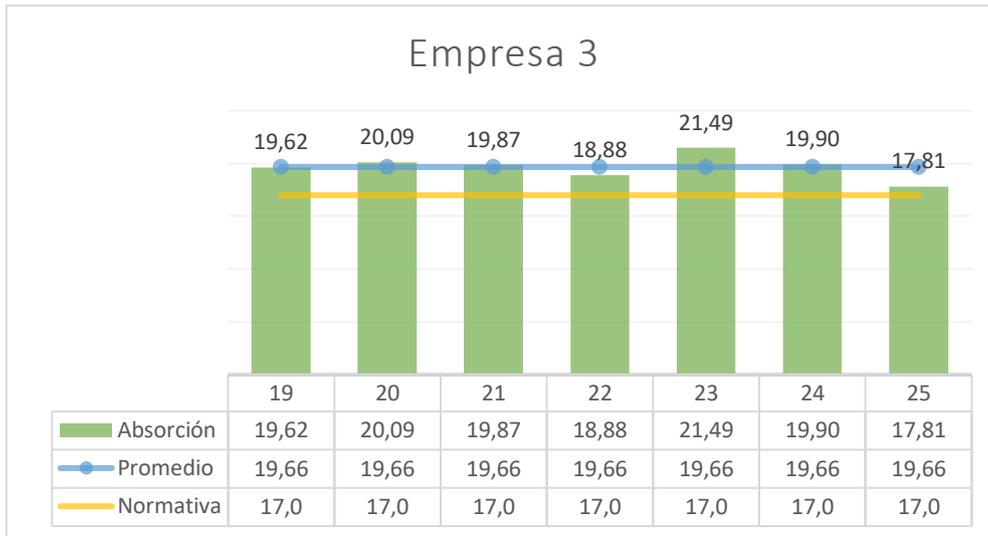


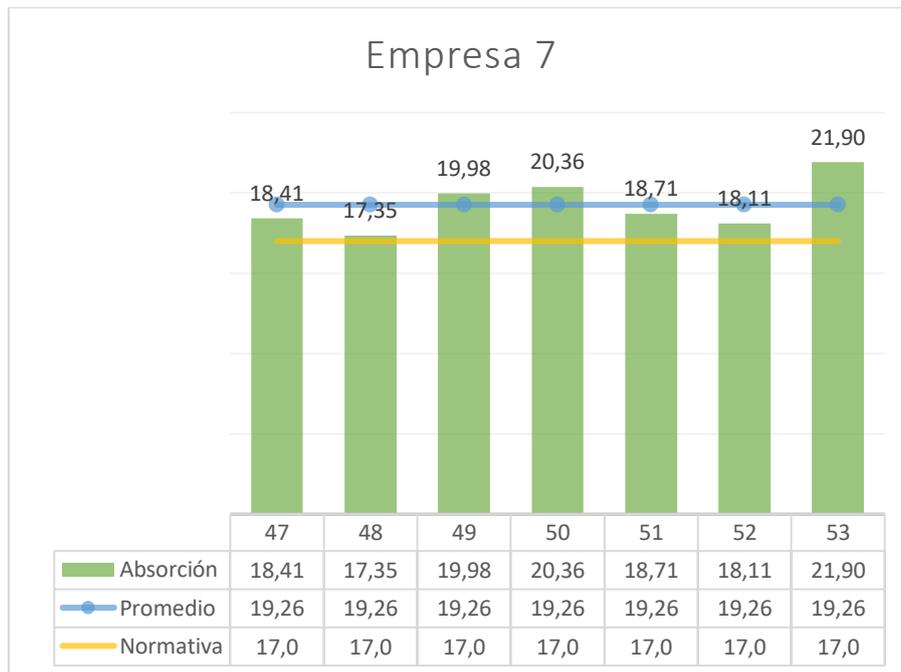
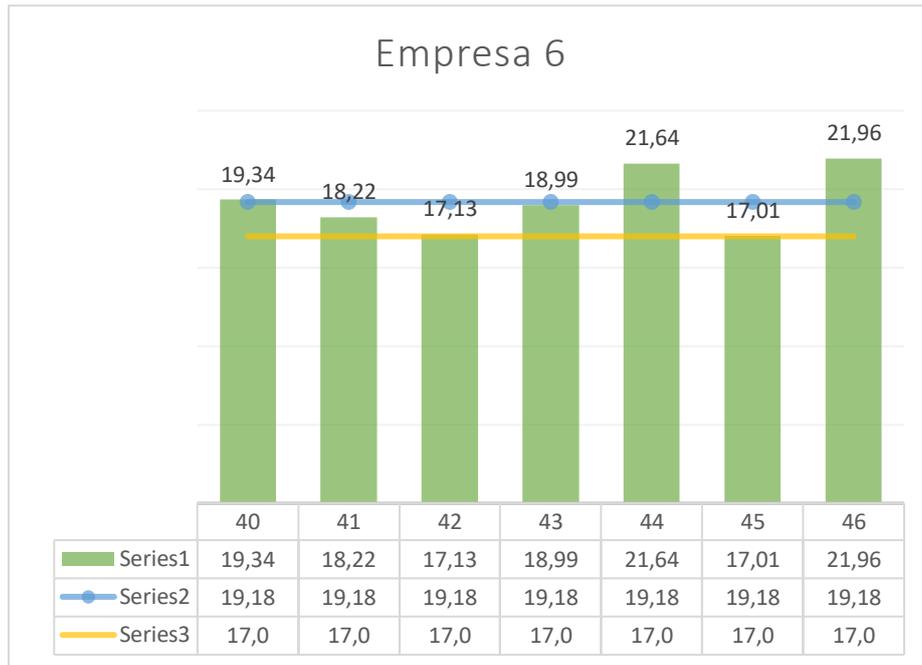




**Anexo O. Porcentaje de absorción, cada empresa (ladrillo macizo tipo panelón).**

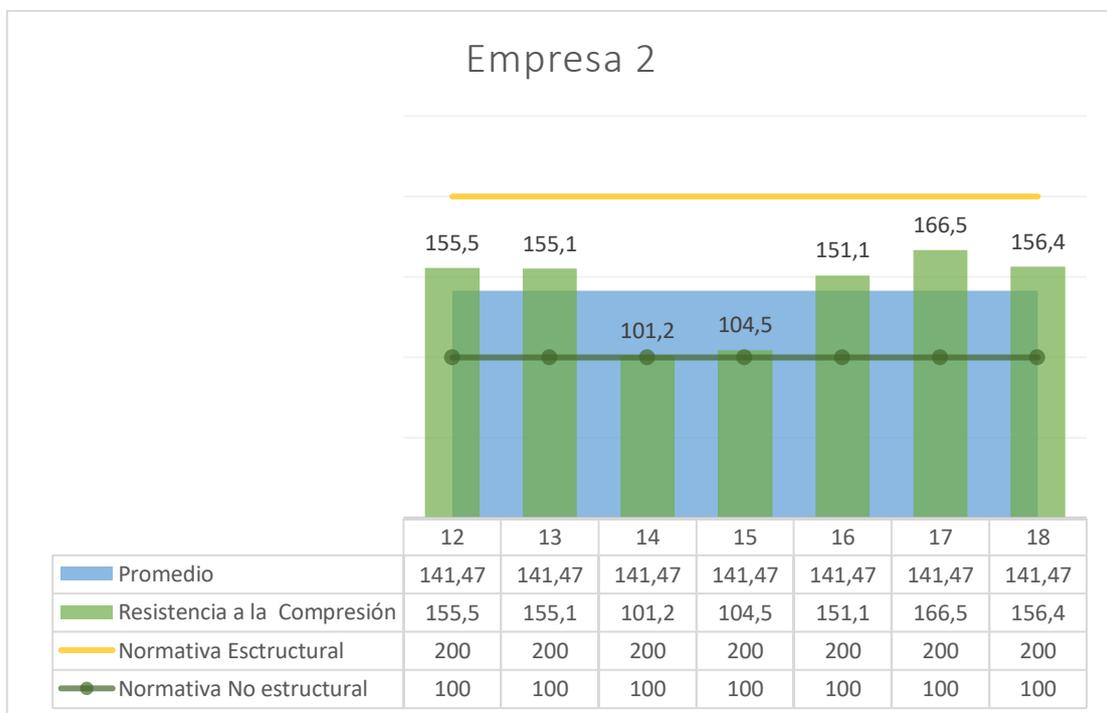
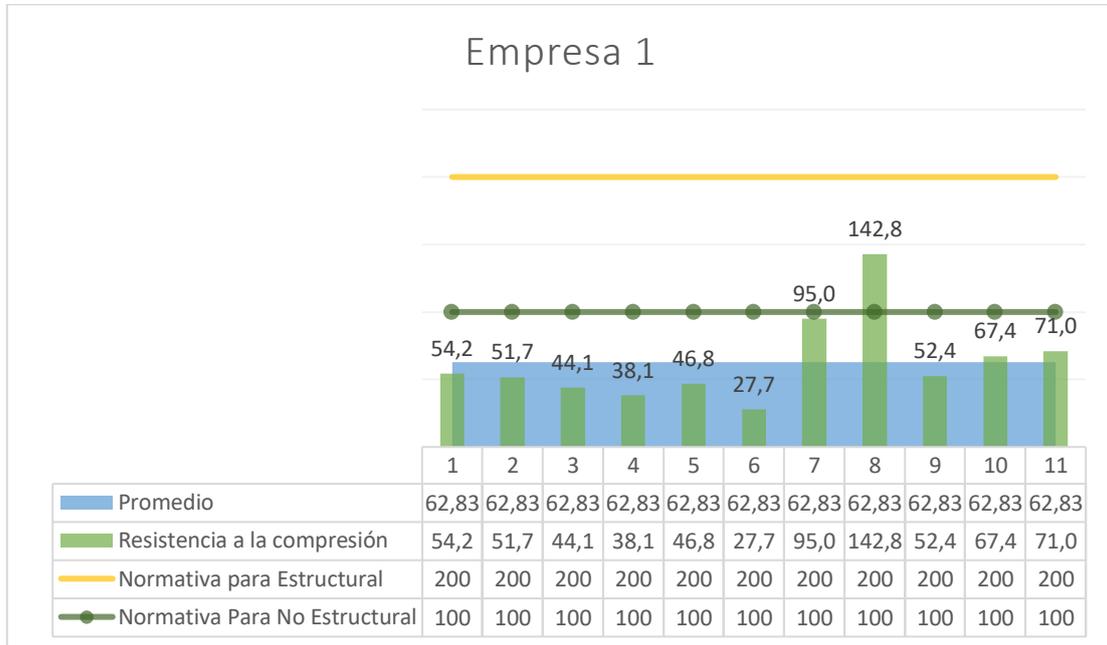


