

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

APLICACIÓN DEL CORCHO EN EL HORMIGÓN

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Técnico Universitario en CONSTRUCCIÓN

Alumnos:

Alexsis Mendoza Muñoz

Daniel Cartes Veloso

Profesor guía:

Sr. Sergio Monroy

2019

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Daniel Cartes Veloso

Agradecer primeramente a Dios y a mi familia y amigos que durante este proceso han sido fundamental, al igual que mi compañero de tesis que siempre estuvo dispuesto para llevar esto a cabo. También dar gracias a mi profesor guía el cual nos brindó su apoyo y atención para realizar este importante logro.

Alexsis Mendoza Muñoz

Quisiera agradecer a mi familia y amigos que me acompañaron en este proceso, igual agradecer a mi compañero de tesis que siempre estuvo dispuesto a llevar a cabo este proyecto. También dar gracias a mi profesor guía el cual nos brindó su apoyo y su disposición para realizar este importante logro.

RESUMEN DEL PROYECTO.

El corcho hoy en día es un material que se produce en grandes masas y uno de los elementos en los cuales es transformado es el tapón de corcho el cual luego de su uso es desechado por lo cual decidimos realizar una innovación agregando granos de corcho a una mezcla de hormigón.

Para esto primero comenzamos investigando el proceso industrial desde que el corcho es retirado del alcornoque hasta que es confeccionado el tapón de corcho para luego este ser recogido por empresas recicladoras y ser transformado en granos de corcho de distintas dimensiones, luego buscamos las diferentes propiedades que tiene el corcho y así analizar y ver que propiedades nos podría integrar a nuestra mezcla de hormigón.

Luego comenzamos con la dosificación de nuestro hormigón con el cual utilizamos la normativa vigente en Chile para el diseño de una dosificación. Anterior a esto realizamos todos los ensayos de granulometría, absorción y humedad y posterior a la dosificación realizamos ensayos de resistencia para el hormigón luego realizamos el cálculo de resistencia de transmitancia térmica para analizar si el corcho nos beneficiaba y también analizar el costo de implementar el corcho en la mezcla.

Con estos datos buscamos no solo el enriquecimiento informativo personal, sino también dejar material actualizado sobre dosificaciones y ensayos para hormigones con la incorporación de corcho en nuestra biblioteca, para las futuras generaciones de constructores.

INDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCION.....	1
2.	EXPOSICIÓN GENERAL DEL PROYECTO.	2
3.	PRINCIPALES INTERROGANTES DEL PROYECTO.	4
4.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
5.	METODOLOGÍA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO.....	5
6.	OBJETIVOS DEL PROYECTO.	5
7.	MARCO TEÓRICO	6
8.	MARCO NORMATIVO.....	10
CAPITULO I: PROCESO INDUSTRIAL Y LAS PROPIEDADES DEL CORCHO PARA SER UTILIZADO EN EL HORMIGON.....		12
9.	PROPIEDADES DEL CORCHO.	13
10.	EXTRACCION DEL CORCHO.	14
11.	FABRICACION DEL CORCHO.....	16
12.	RECILCADO DEL CORCHO	18
13.	PRODUCTO FINAL.	19
CAPITULO II: DISEÑO DE LA DOSIFICACION DE UN HORMIGON CON LA INCORPORACION DE CORCHO.		20
14.	ENSAYOS PREVIOS AL DISEÑO DE LA DOSIFICACION.....	21
13.1	GENERALIDADES.....	21
13.1.1	GRAVA	22
13.1.2	ARENA	22
13.1.3	CORCHO.....	23
15.	ENSAYO HUMEDAD Y ABSORCIÓN	24
14.1	ABSORCIÓN GRAVA	24
14.2	ABSORCIÓN ARENA	24
14.3	ABSORCIÓN CORCHO.	24
15.	DISEÑO PARA LA DOSIFICACION	25
15.1.	MÉTODO ACI	25
15.1.1	DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA MEDIA	25
15.1.3	DOSIS TENTATIVA DE AGUA PARA EL HORMIGÓN	26
15.1.4	DETERMINACIÓN DE LA RAZÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA MEDIA.	27
15.1.5	DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE CEMENTO POR DURABILIDAD	28
15.1.6	DOSIS DE ÁRIDO GRUESO.....	29
15.1.7	DOSIS PARA 1m³ DE HORMIGÓN.....	29
15.1.8	CORRECCIÓN HUMEDAD Y ABSORCIÓN	30
15.2	DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN PATRÓN G-25.	31
15.2	DOSIFICACIÓN HORMIGÓN CON 5% DE CORCHO GRANULAR.	32
15.3	DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN CON 10% DE CORCHO GRANULAR.....	33
15.4	DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN CON 15% DE CORCHO GRANULAR.	34
15.5	DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN CON 20% DE CORCHO GRNULAR.	35
CAPITULO III. EVALUACION DE LAS RESISTENCIAS Y SU COSTO ECONOMICO DE SU ELABORACION Y COLOCACION		36
16.	CONFECCION DE PROBETAS.....	37
16.1	MATERIALES.....	37
16.2	MEDICION DE MATERIALES.	38
16.3	INCORPORACION DE LOS MATERIALES A LA MEZCLADORA.....	38
16.4	DEFINICION DE MOLDES Y PRPROBETAS	39
16.5	LLENADO DE PROBETAS Y COMPACTACION DE PROBETAS.....	40
16.6	CONSERVACION DE PROBETAS.....	41
17.	ENSAYOS DE RPROBETA	42