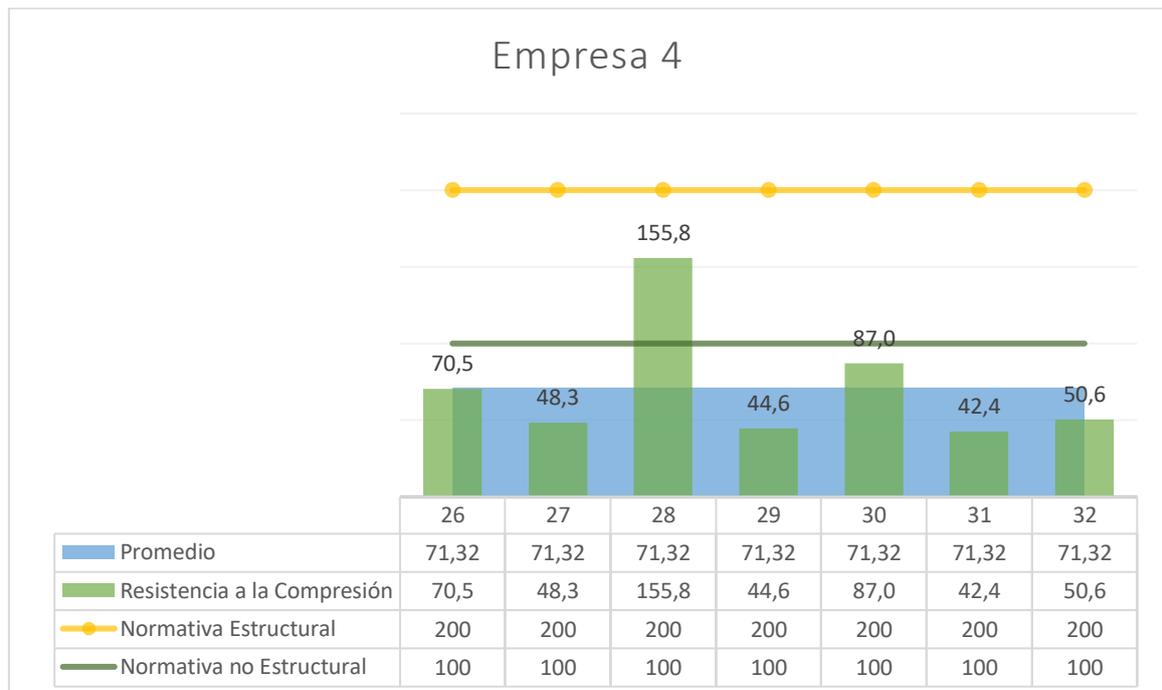
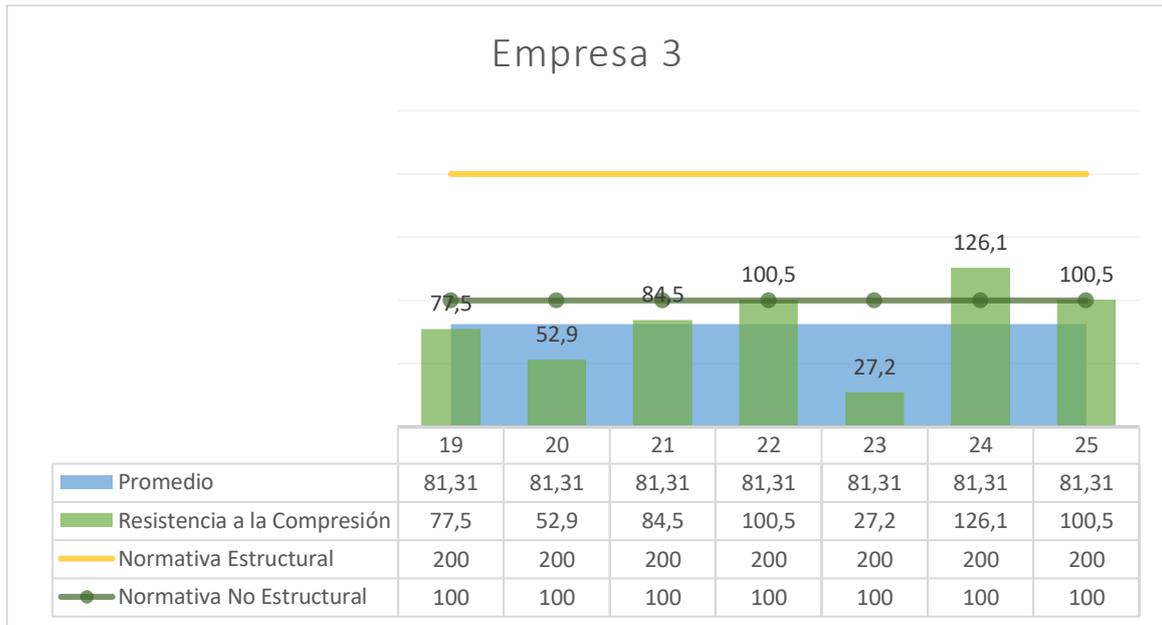




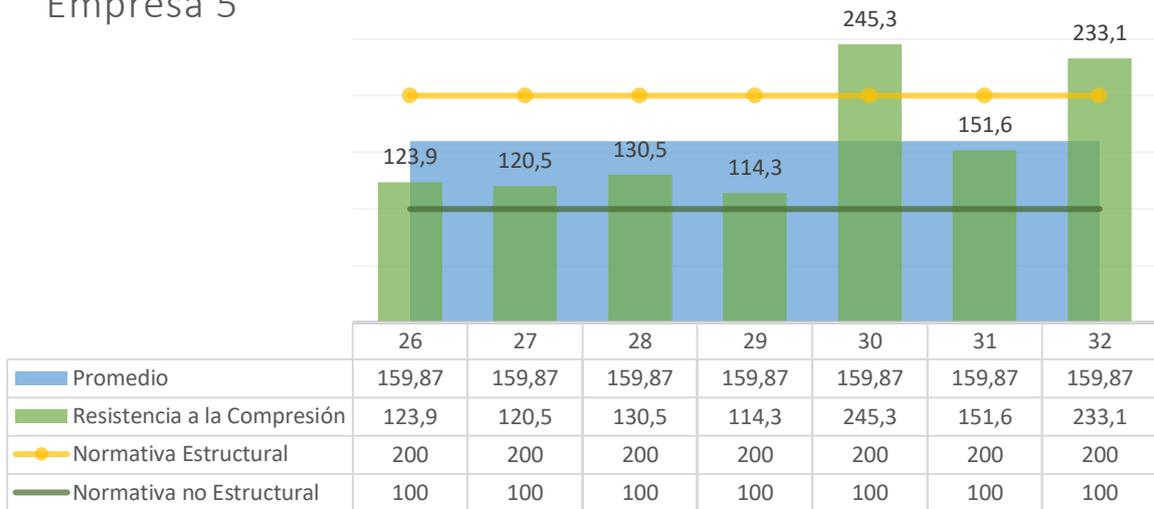
**Anexo P. Resistencia a la compresión simple, de cada empresa (ladrillo macizo tipo panelón)**

**RESISTENCIA NETA**

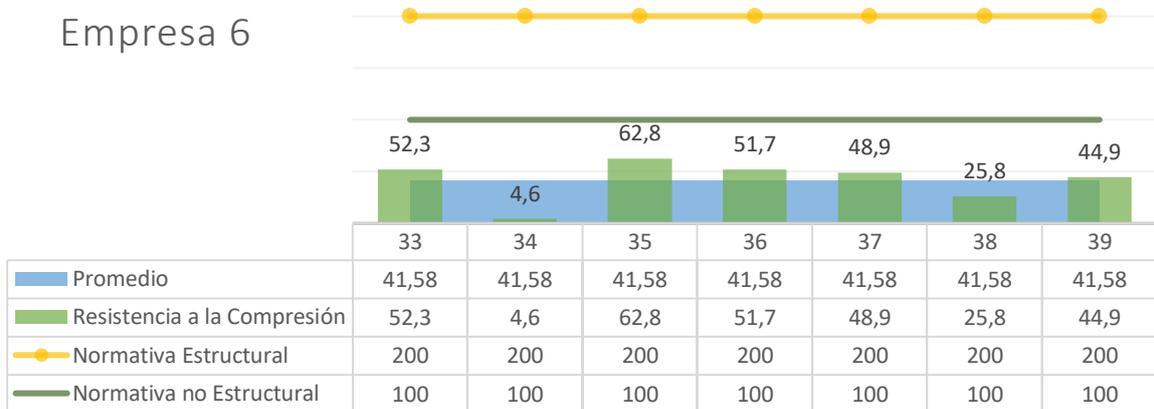




### Empresa 5



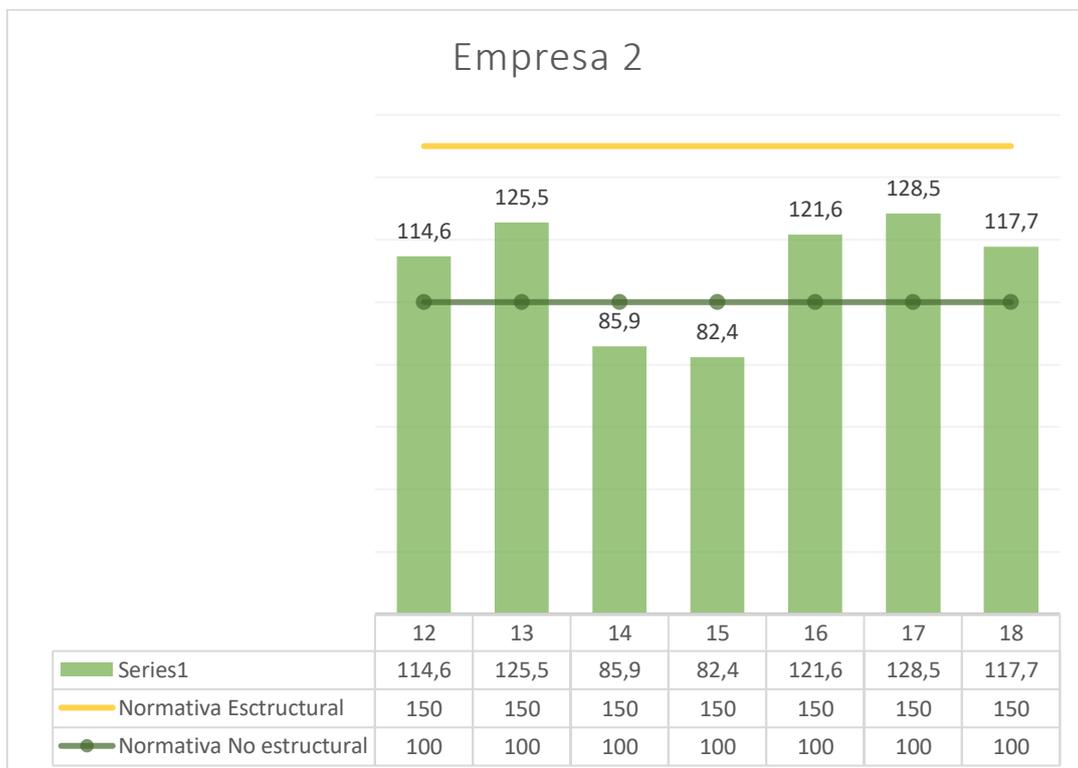
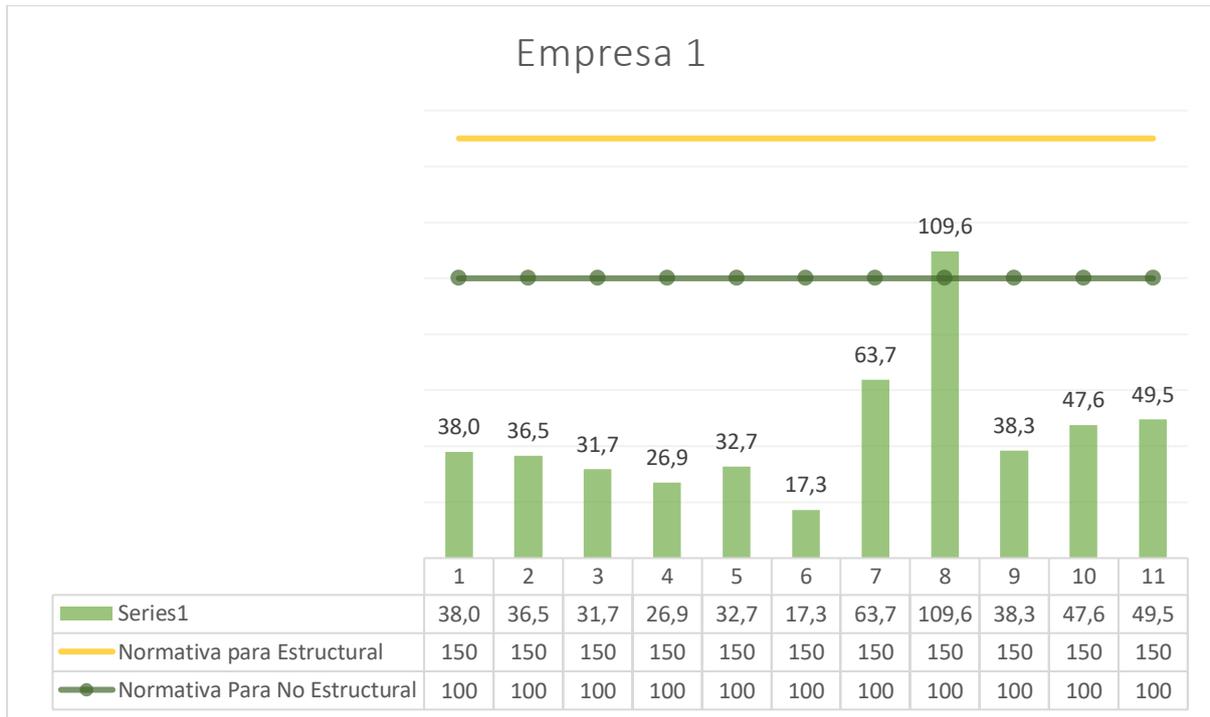
### Empresa 6