17.1 METODOS DE ENSAYOS A COMPRESION.	42
17.2 RESISTENCIA A LA COMRESION.....	42
18. RESUMEN ENSAYO A COMPRESION.....	43
18.1 HORMIGÓN PATRÓN.	44
18.2 HORMIGON CON 5% CORCHO.	44
18.3 HORMIGON CON 10% CORCHO.	44
18.4 HORMIGON CON 15% CORCHO.	45
18.5 HORMIGÓN CON 20% CORCHO.	45
18.6 GRAFICO DE RESISTENCIAS.....	46
18.6.1 RESISTENCIA A LA COMPRESION HORMIGON PATRON G25	46
18.6.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION HORMIGON G25 CON 5% CORCHO.	46
18.6.3 RESISTENCIA A LA COMPRESION HORMIGON G25 CON 10% CORCHO.	47
18.6.4 RESISTENCIA A LA COMPRESION HORMIGON G25 CON 15% CORCHO	47
18.6.5 RESISTENCIA A LA COMPRESION HORMIGON G25 CON 20% CORCHO.	48
18,7 GRAFICO DE RESUMEN.....	48
18.7.1 GRAFICO RESISTENCIA A LOS 28 DIAS PROBETAS CUBICAS.	48
18.7.2 GRAFICO RESISTENCIA A LOS 28 DIAS PROBETAS CILINDRICAS.....	49
18.8 GRAFICO DE DENSIDADES.....	49
19. RESISTENCIA TERMICA HORMIGON.	50
19.1.1 Conductividad térmica:	50
19.1.2 Transmitancia Térmica (U) (w/mk).....	50
19.2 CALCULO DE TRANSMITANCIA TÉRMICA.....	51
19.2.1 Transmitancia térmica Hormigón	51
19.2.2 Transmitancia térmica corcho.	51
19.2.3 Valor U ponderado 5%.	51
19.2.4 Valor U ponderado 10%.....	52
19.2.5 Valor U ponderado 15%.....	52
19.2.6 Valor U ponderado 20 %.	52
19.3 GRAFICO TRANSMITANCIA TÉRMICA.....	53
20. ANALISIS ECONOMICO DE UN HORMIGON.	54
20.1 FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON G-25 (PATRON)	54
20.2 FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON G-25 CON 5% DE CORCHO	55
20.3 FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON G-25 CON 10% CORCHO	56
20.4 FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON G-25 CON 15% CORCHO.	57
20.5 FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON G-25 CON 20 % CORCHO.	58
21 GRAFICOS ECONOMICOS.....	59
21.1 COSTO FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON G25	59
21.2 GRAFICOS MATERIALES INCIDENTES.	59
21.2.1 HORMIGON PATRON.....	59
21.2.2 HORMIGON 5%CORCHO.....	60
21.2.3 HORMIGON 10% CORCHO.....	60
21.2.4 HORMIGON 15% CORCHO.....	61
21.2.5 HORMIGON 20% CORCHO.....	61
21. CONCLUSIONES.....	62
20.1 CONCLUSIÓN GENERAL.....	64
21. BIBLIOGRAFIA.....	65
22.WEBGRAFIA.....	65

INDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1 HORMIGÓN 6

ILUSTRACIÓN 2 CORCHO..... 7

ILUSTRACIÓN 3 ÁRIDOS 7

ILUSTRACIÓN 4 ADICIÓN..... 8

ILUSTRACIÓN 5 ADITIVO..... 8

ILUSTRACIÓN 6 EXTRACCIÓN DE ALCORNOQUE..... 14

ILUSTRACIÓN 7 SELECCIÓN DE PLANCHA DE CORCHO. 16

ILUSTRACIÓN 8 SELECCIÓN DE CORCHO 17

ILUSTRACIÓN 9 MAQUINA TAMIZADORA..... 18

ILUSTRACIÓN 10 TAMIZ VIBRATORIO CIRCULAR..... 18

ILUSTRACIÓN 11 CORCHO GRANULAR 3MM 19

ILUSTRACIÓN 12 ENSAYO GRANULOMETRÍA. 23

ILUSTRACIÓN 13 ENSAYO ABSORCIÓN. 24

ILUSTRACIÓN 14 BALANZA DIGITAL..... 38

ILUSTRACIÓN 15: BETONERA 90 LTS. 38

ILUSTRACIÓN 16 CONO DE ABRAMS. 39

ILUSTRACIÓN 17 PROBETAS CUBICAS..... 39

ILUSTRACIÓN 18 VIBRADOR DE HORMIGÓN. 40

ILUSTRACIÓN 19 HORMIGÓN COMPACTADO. 40

ILUSTRACIÓN 20 CÁMARA DE CURADO DE PROBETAS. 41

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: PRODUCCIÓN DE CORCHO POR PAÍSES..... 2

TABLA 2 GRANULOMETRÍA GRAVA..... 22

TABLA 3 GRANULOMETRÍA ARENA 22

TABLA 4 GRANULOMETRÍA CORCHO..... 23

TABLA 5 DOSIS TENTATIVA DE AGUA..... 26

TABLA 6 RAZÓN AGUA/CEMENTO..... 27

TABLA 7 DOSIS TENTATIVA DE AGUA PARA HORMIGONES 28

TABLA 8 DOSIS TENTATIVA DE AGUA PARA HORMIGONES 28

TABLA 9 DOSIS DE ÁRIDO GRUESO 29

TABLA 10 DOSIS PARA 1 M3 29

TABLA 11 CORRECCIÓN DE HUMEDAD 30

TABLA 12 PROCEDIMIENTO DE COMPACTACIÓN..... 40

TABLA 13 FACTOR DE CONVERSIÓN PARA PROBETAS PREFERIDAS EN FORMAS CUBICAS Y CILÍNDRICAS. 43

TABLA 14 RESISTENCIA COMPRESIÓN HORMIGÓN PATRÓN..... 44

TABLA 15 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN HORMIGÓN 5% CORCHO..... 44

TABLA 16 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 10% CORCHO. 44

TABLA 17 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 15 % CORCHO. 45

TABLA 18 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 20% CORCHO. 45

INDICE DE GRAFICOS.

GRÁFICO 1 RESISTENCIA HORMIGÓN PATRÓN..... 46

GRÁFICO 2 RESISTENCIA HORMIGÓN 5% CORCHO..... 46

GRÁFICO 3 RESISTENCIA HORMIGÓN 10% CORCHO..... 47

GRÁFICO 4 RESISTENCIA HORMIGÓN 15% CORCHO 47

GRÁFICO 5 RESISTENCIA HORMIGÓN 20% CORCHO..... 48

GRÁFICO 6 RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS PROBETAS CUBICAS. 48

GRÁFICO 7 RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS PROBETAS CILINDRICAS. 49

GRÁFICO 8 GRAFICO DE DENSIDADES..... 49

GRÁFICO 9 RESISTENCIA A LA TRANSMITANCIA TÉRMICA..... 53

GRÁFICO 10 COSTO FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE HORMIGÓN G25 59

GRÁFICO 11 MATERIALES INCIDENTES H° 59

GRÁFICO 12 MATERIALES INCIDENTES H° 5% CORCHO. 60

GRÁFICO 13 MATERIALES INCIDENTES H° 10% CORCHO..... 60

GRÁFICO 14 MATERIALES INCIDENTES H° 15% CORCHO..... 61

GRÁFICO 15 MATERIALES INCIDENTES H°20% CORCHO. 61

1. INTRODUCCION.

El corcho es un material providente del mediterráneo, este proviene de la corteza del árbol llamado alcornoque, por lo cual no es un material contaminante a nuestro planeta, pero si es un material el cual no se tiene un uso definido luego de su utilización.