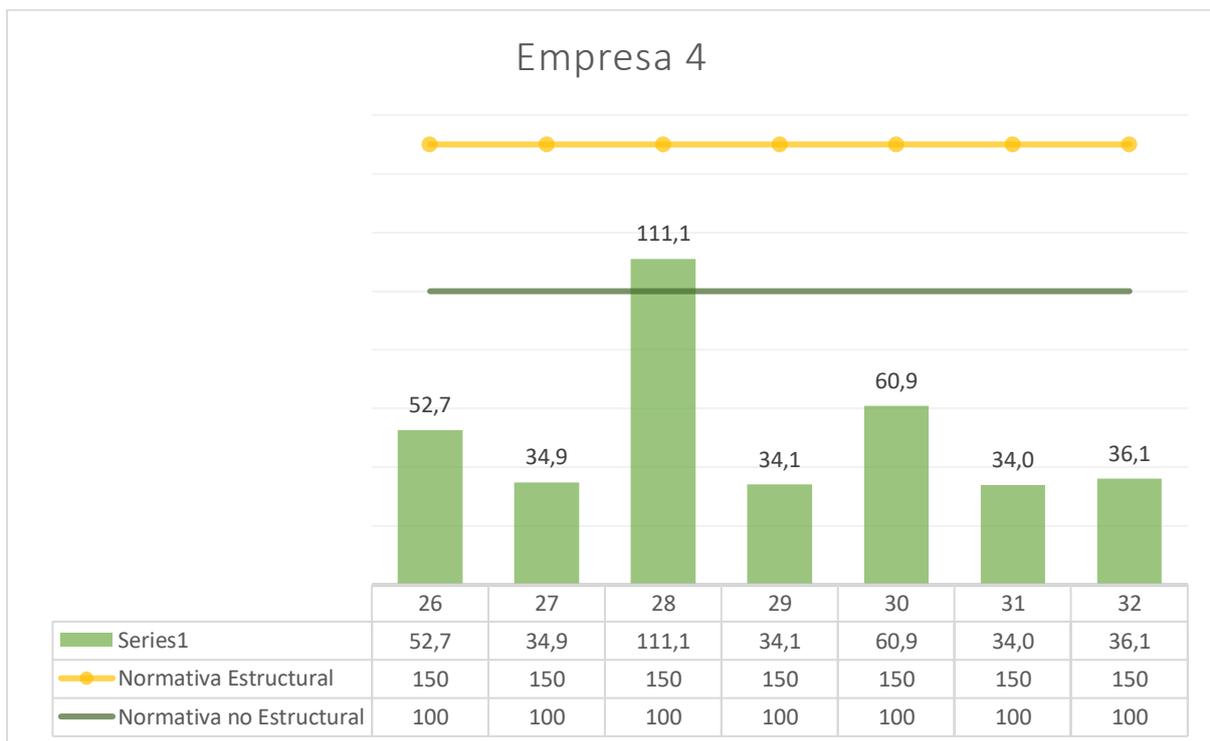
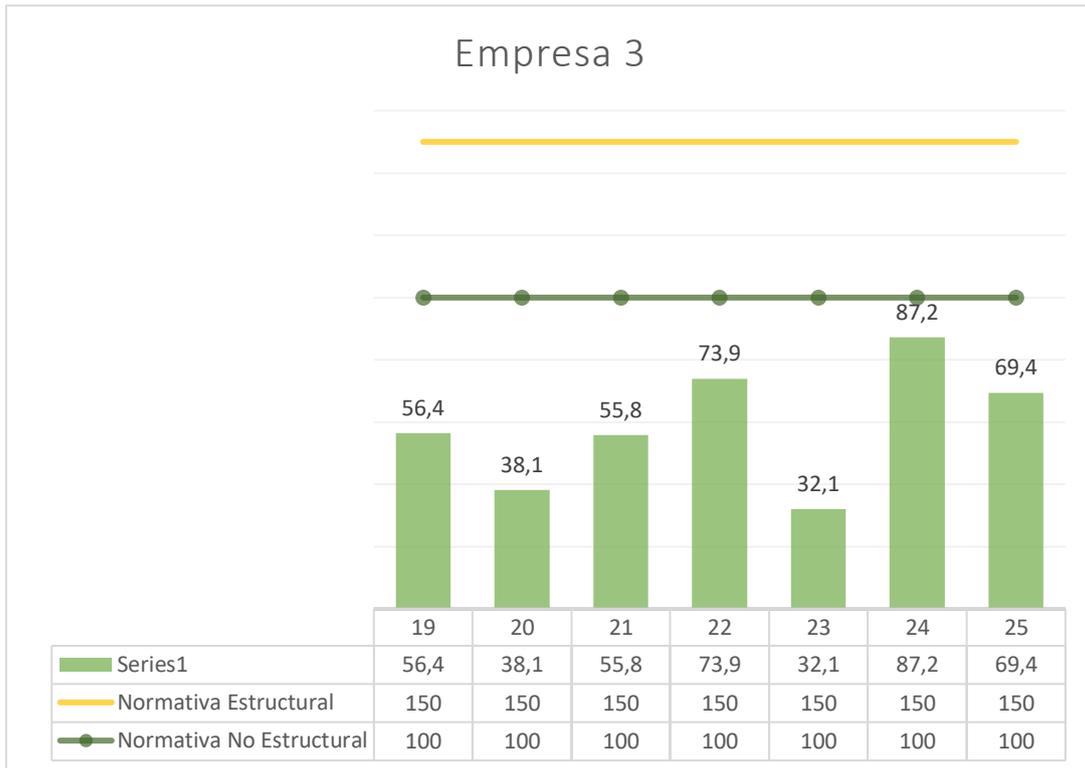


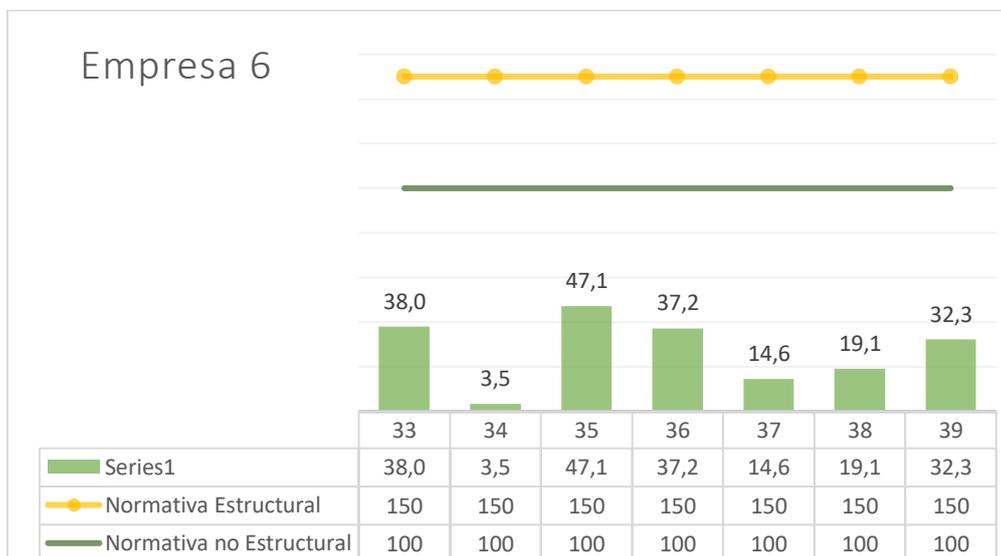
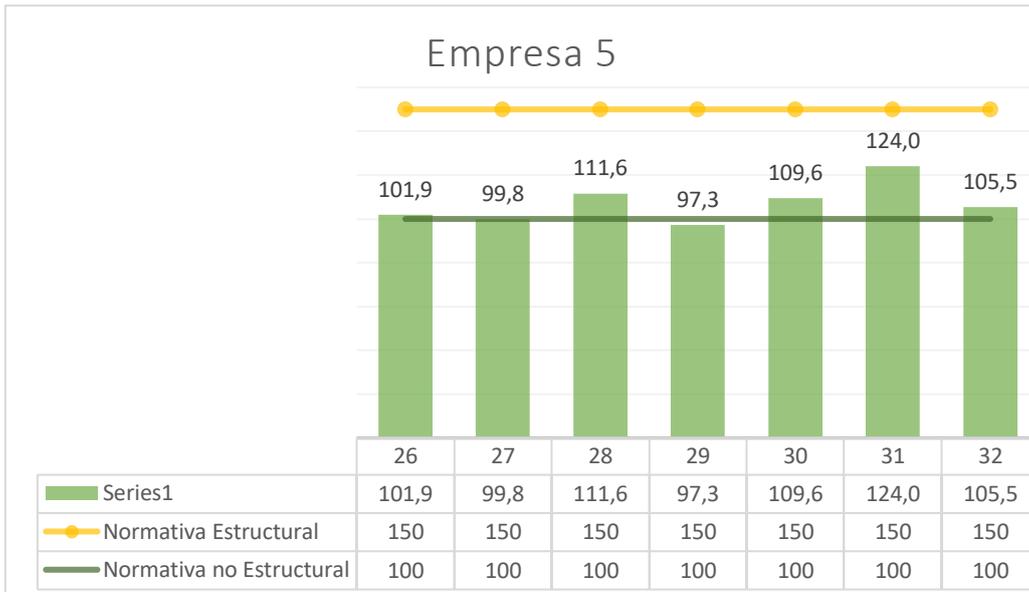
### Empresa 7