Luego de que el tapón es creado y ya utilizado en la botella este ya no puede ser reutilizado en otras botellas entonces estos quedan en desuso.

En chile, el tema del reciclaje de corcho es algo fuertemente impulsado gracias al trabajo realizado por la empresa CORPREN LTDA que importa la materia prima desde el extranjero para someterla a ensayos y pruebas.

Es por ello que se propone la utilización del corcho proveniente del reciclaje de tapones de vino para incorporarlo a mezclas de hormigón, uno de los materiales de construcción más utilizados en Chile.

En el presente trabajo de titulación se presentará el desarrollo y los resultados de ensayos a probetas de hormigón con corcho, con el propósito de avanzar en la determinación de nuevas propiedades de dicho material.

2. EXPOSICIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

La producción del corcho, a nivel mundial se sitúa en torno a las 201.428 toneladas anuales, como puede comprobarse en la tabla N° 1. En ella se destaca Portugal, que es el país con mayor producción, teniendo extensas florestas de alcornoque llegando a las 730.000 hectáreas, lo que logra obtener el 50% del corcho mundial.

Producción de corcho por Países		
País	Producción anual (tn)	Porcentaje
Portugal	100.000	50%
España	61.504	31%
Marruecos	11.686	6%
Argelia	9.915	5%
Túnez	6.962	4%
Italia	6.161	3%
Francia	5.200	3%
Total	201.428	100%

Tabla 1: Producción de corcho por Países.

Fuente: APCORP 2013 (FAO 2010)

En Chile la producción de vino va al alza en el año 2017 alcanzó una cantidad de 1.052.781.944 lts mientras que el año 2018 esto aumentaría en un 35,9% con una cantidad de producción de 1.289.896.983.

Por lo que esto conllevaría a una gran cantidad de importación desde el extranjero de corcho el cual luego quedaría en desuso en el año 2018 según NOSIS una empresa de análisis comercial exterior señaló que Chile importó anualmente una cantidad de 45.308.603

REGIONES	Vinos con D.O.	Vinos sin D.O. (*)	Vinos elaborados con uva de mesa	Total
Tarapacá		2.520		2.520
Antofagasta		7.734		7.734
Atacama	950	21.000		21.950
Coquimbo	63.559.630	14.771.313	3.001.298	81.332.241
Valparaíso	23.307.821	447.130	3.365.248	27.120.199
Metropolitana	124.706.175	11.867.061	45.920.517	182.493.753
Lib. Bernardo O'Higgins	341.376.891	23.198.173	36.645.908	401.220.972
Maule	482.353.871	68.923.539	12.283.474	563.560.884
Bío Bío	17.471.756	16.650.399	6.700	34.128.855
Araucanía	4.850			4.850
Los Lagos		3.025		3.025
Total	1.052.781.944	135.891.894	101.223.145	1.289.896.983

Tabla 2: Producción de vinos en Chile
Fuente: <https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/inf cosecha2018.pdf>

Hoy en día hay empresas chilenas como CORPEN y varias que se encargan de darle un uso al corcho ya reciclado como creando planchas de asilamiento termo acústicas aprovechando sus propiedades y su baja densidad.

De lo anterior se propone la utilización del corcho granular para ser incorporado en mezclas de hormigón, que es el material de la construcción más utilizados en Chile.

En este tiempo hay una creciente sensibilización sobre lo que llamamos las 3R; Renovar, Reutilizar, Reciclar el material que se desea añadir a nuestra mezcla de hormigón puede cumplir con esos requerimientos debido a que hablamos de un material está siendo acumulado sin fines de uso, por otra parte, no es un material contaminante por lo que buscaríamos buscar nuevas aplicaciones de sus propiedades a nuestro hormigón.

Este trabajo desarrollara de ensayos a probetas de hormigón con corcho, para analizar los resultados con el fin de determinar propiedades que le aporta a nuestra mezcla de hormigón

Por eso nosotros queremos innovar integrando el corcho ya granulado en la mezcla de hormigón y luego realizar un análisis tanto de las propiedades de las que este puede aportar al hormigón como si es económicamente viable integrarlo.

3. PRINCIPALES INTERROGANTES DEL PROYECTO.

- ¿Qué es y cómo se obtiene el corcho?
- ¿Cuál es el propósito de incorporar el corcho al hormigón?
- ¿Afecta la resistencia final del hormigón, la utilización del corcho?
- ¿Cuál es la durabilidad del elemento construido con el hormigón con corcho?
- ¿Cuáles serían los posibles elementos construidos con el hormigón con corcho?
- ¿Qué beneficios traería la utilización de este hormigón?
- ¿Cuál es el costo de producir este hormigón?

4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

Para llevar a cabo este proyecto, utilizaremos del reciclaje de los tapones de corcho en forma granular para ser incorporado en una mezcla de hormigón y evidenciar que aporte les genera a las propiedades de este que pueden ser la plasticidad, aumento o baja de la resistencia a la compresión, su impermeabilidad y su densidad.

Por ello es que nosotros hemos querido innovar incorporando los granos de corcho al hormigón. De lo anterior, para la confección de un hormigón disminuirémos en un cierto porcentaje la cantidad de árido a utilizar y con ello analizar el comportamiento del hormigón.

La contribución académica de este proyecto, además de reducir la cantidad de áridos es dar a conocer que propiedades le otorga el corcho granular y, también los beneficios que trae este tipo de hormigón es la reutilización de un recurso natural renovable.

5. METODOLOGÍA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO.

- Recopilación de fuentes bibliográficas, libros, revistas, entre otras.
- Ensayos de laboratorio.
- Análisis de los resultados.

6. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

a. OBJETIVO GENERAL

Analizar Técnica y Económicamente las propiedades del hormigón incorporando corcho en forma de grano

b. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.- Señalar el proceso industrial de reciclaje y las propiedades del corcho para ser usado en un hormigón.
- 2.- Diseñar una dosificación de un hormigón de acuerdo a metodología ACI con la incorporación de corcho.
- 3.- Evaluar la resistencia a la compresión y a la transmisión térmica del hormigón con adiciones de corcho.
- 4.- Valorizar económicamente la incorporación del corcho granular a una mezcla de hormigón.

7. MARCO TEÓRICO

Hormigón:

Material constituido por la mezcla de cemento, áridos y agua, con o sin la incorporación de aditivos y adiciones, que desarrolla sus propiedades por hidratación de cemento.



Ilustración 1 Hormigón

Instituto Nacional de Normalización. (2016). *NCh 170*.

Material construido básicamente por los áridos y la pasta de cemento, Eventualmente se **Agregan** aditivos.

Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. (1984). *Manual del Hormigón*.

Corcho:

Tejido vegetal constituido por células en las que la celulosa de su membrana ha sufrido una transformación química y ha quedado en suberina. Se encuentra en la zona periférica del tronco, de las ramas y de las raíces, generalmente en forma de láminas delgadas, pero puede alcanzar un desarrollo extraordinario hasta formar capas de varios centímetros de espesor, como en la corteza del alcornoque.



Ilustración 2 Corcho

Fuente: Internet

Real Academia española (RAE)

Árido:

Material pétreo compuesto de partículas duras, de forma y tamaño estables.

Instituto Nacional de Normalización. (2013). *NCh 163*.

Los áridos para hormigón están constituidos por partículas de distinto tamaño que normalmente varían entre 50 mm y 0,080 mm

Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. (1984). *Manual del Hormigón*



Ilustración 3 Áridos

Fuente: Internet

Adición:

Material mineral finamente molido utilizado en el hormigón con el fin de mejorar ciertas propiedades o conferirle propiedades especiales.



Ilustración 4 Adición

Fuente: Internet

Instituto Nacional de Normalización. (2016). *NCh 170*.

Aditivo:

Materiales activos agregados al hormigón en pequeñas cantidades para modificar alguna de sus propiedades por acción física o química.



Ilustración 5 Aditivo

Fuente: Internet

Instituto Nacional de Normalización. (2016). *NCh 170*.

Los aditivos son sustancias que pueden agregarse al hormigón con el fin de modificar alguna de sus propiedades o para conferirle otras características.

Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. (1984). *Manual del Hormigón*.

8. MARCO NORMATIVO

- NCh 170 of 2016- Hormigón Requisitos generales

Esta norma establece los requisitos generales mínimos que se deben considerar para especificar, confeccionar, transportar, colocar, compactar, curar, proteger, desmoldar y descimbrar hormigones.

- NCh 163 of 2013- Áridos para morteros y hormigones – Requisitos

Esta norma especifica las propiedades de los áridos y filleres obtenidos mediante procesamiento de materiales naturales y/o materiales tratados, y la mezcla de estos para la confección de un hormigón.

- NCh 1018 of 2009 - Hormigón - Preparación de mezclas para ensayos en laboratorio.

Esta norma establece el procedimiento para efectuar el tamizado y determinar la granulometría de los áridos.

- NCh 1017 of 2009- Hormigón - Confección en obra y curado de probetas para ensayos de compresión, tracción por flexión y por hendimiento.

Esta norma establece el procedimiento para la confección, protección y curado inicial de las probetas de hormigón fresco muestreadas en condiciones de obra y que se destinan a ensayos de compresión, tracción por flexión y tracción por hendimiento para determinar la resistencia potencial del hormigón.

- NCh 1037 of 2009 - Hormigón - Ensayo de compresión de probetas cubicas y cilíndricas.

Esta norma establece los procedimientos para preparar mezclas de hormigón para ensayos en laboratorios.

- NCh 1019 of 2009- Hormigón – Determinación de la docilidad – Método del asentamiento del cono de Abrams.

Esta norma especifica el procedimiento de ensayo para determinar la docilidad del hormigón fresco por el método del asentamiento del cono de Abrams en laboratorio y terreno.

- NCh 148 of 68 - Cemento – terminología, clasificación y especificaciones generales.

Entrega respaldo con respecto a los cementos utilizados en los hormigones confeccionados.

**CAPITULO I: PROCESO INDUSTRIAL Y LAS PROPIEDADES DEL CORCHO
PARA SER UTILIZADO EN EL HORMIGON.**

9. PROPIEDADES DEL CORCHO.

Como bien anteriormente se mencionó El corcho es la corteza del alcornoque un tejido vegetal que en botánica se denomina felema y que recubre el tronco del árbol lo que lo convierte en un material no invasivo en su extracción y mucho menos contaminante para el medio ambiente.

El corcho es un material el cual posee diversas propiedades físicas las cuales al ser añadido a una mezcla de hormigón esperamos que este actúe como un Aditivo natural a nuestra mezcla así otorgándole propiedades propias de este tales como:

Levedad: La densidad del corcho está entre los 0,12 y 0,25 mientras más baja es la densidad es mejor la calidad del corcho.

Impermeabilidad: El corcho es casi impermeable gracias a la suberina y la cera que contiene, aunque se trata de una impermeabilidad no absoluta ya que deja fluir lentamente el gas debido al contenido gaseoso de las células.

Adherencia: Posee un alto coeficiente de fricción atribuido al hecho de que el corcho en contacto con una superficie lisa presenta un gran número de ventosas constituidas por las cavidades de las células (lenticelas) que se encuentran en la superficie cortada del corcho.

Compresibilidad y elasticidad: El corcho es el único cuerpo sólido que tiene la propiedad de ser comprimido sin dilatación lateral. Además, recupera hasta el 85% de su volumen inicial 24 horas después de haber sido sometido a una presión; esto hace que la resistencia al desgaste sea también más alta. Ambas propiedades varían en función de la hidratación del corcho y de su temperatura, los cuales dependen a su vez, de la forma de las células, el espesor de las paredes celulares y a la composición de las mismas.

10. EXTRACCION DEL CORCHO.

Antes de introducirnos a al tema principal el cual trata nuestra investigación debemos volver al inicio de nuestra materia prima desde la extracción del corcho hasta su triturado luego de ser este desechado.

El descorche o Saca consiste en extraer de los alcornoques la corteza que los reviste, La extracción cíclica del corcho de los alcornoques permite el crecimiento saludable del árbol a lo largo de toda su vida, que dura aproximadamente entre 150 y 200 años. De media, cada alcornoque es sometido a 16 sacas.