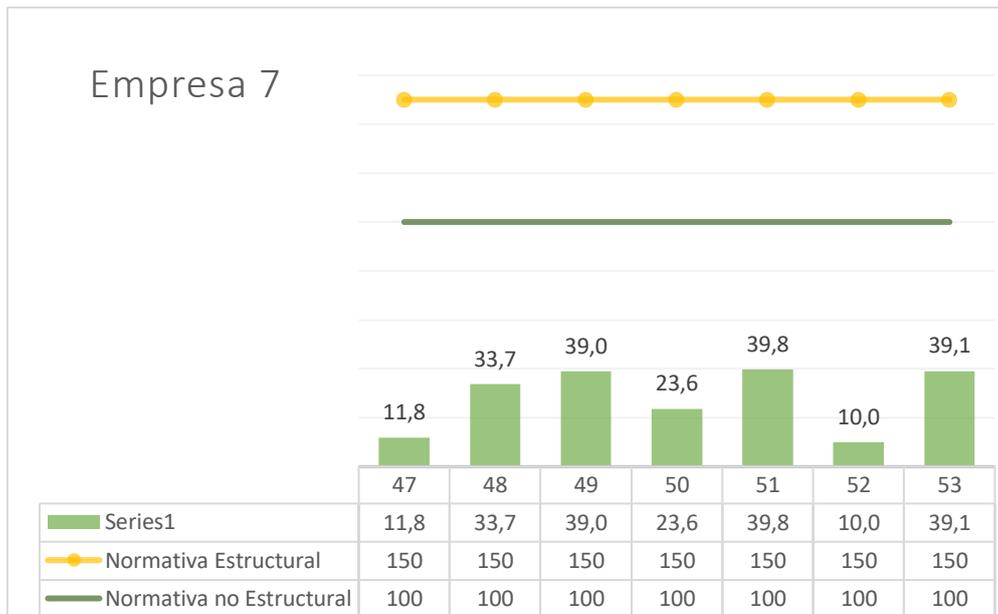


## RESISTENCIA BRUTA

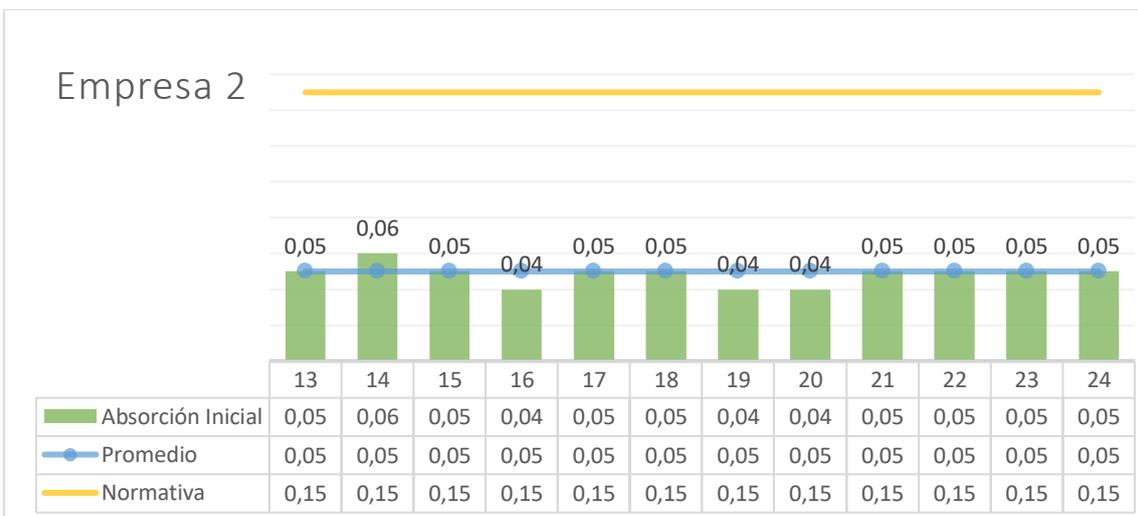


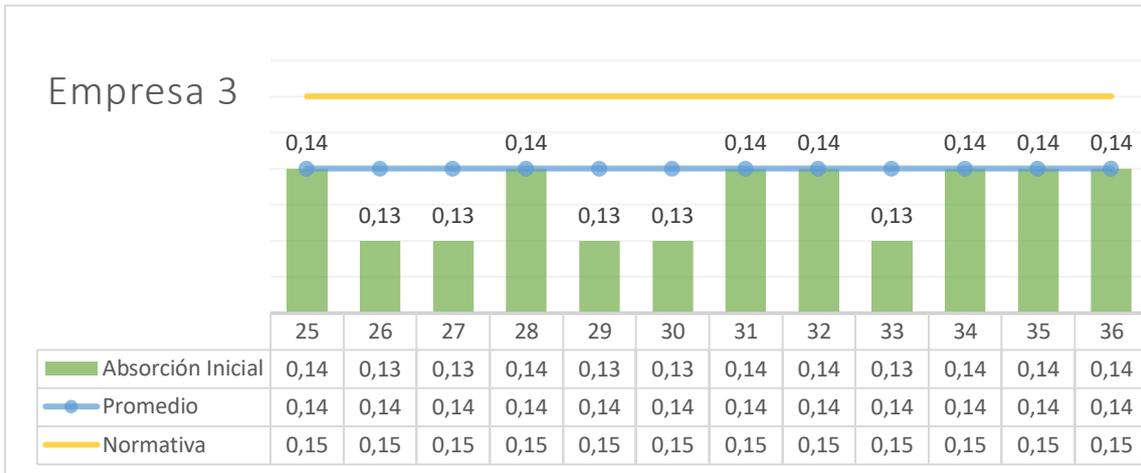




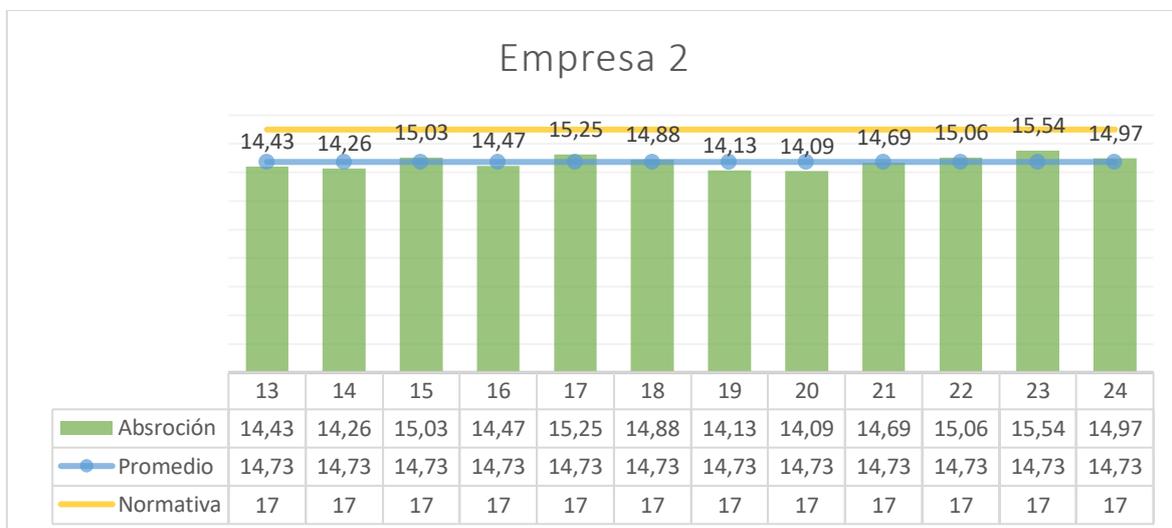
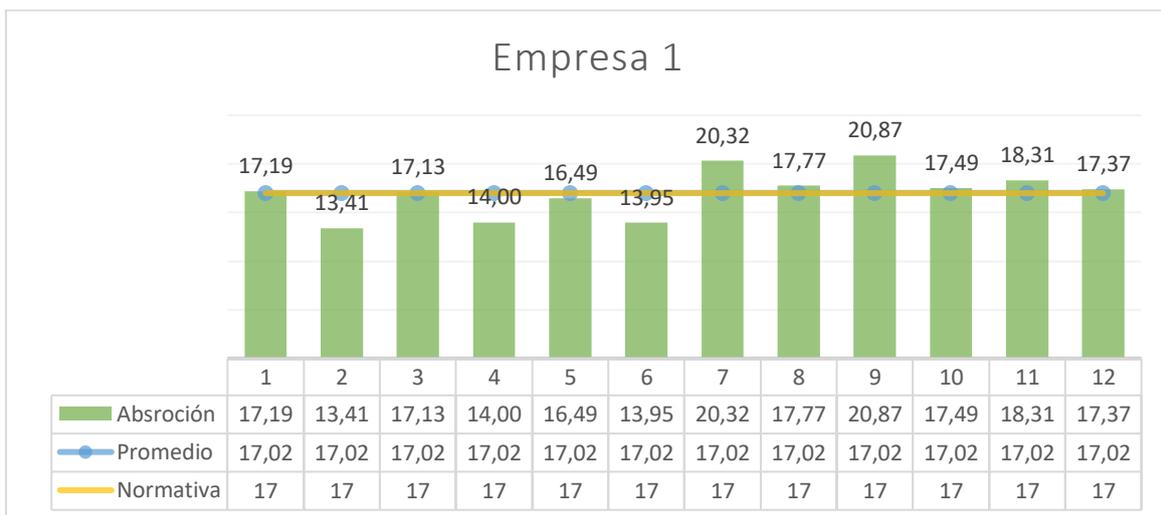


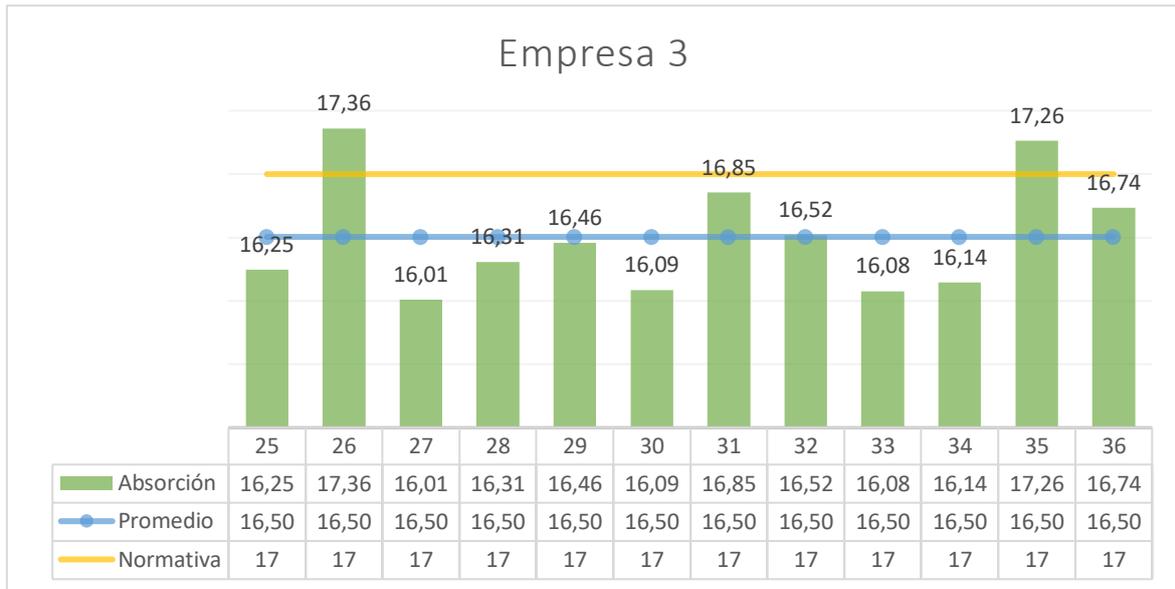
**Anexo Q.** Tasa inicial de absorción, empresas (ladrillo de perforación horizontal tipo tochana).