Ilustración 6 extracción de Alcornoque

Fuente: Internet

La primera saca del corcho es realizada cuando el perímetro del tronco alcanza los 65 cm, medidos a 130 cm de altura. Pese a ello, el corcho extraído no es utilizado en la producción de tapones. La primera saca produce una estructura muy irregular, denominada corcho virgen o Bornizo. Nueve años más tarde, en la segunda saca es extraído el corcho secundario, un material con una estructura más regular, pero suave, aunque igualmente impropio para la producción de tapones de corcho. El corcho secundario es generalmente granulado y utilizado en productos como pavimentos. Es a partir de la tercera saca cuando se obtiene el corcho con características ideales para la producción de tapones, el denominado corcho amadía.

Desde esa etapa, el alcornoque pasa a producir corcho de buena calidad cada nueve años, por un período aproximado de 150 años.

Desde hace décadas que la delicada operación de extraer el corcho es realizada siguiendo el mismo método que tiende a ser más rápido y más limpio. La saca del corcho se realiza a lo largo de cinco fases: Abertura, separación, división, extracción, remoción.

La primera operación es la abertura, que consiste en golpear el corcho verticalmente en la hendidura más profunda del alcornoque. Al mismo tiempo, el corte del hacha es rodado con el objetivo de separar el corcho exterior del interior. En esta fase, es posible

contrastar el grado de dificultad de la extracción en función de la sensibilidad transmitida por el hacha. Al aplicar el corte del hacha en la saca del corcho, esta podría producir un sonido hueco al rasgar, señal de que la extracción será fácil. Si, por el contrario, la extracción se prevé más difícil, el hacha producirá un sonido breve, seco y firme.

La plancha es separada posteriormente del árbol, insertando la punta del hacha entre la tira y la corteza interior. El hacha es desplazada entre el tronco y el corcho, con el objeto de despegar el corcho en grandes paneles de las principales secciones del tronco. Después de un corte horizontal, se traza una línea horizontal entre la plancha de corcho que va a ser extraída y el corcho que permanecerá en el árbol. La plancha se retira del árbol con cuidado, para que no se parta. Cuanto más grandes sean las planchas de corcho, mayor será su valor comercial. La extracción de planchas completas depende de la habilidad de los trabajadores. Tras haber sido extraída la primera plancha, se repite la operación en todo el tronco.

11. FABRICACION DEL CORCHO.

Una vez obtenidas las planchas, los ‘juntadores’ hacen una primera selección de las mismas para decidir cuáles irán destinadas a la fabricación de tapones y cuáles a otros objetos (las más pequeñas o finas).

Cuando las planchas llegan a la corchera, se apilan en fardos durante unos seis meses con el fin que las cortezas vayan perdiendo humedad y su savia. Las planchas de corcho de por sí no tienen elasticidad, por eso se cuecen durante una hora una vez transcurridos esos meses. De esta forma, también ganan en espesor, suavidad y pierden densidad. A continuación se dejan secar, se apilan en fardos más pequeños y vuelven a ser cocidos para que sean aún más elásticos.

Después de unas dos o tres semanas de reposo, las planchas se aplanan y cogen consistencia. Es entonces cuando se lleva a cabo el corte o sección de las planchas según el tamaño de los corchos que se necesiten fabricar. A lo largo de todo el proceso, las corcheras hacen exhaustivos controles de calidad en función de factores como la densidad, el grosor, la elasticidad o la suavidad.

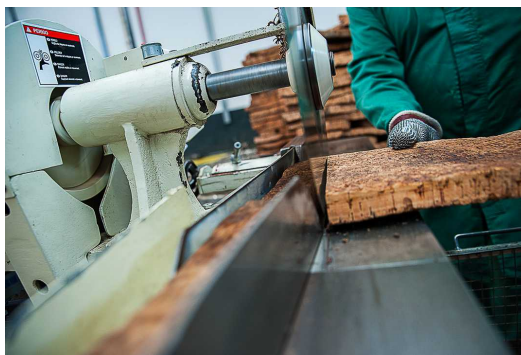


Ilustración 7 selección de plancha de corcho.

Fuente: Comenge

Con las planchas perfectamente cortadas se perforan los cilindros atendiendo al grosor y longitud de los tapones demandados. En entonces cuando la mano del hombre o, mejor dicho, la vista, vuelven a ser una parte fundamental. Los corchos pasan por una mesa donde un equipo humano vuelve a seleccionar los tapones según sus calidades.



Ilustración 8 Selección de Corcho

Fuente: Comenge

Llegamos ya casi al final del proceso de fabricación, cuando los tapones de corcho natural son lavados, desinfectados y secados. A continuación, se marcan con el sello de la bodega correspondiente y se embalan siempre teniendo en cuenta la trazabilidad.

Es muy importante, tanto para la corchera como para los clientes que usan tapones de corcho natural, que durante todo el proceso de obtención y fabricación se extremen las medidas de control para evitar la posible formación de la temida molécula de TCA (de la que hemos hablado en un post anterior) y por tanto que el “gusto a tapón” se transmita al vino.

12. RECILCADO DEL CORCHO

En Chile, España y otros países del mediterráneo no existe cultura de reciclaje de los tapones de corcho. De hecho, según ECOEMBES, no existe ninguna norma establecida para su reciclado. Por norma general, se depositan en el contenedor orgánico. Pero están surgiendo iniciativas para promover el reciclaje del corcho.

El proceso de reciclaje del corcho es muy sencillo, primero hay que depositarlo en el contenedor amarillo. O en su defecto, enviarlo a empresas que se dedican a la recolección del corcho para su posterior reciclado.

Empresas privadas tales como *Servino*, promueven el reciclado del corcho, recogen unos 9.000 tapones que envían a reciclar. *Rich People Things*, es otra empresa privada española, que se dedica a la recolección de tapones de corcho de vino para reciclarlos y utilizarlos.

Una vez recolectado el corcho, se tritura, lo tamizan y se convierte en una especie de gránulos pequeños. No tienen impurezas y se convierten en una nueva materia prima para reutilizar.



Ilustración 9 Maquina Tamizadora

Fuente: Coparm

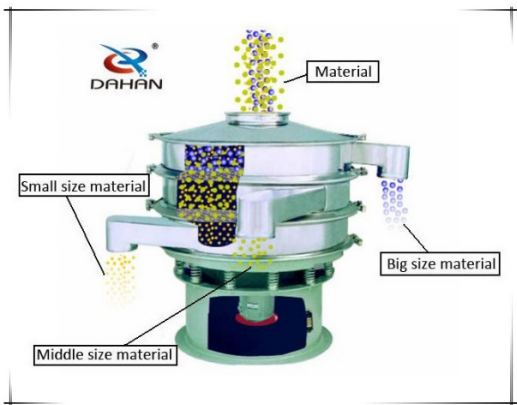


Ilustración 10 Tamiz vibratorio circular

Fuente: Coparm

Cómo veis el proceso es sencillo, pero resulta costoso, de ahí que estas empresas privadas promueven la sostenibilidad con el reciclaje.