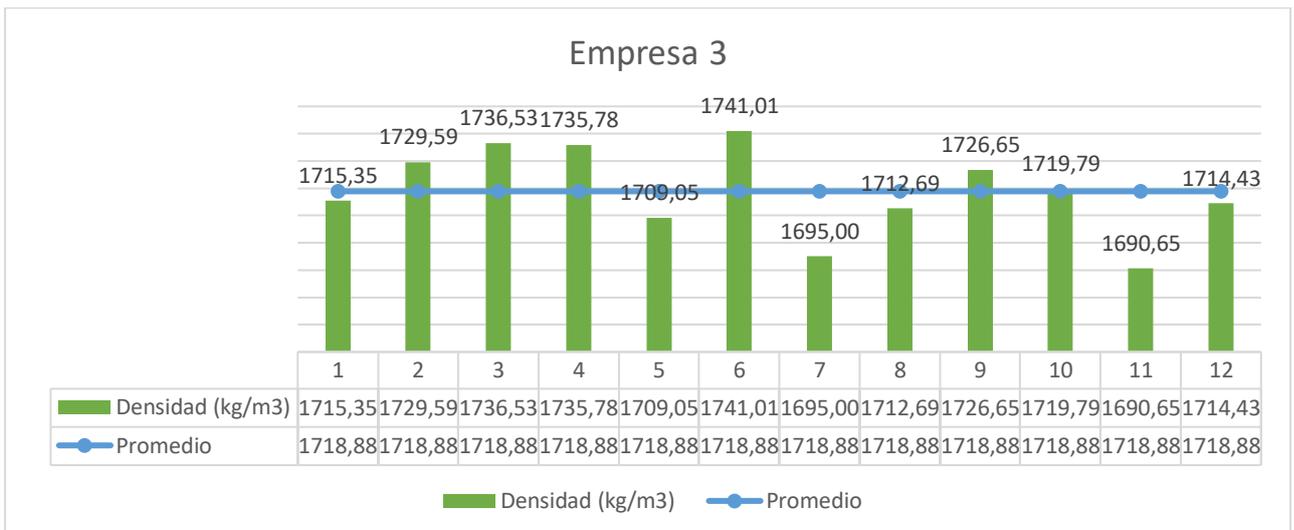
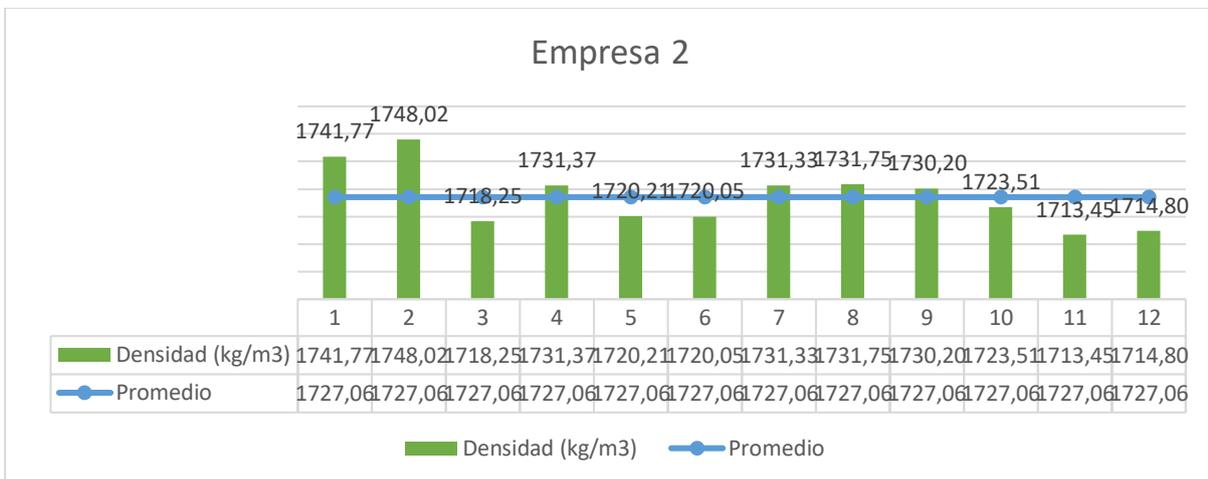
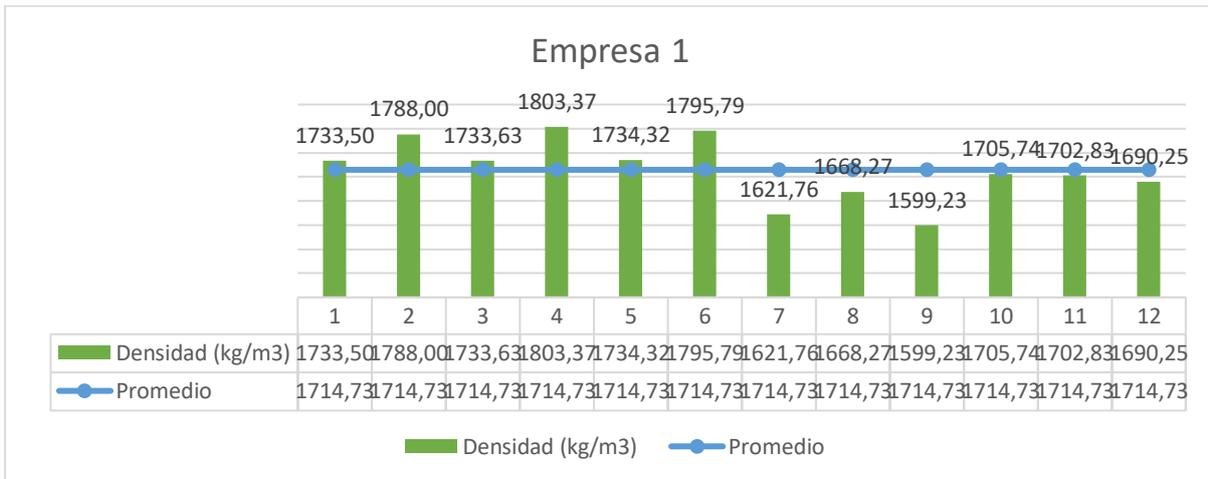


**Anexo R.** Porcentaje de absorción, empresas (ladrillo de perforación horizontal tipo tochana).

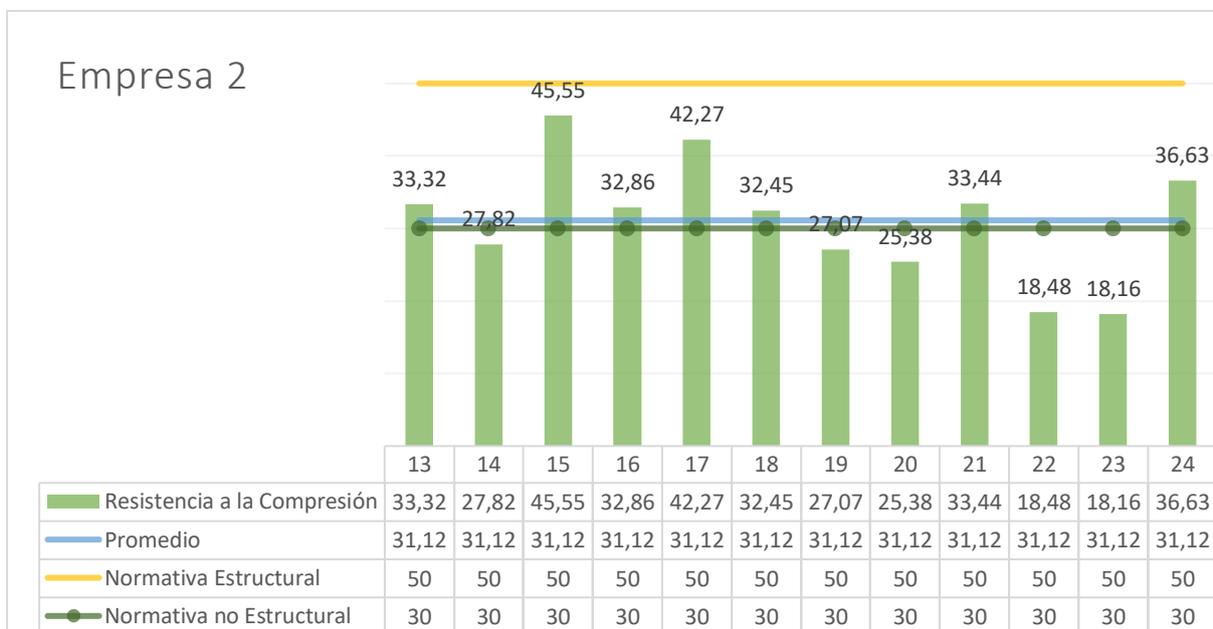
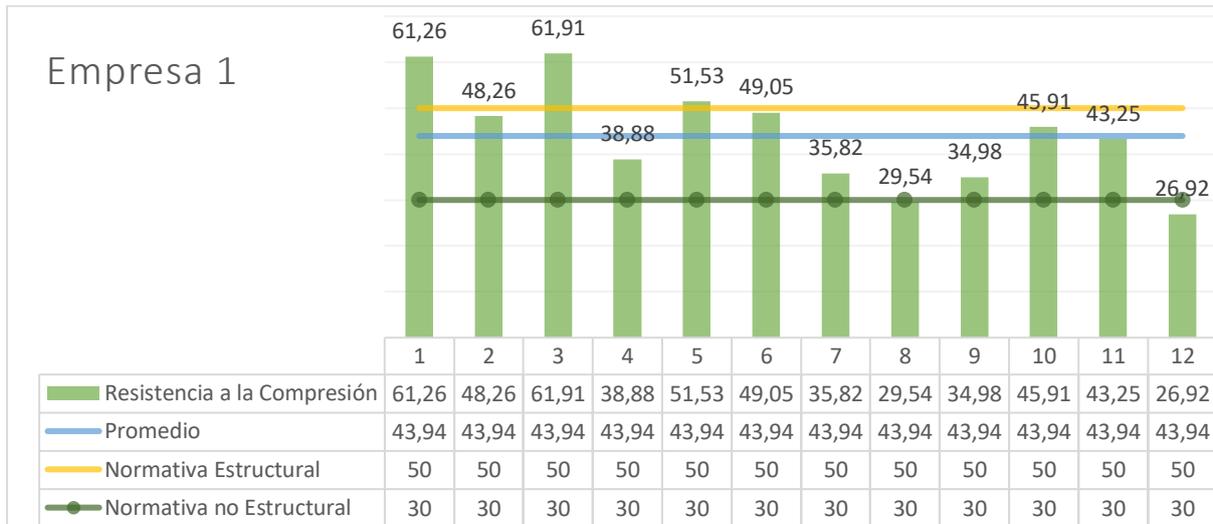


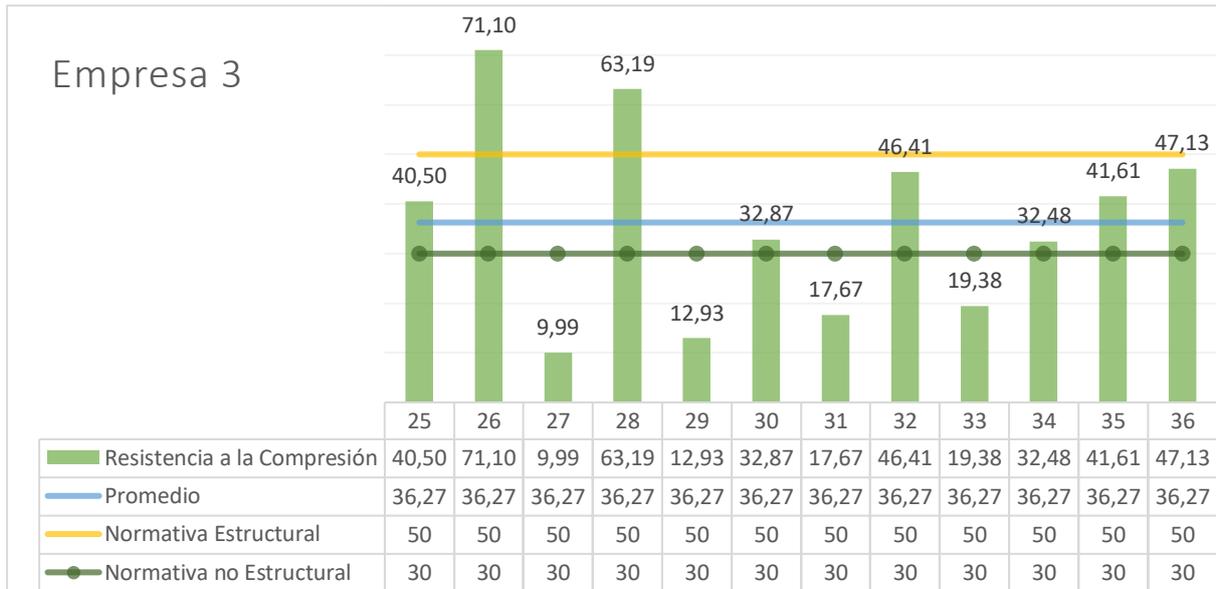


**Anexo S. Densidad, cada empresa ladrillo de perforación horizontal tipo tochana)**

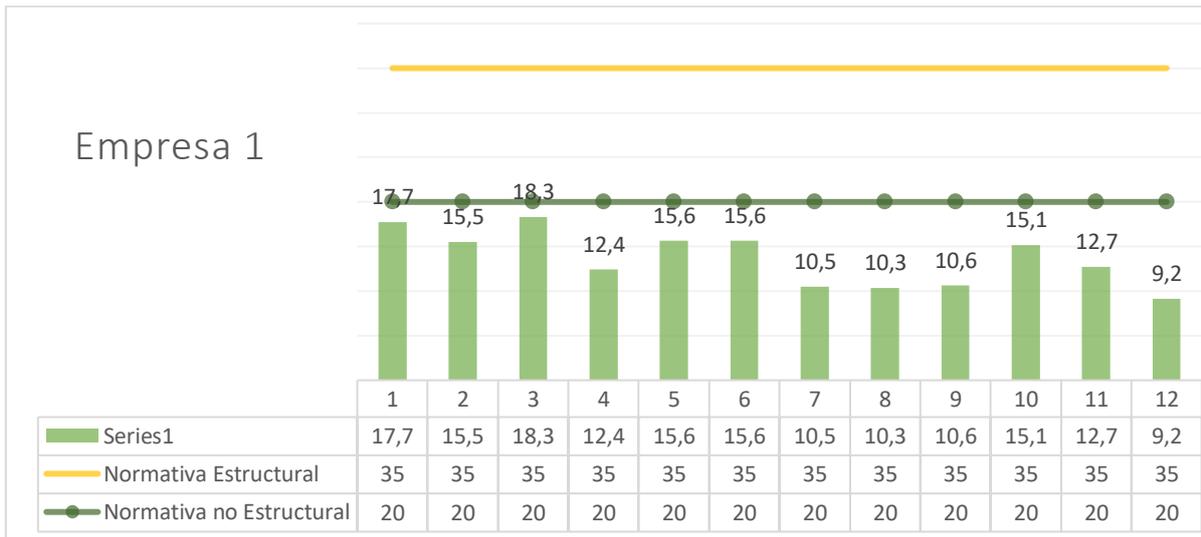


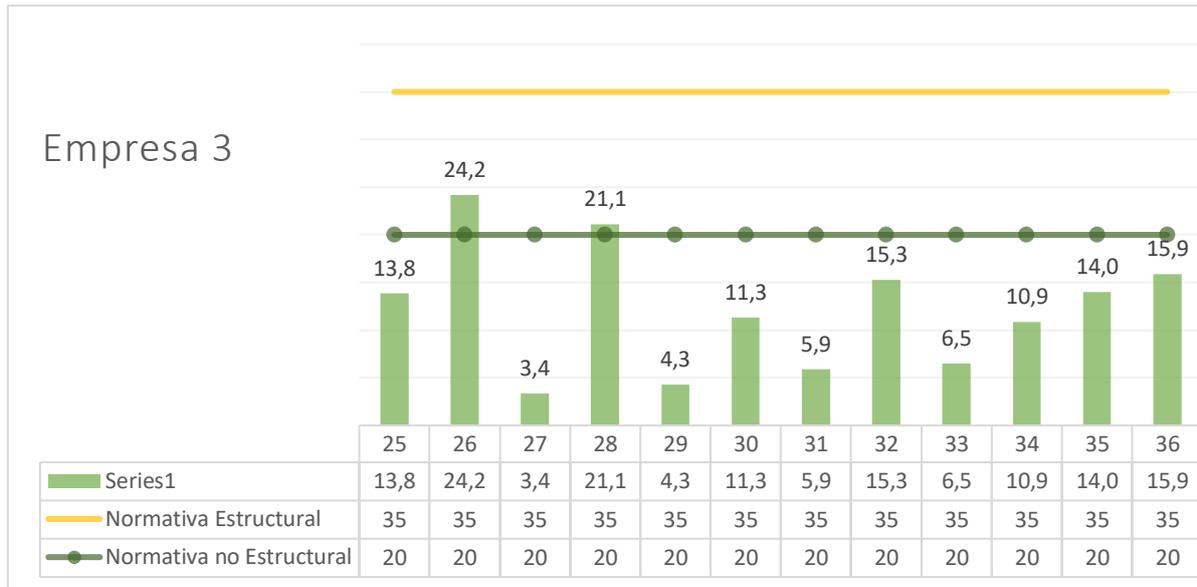
**Anexo T. Resistencia neta a la compresión (ladrillo de perforación horizontal tipo tochana)**