Una vez explicado cómo se recicla, conviene conocer qué usos se le puede dar al corcho reciclado. Con 2.500 tapones usados se puede fabricar una tabla de surf, además el proceso de fabricación es inocuo.

Con un tapón de una botella de vino se puede fabricar de todo, excepto un nuevo tapón de corcho. Incluso suelos para los hogares y pavimento para reformas y construcciones. La cadena hotelera NH recolectando dos toneladas de tapones de corcho, ha conseguido más de 8.000 metros cuadrados de pavimento.

13. PRODUCTO FINAL.

Luego de realizado todo el proceso de reciclado, trituración y tamizado se obtiene un producto final que en este caso se presenta en forma de grano de 2mm – 4mm



Ilustración 11 Corcho Granular 3mm

Fuente: Internet

**CAPITULO II: DISEÑO DE LA DOSIFICACION DE UN HORMIGON CON LA
INCORPORACION DE CORCHO.**

14. ENSAYOS PREVIOS AL DISEÑO DE LA DOSIFICACION.

13.1 GENERALIDADES.

El desarrollo experimental parte con el diseño de un hormigón sin caucho (Hormigón patrón) que servirá en el estudio de hormigones con diferentes dosis de corcho.

Se prepararán 4 grupos de probetas de hormigón con corcho con dosis de corcho de 5%, 10% y 20%.

Para su elaboración, se utilizarán probetas de 150x150x150 mm. De hormigón en las cuales se adicionará una dosis de grano de corcho proveniente del reciclado de corcho utilizado.

Se diseñará un hormigón grado G25 el cual según la norma NCh 170 vigente, corresponde a una resistencia especificada a compresión de 250 kg/cm². Se dosificará utilizando el método ACI en conjunto con la norma NCh 170

13.1.1 Grava

Peso Inicial: 16000g

Peso final: 15880

GRANULOMETRIA GRAVA					
TAMIZ		Retenido Individual grs.	% Retenido Individual	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
ASTM	mm.				
3"	80				
2 1/2"	63				
2"	50	0			
1 1/2"	38,1	0	0	0	100
1"	25	43	0	0	100
3/4"	19	3127	20	20	80
1/2"	12,5	7605	48	68	32
3/8"	10	2367	15	83	17
N° 4	4,75	2618	16	99	1
Residuo		121	1	100	0
Σ Total		15880			

Tabla 2 Granulometría Grava.

Fuente: elaboración propia.

13.1.2 Arena

Peso Inicial: 900

Peso Final: 899

GRANULOMETRIA ARENA						
TAMIZ		Retenido Individual grs.	% Retenido Individual	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Norma NCh 136
ASTM	mm.					
3/8"	80	3	0	0		100%
N° 4	63	8	1	1	99	95% - 100%
N° 8	50	51	6	7	93	80% - 100%
N° 16	38,1	157	17	24	76	50% - 85%
N° 30	25	355	39	63	47	25% - 60%
N° 50	19	273	30	93	7	10% - 30%
N° 100	12,5	43	5	98	2	2% - 10%
Residuo		9	1	99	1	
Σ Total		899				

Tabla 3 Granulometría Arena

Fuente: elaboración propia.

13.1.3Corcho

Peso Inicial: 70

Peso final: 68

GRANULOMETRIA CORCHO						
TAMIZ		Retenido Individual grs.	% Retenido Individual	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Norma NCh 136
ASTM	mm.					
3/8"	80					100%
N° 4	63					95% - 100%
N° 8	50				100	80% - 100%
N° 16	38,1	45	65,71	65,71	34,29	50% - 85%
N° 30	25	23	32,85	32,85	1,44	25% - 60%
N° 50	19					10% - 30%
N° 100	12,5					2% - 10%
Residuo						
Σ Total		68				

Tabla 4 Granulometría Corcho.

Fuente: elaboración propia.



Ilustración 12 Ensayo Granulometría.

Fuente: elaboración propia.

15. Ensayo Humedad y Absorción

14.1 Absorción grava

Masa de la muestra sumergida (Msum): 525 g

Masa de la muestra saturado superficialmente seco (Msss): 1024 g

Masa de la muestra seca al aire (Ms): 1012 g

$$\text{Densidad Real (DR)} \frac{M_{sss}}{M_{sss}+M_{sum}} * 1000 \text{ Kg/m}^3 = \frac{1024g}{1024g+525g} * 1000 = 661,07$$

$$\text{Densidad Neta (Dn)} \frac{M_s}{M_s-M_{sum}} * 1000 \text{ Kg/m}^3 = \frac{1012g}{1012g-525g} * 1000 \text{ Kg/m}^3 = 2075$$

$$\text{Absorción (Ab)} \frac{M_{sss}-M_s}{M_s} * 100\% = \frac{1024g-1012g}{1012g} * 100 = 1,18\%$$

14.2 Absorción arena

Masa de la muestra seca (Ms): 360g

Masa de la muestra satura superficialmente seca (Msss): 362g

Masa del matraz con agua, hasta la marca de calibración (Ma): 1252g

Masa del matraz con la muestra más agua hasta la calibración (Mm): 1474g

$$\text{Densidad Real Seca} = \frac{M_s}{M_a+M_{sss}-M_m} * 1000 \text{ Kg/m}^3 = \frac{360g}{1252g+362g-1474g} * 1000 \text{ Kg/m}^3 = 2571 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Densidad Neta} = \frac{M_s}{M_a+M_s-M_m} * 1000 \text{ Kg/m}^3 = \frac{360g}{1252g+360g-1474g} * 1000 \text{ Kg/m}^3 = 2609$$

$$\text{Absorción} = \frac{M_{sss}-M_s}{M_s} * 100\% = \frac{362g-360g}{360} * 100 = 0,55\%$$

14.3 Absorción Corcho.

$$\text{Absorción} = \frac{M_{sss}-M_s}{M_s} * 100\% = \frac{45g-16g}{16} * 100 = 35\%$$



Ilustración 13 Ensayo Absorción.

Fuente: Elaboración Propia.