### Resistencia bruta a la compresión (ladrillo de perforación horizontal tipo tochana)





**Anexo U.** Costos por unidad de cada bloque de cada empresa

Bloque de hormigón	Costo (\$) / unidad
Empresa 1	0.80
Empresa 2	1.00
Empresa 3	0.70
Empresa 4	0.83
Promedio del costo del bloque de hormigón	0.83

Bloque de pómez	Costo (\$) / unidad
Empresa 1	0.45
Empresa 2	0.47
Empresa 3	0.47
Empresa 4	0.40
Empresa 5	0.42
Empresa 6	0.42
Empresa 7	0.44
Empresa 8	0.44
Promedio del costo del bloque de pómez	0.44

Ladrillo macizo	Costo (\$) / unidad
Empresa 1	0.28
Empresa 2	0.28
Empresa 3	0.31
Empresa 4	0.30
Empresa 5	0.32
Promedio del costo del Ladrillo macizo	0.30

Ladrillo con perforaciones	Costo (\$) / unidad
Empresa 1	0.42
Empresa 2	0.45
Empresa 3	0.27
Promedio del costo del ladrillo con perforaciones	0.38

**Anexo V.** Dimensiones modulares y nominales de los bloques de hormigón

Dimensiones modulares (cm)			Dimensiones nominales (cm)		
Largo	Ancho	Altura	Largo	Ancho	Altura
40	30	20, 25	39	29	19, 24
30	20	25, 15	29	19	24, 14
20	10	15, 10	19	9	14, 9

**Fuente:** (INEN 3066, 2016)

### Anexo W. Norma Técnica Ecuatoriana

#### Bloques de hormigón de acuerdo a su uso

Tipo	Uso
A	Mampostería estructural
B	Mampostería no estructural
C	Alivianamientos en losas

#### Bloques de hormigón de acuerdo a su densidad

Tipo	Densidad de hormigón (kg/m <sup>3</sup> )
Livianos	< 1680
Medios	1680 a 2000
Pesados	> 2000

#### Clasificación de ladrillos, según su forma

Tipo de ladrillo	Descripción
Ladrillo Perforado	Tienen perforaciones en la tabla que ocupen más del 10% de la superficie de la misma. Se utilizan en la ejecución de fachadas de ladrillo.
Ladrillo Macizo	Aquellos con menos de un 10% de perforaciones en la tabla. Algunos modelos presentan rebajes en dichas tablas y en las testas para ejecución de muros sin llagas.
Ladrillo Tejar o manual	Simulan los antiguos ladrillos de fabricación artesanal, con apariencia tosca y caras rugosas. Tienen buenas propiedades ornamentales.
Ladrillo Aplantillado	Tiene un perfil curvo, de forma que, al colocar una hilada de ladrillo, generalmente, conforman una moldura corrida.
Ladrillo Hueco	Poseen perforaciones en el canto o en la testa que reducen el peso y el volumen del material empleado en ellos, facilitando su corte y manejo. Aquellos que poseen orificios horizontales son utilizados para tabiquería que no vaya a soportar grandes cargas.

**Fuente:** (BAIRD & Chon, 2011)

## Resistencia neta a la compresión en bloques de hormigón.

Descripción	Resistencia neta mínima a la compresión simple (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Clase A	Clase B	Clase C
Promedio de 3 bloques	140.76	40.8	17.34
Por bloque	126.48	35.7	14.28

Fuente: (INEN 3066, 2016)

**Anexo X.** Certificado de uso del laboratorio de materiales de construcción y mecánica de suelos.



**CERTIFICADO**

Azogues, 4 de enero de 2021

Por medio de la presente certifico que, la estudiante **CARLA ALEXANDRA CANTOS TORRES**, con cedula de identidad **0301670014**, elaboró los ensayos correspondientes al trabajo de titulación "**CARACTERIZACIÓN DE MAMPOSTERÍA MÁS COMUNES EN LA CIUDAD DE AZOGUES**" dentro de las instalaciones del Laboratorio de Materiales de Construcción y Mecánica de Suelos de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción, obteniendo resultados fiables.

A petición del solicitante,



Ing. Paúl Illescas C.  
DIRECTOR DEL L.M.C.M.S

## Anexo Y. Certificado de Anti plagio.



Oficio Nro. UCACUE-CAVU-UT-2021-002-AP  
Azogues, 08 de enero de 2021

Señores Ingenieros

Ricardo Romero González  
DIRECTOR DE CARRERA

Jorge Crespo Crespo  
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
INGENIERÍA CIVIL SEDE AZOGUES  
Ciudad

**ASUNTO:** Informe de similitud del trabajo de titulación de la estudiante *Cantos Torres Carla Alexandra*

**REFERENCIA:** OFICIO N° UCCSA-JC-001 -21  
UCACUE-CAVU-UT-2021-001-AP  
OFICIO N° UCCSA-JC-002-21

Reciban un cordial y atento saludo; en atención a la solicitud en referencia adjunto al presente el **RESULTADO DE SIMILITUD TURNITIN** del trabajo de titulación: "*Caracterización de unidades de mampostería más comunes en la ciudad de Azogues*", elaborado por la estudiante **CANTOS TORRES CARLA ALEXANDRA**. El resultado presenta un índice de similitud del **OCHO PORCIENTO (08%)**, siendo inferior al límite establecido en el *Reglamento de la Unidad de Titulación*, y en consecuencia **APTO** para continuar con el proceso de titulación. Adjunto el documento completo revisado por el sistema.

CantosTorresE2

INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>8%</b>	<b>8%</b>	<b>3%</b>	<b>%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.uide.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>webdeptos.uma.es</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unimagdalena.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

Particular que pongo a su conocimiento para fines pertinentes.

Atentamente;  
DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

  
Ing. Cristian Arturo Vintimilla  
RESPONSABLE DE UNIDAD DE TITULACIÓN  
INGENIERÍA CIVIL SEDE AZOGUES

 Firmado electrónicamente por:  
**CRISTIAN ARTURO VINTIMILLA**  
UCACUE

[www.ucacue.edu.ec](http://www.ucacue.edu.ec)

Cuenca: Av. de las Américas y Tarqui. Telf: 2830751, 2824365, 2826563 Azogues: Campus Universitario "Luis Cordero El Grande", (Frente al Terminal Terrestre).  
Telf: 593 (7) 2241 - 613, 2243-444, 2245-205, 2241-587 Cañar: Calle Antonio Ávila Clavijo. Telf: 072235268, 072235870 San Pablo de la Troncal: Cda. Universitaria  
km.72 Quinceava Este y Primera Sur Telf: 2424110 Macas: Av. Cap. José Villanueva s/n Telf: 2700393, 2700392

## Anexo Z. Permiso del autor con sello.



---

### PERMISO DE AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, Carla Alexandra Cantos Torres, portador de la cédula de identidad N.º 0301670014 en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación "Caracterización de unidades de mampostería más comunes en la ciudad de Azogues" de conformidad a lo establecido en el artículo del Código de Economía Social de los Componentes, Creatividad e Innovación reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 114 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, 10 de enero de 2021



---

Carla Alexandra Cantos Torres

C.I. 0301670014

**Anexo AA.** Certificado de no adeudar libros a la biblioteca.



---

**EL BIBLIOTECARIO DE LA SEDE AZOGUES**

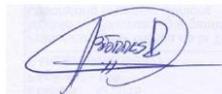
**CERTIFICA:**

Que, **CANTOS TORRES CARLA ALEXANDRA**. Con cédula de ciudadanía **Nro.**

**0301670014** de la carrera de **INGENIERIA CIVIL**.

No adeuda libros, a esta fecha.

Azogues, 28 de diciembre del 2020.



Byron Alonso Torres Romo  
**BIBLIOTECARIO**

Biblioteca Universitaria  
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"

[www.ucacue.edu.ec](http://www.ucacue.edu.ec)

Cuenca: Av. de las Américas y Tarqui. ☎ Telf: 2830751, 2824365, 2826563 Azogues: Campus Universitario "Luis Cordero El Grande", (Frente al Terminal Terrestre).  
☎ Telf: 593 (7) 2241 - 613, 2243-444, 2245-205, 2241-587 Cañar: Calle Antonio Ávila Clavijo. ☎ Telf: 072235268, 072235870 San Pablo de la Troncal: Cdia. Universitaria  
km.72 Quinceava Este y Primera Sur ☎ Telf: 2424110 Macas: Av. Cap. José Villanueva s/n ☎ Telf: 2700393, 2700392