15. DISEÑO PARA LA DOSIFICACION

15.1. MÉTODO ACI

15.1.1Determinación de resistencia media

$Fr = Fc + t * S \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$

Hormigón con resistencia a los 28 días G 25

$\text{Resistencia Media} = 25\text{Mpa} + 1,282 * 4\text{Mpa}$

$\text{Resistencia Media} = 31\text{Mpa}$

Nivel Confianza	T
95%	1,645
90%	1,282
85%	1,036
80%	0,842

Condiciones previstas para la ejecución de la obra	S [Mpa]		Definición de las condiciones
	≤ G15	≥ G15	
Regulares	8.0	-	Control deficiente, solo grado ≤ G15
Medias	6.0	7.0	Dosificación de volumen controlado; control esporádico
Buenas	4.0	5.0	Dosificación de volumen controlado; control permanente.
Muy Buenas	3.0	4.0	Dosificación en peso, laboratorio en faena, control permanente

15.1.2Elección de trabajabilidad del hormigón

ESTRUCTURA	ASENTAMIENTO DE CONO, CM
PAVIMENTOS, PREFABRICADOS	< 5
ESTRUCTURA EN GENERAL	4 – 10
HORMIGON BOMBEADO	7 – 12

Trabajabilidad = Estructura en general, Cono 7

15.1.3 Dosis tentativa de agua para el hormigón

Dosis Tentativa de Agua l/m3								
Asentamiento Cm	Tamaño Máximo de la Grava en mm							
	9,5	12,5	19	25	38	50	75	150
De 2,5 a 5	207	199	190	179	166	154	130	113
De 7 a 10	228	216	205	193	181	169	145	124
De 15 a 17,5	242	228	216	202	190	178	160	-----
Cantidad de Aire Atrapado	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2

Tabla 5 Dosis tentativa de Agua

Fuente: Método ACI

Dosis tentativa de agua = Cono 7, T máx. nominal: 1” (25,4mm)
Dosis Tentativa de Agua = 193 l/m3

15.1.4 Determinación de la razón agua/cemento por resistencia media.

Razón Agua-Cemento en masa	Resistencia media requerida f; Mpa.	
	Cemento Grado Corriente	Cemento grado de alta resistencia
0,45	34	43
0,5	29	36
0,55	25	31
0,6	21	26
0,65	18	23
0,7	16	20
0,75	14	17
0,8	12	15
0,85	10	13

Tabla 6 Razón Agua/Cemento

Fuente: Método ACI

$$C = \frac{w}{\frac{w}{c}} \text{ (kg/m3)}$$

Razón Agua cemento:

-0,05

0,45

X

0,50

34

31

29

5

$\frac{-0,05}{-0,45-x} = \frac{5}{3}$

$5 * (0,45 - x) = -0,05 * 3$

$2,25 - 5x = -0,15$

$2,25 + 0,15 = 5x$

$\frac{2,4}{5} = x$

$x=0,48$

$0,48 = \frac{193}{c}$

$C = \frac{193}{0,48} = 402,08 \approx 403 Kg$

15.1.5Determinación de la cantidad de cemento por durabilidad

Grados		Agente	Exposición en Condición de Servicio
C0	No Agresivo	No aplica	Hormigón Seco o Protegido de la humedad
C1	Leve	CO2	Hormigón Húmedo Expuesto a altas Concentraciones de CO2
C2-A	Moderado	Cloruro	Hormigón Sumergido Completamente en Agua que Contiene Cloruro
C2-B	Severo	Cloruro	Hormigón Húmedo Expuesto a Aire Salino
C2-C	Muy severo	Cloruro	Hormigón Expuesto a Ciclos de Humedad y a una fuente externa de cloruro proveniente de productos des congelantes, sal, agua salobre, agua de mar, o salpicaduras del mismo origen

Tabla 7 Dosis tentativa de agua para hormigones

Fuente: Método ACI

Grado de Exposición	Mínimo Grado de Resistencia Especificado MPa	Dosis Mínima de Cemento Kg/m3
C0	G17	-----
C1	G18	270
C2-A	G20	300
C2-B	G25	330
C2-C	G35	360

Tabla 8 Dosis tentativa de agua para hormigones

Fuente: Método ACI

Por ambiente: C2-B / G25 / 330 Kg
∴ Nos quedaremos con 403 Kg

15.1.6Dosis de árido grueso

Tamaño Nominal del Agregado Grueso (mm)	Máximo	Volumen del Agregado Grueso Seco y Compactado por Unidad de Volumen del Hormigón, para Diversos Módulos del Árido Fino			
		2,4	2,6	2,8	3
9,5 (3/8")		0,5	0,48	0,46	0,44
12,5 (1/2")		0,59	0,57	0,55	0,53
19 (3/4")		0,66	0,64	0,62	0,6
25 (1")		0,71	0,69	0,67	0,65
37,5 (1 1/2")		0,75	0,73	0,71	0,69
50 (2")		0,78	0,76	0,74	0,72

Tabla 9 Dosis de Árido grueso

Fuente: Método ACI

Modulo Finura: $M_f = 6 - \left(\frac{99+93+76+47+7+2+1}{99}\right) = 2,72$

0,02

0,69

X

0,67

2,6

2,72

2,8

-0,2

$\frac{-0,2}{-0,12} = \frac{0,02}{0,69-x}$

$-0,0024 = -0,138 + 0,2x$

$0,1356 = 0,2x$

$0,678 = x$

Densidad Aparente Compacta

$Dosis\ arido\ grueso = 0,678 * 1638Kg/m3 = 1111Kg$

15.1.7 Dosis para 1m³ de hormigón

	KG	Volumen m³	DENSIDAD REAL
CEMENTO	403 kg	0,13	3000 kg/m3
AGUA	193 kg	0,193	1000 kg/m3
ARIDO GRUESO	1111 kg	0,53	2078 kg/m3
ARIDO FINO	384 kg	0,147	2609 kg/m3

Tabla 10 Dosis Para 1 m3

Fuente: Método ACI

29

15.1.8 Corrección Humedad y Absorción

Hormigón Patrón (1m³)

Cantidad Base		Humedad		Absorción		Cantidad Real
		%	Kg.	%	Kg.	
Cemento	403 kg					403 kg
Arena	384 kg	1%	+3,84	1%	-3,84	384 kg
Grava	1111 kg	1%	+11,11	1,18%	-13,11	1109 kg
Agua	193 kg		-24,95		+26,95	195s

Tabla 11 Corrección de Humedad

Fuente: Método ACI

15.2 DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN PATRÓN G-25.

Cemento: 403 Kg

Agua: 195 Lts

Arena: 384 Kg

Grava: 1109 Kg

Volumen= 0,15x0,15x0,15= 0,003375 m³

0,003375 x 4 = 0,012 m³

	→		
Cemento: 1m³	→	403 Kg	
0,012 m³		X	X = 4,84 Kg
	→		
Agua: 1m³	→	195 Kg	
0,012 m³		X	X = 2,34 Kg
	→		
Arena: 1m³	→	384 Kg	
0,012 m³		X	X = 4,61 Kg
	→		
Grava: 1m³	→	1109 Kg	
0,012 m³		X	X = 13,3 Kg

15.2 DOSIFICACIÓN HORMIGÓN CON 5% DE CORCHO GRANULAR.

Cemento: 403 Kg

Volumen= 0, 15x0, 15x0, 15= 0,003375 m³

Agua: 195 Lts + % Absorción

0,003375 x 4 = 0,012 m³

Arena: 384-5% Kg

Grava: 1109 Kg

Corcho: (384*0,05%)= 19,2 kg

Cemento: 1m³

0,012 m³

403 Kg

X

X = 4,84 Kg

Agua: 1m³

0,012 m³

201,72 Kg

X

X = 2,42 Kg

Arena: 1m³

0,012 m³

365 Kg

X

X = 4,37 Kg

Grava: 1m³

0,012 m³

1109Kg

X

X = 13,3 Kg

Corcho: 1m³

0,012 m³

19,2 Kg

X

X = 0,230 Kg

15.3 DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN CON 10% DE CORCHO GRANULAR.

Cemento: 403 Kg

Volumen= 0, 15x0, 15x0, 15= 0,003375 m³

Agua: 195 Lts + % Absorción

0,003375 x 3 = 0,010 m³

Arena: 384-10% Kg

Grava: 1109 Kg

Corcho: (384*0,1)=38,4 kg

	→		
Cemento: 1m ³	403 Kg		
0,010 m ³ →	X	X = 4,03 Kg	
	→		
Agua: 1m ³	208,44 Kg		
0,010 m ³ →	X	X = 2,085 Kg	
	→		
Arena: 1m ³	346Kg		
0,010-m ³ →	X	X = 3.46 Kg	
	→		
Grava: 1m ³	1109Kg		
0,010-m ³ →	X	X = 10.09 Kg	
	→		
Corcho: 1m ³	38, 4 Kg		
0,010-m ³	X	X = 0,384 Kg	

15.4 DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN CON 15% DE CORCHO GRANULAR.

Cemento: 403 Kg		Volumen= 0, 15x0, 15x0, 15= 0,003375 m ³
Agua: 195 Lts + % Absorción		0,003375 x 3 = 0,010 m ³
Arena: 384-15% Kg		
Grava: 1109 Kg		
Corcho: (384*0,15)=57,6 kg		
	→	
Cemento: 1m ³	403 Kg	
0,010 m ³ →	X	X = 4,03 Kg
	→	
Agua: 1m ³	215 Kg	
0,010 m ³ →	X	X = 2,15 Kg
	→	
Arena: 1m ³	4,15Kg	
0,010 m ³ →	X	X = 3,26 Kg
	→	
Grava: 1m ³	1109Kg	
0,010 m ³ →	X	X = 10.09 Kg
	→	
Corcho: 1m ³	57,6 Kg	
0,010 m ³	X	X = 0,566 Kg

15.5 DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN CON 20% DE CORCHO GRNULAR.

Cemento: 403 Kg

Agua: 195 Lts + % absorción

Arena: 384-20% Kg

Grava: 1109 Kg

Corcho: (384*0,20) = 76,8 kg

Volumen= 0,15x 0, 15 x0, 15= 0,003375 m³

0,003375 x 3 = 0,010 m³

	→		
Cemento:	1m ³	403 Kg	
	0,010 m ³	X	X = 4,03 Kg
	→		
Agua:	1m ³	222 Kg	
	0,010 m ³	X	X = 2,22 Kg
	→		
Arena:	1m ³	415 Kg	
	0,010 m ³	X	X = 3,072 Kg
	→		
Grava:	1m ³	1109 Kg	
	0,010 m ³	X	X = 10.09 Kg
	→		
Corcho:	1m ³	76,8 Kg	
	0,010 m ³	X	X = 0,768 Kg

**CAPITULO III. EVALUACION DE LAS RESISTENCIAS Y SU COSTO
ECONOMICO DE SU ELABORACION Y COLOCACION**

16. CONFECCION DE PROBETAS.

Para Realizar la evaluación de las resistencias tanto de tracción térmica como la de compresión y también realizar un análisis de costo unitario a nuestra mezcla de hormigón primero hay que realizar el proceso de elaboración de nuestros hormigones.

16.1 MATERIALES

Áridos:

La grava y arena a utilizar fue proporcionada por el Departamento de Construcción de la Universidad Federico Santa María, Sede Concepción.

Cemento:

Se utilizara Cemento Clase Puzolánico, de grado corriente y de marca BIO-BIO, también proporcionada por la universidad.

Agua:

Corresponde al agua potable de la universidad

Corcho:

Se utilizará Corcho Granular proporcionado por la empresa CORPEN LTDA se utilizarán granos los cuales remplazarán en cierto porcentaje a la arena



16.2 MEDICION DE MATERIALES.

Se pesarán los materiales para las distintas dosificaciones Hormigones para cada mezcla.



Ilustración 14 Balanza Digital.

Fuente: Elaboración Propia

16.3 INCORPORACION DE LOS MATERIALES A LA MEZCLADORA.

Se utilizará una Betonera de eje horizontal con capacidad de 90 Lts.



Ilustración 15: Betonera 90 Lts.

Fuente: Elaboración Propia

Se comienza ingresando la dosis de grava al Betonera para luego agregarle una pequeña dosis de agua para luego proceder a integrar la arena y el cemento y luego el corcho para así homogeneizar toda la mezcla, Logrado lo anterior se comienza a verter el agua uniforme la mezcla tome consistencia.

Terminada la mezcla se comienza a realizar el ensayo de docilidad de cono de Abrams.



Ilustración 16 Cono de Abrams.

Fuente: Elaboración Propia

16.4 DEFINICION DE MOLDES Y PROBETAS

Los moldes deben ser de acero, fierro fundido u otro material resistente, no absorbente y químicamente inerte con los componentes del hormigón. Deben ser estancos a la lechada de cemento.

Se deben untar con una película de desmoldaste de aceite mineral u otro material que prevenga la adherencia y sea químicamente inerte con los componentes del hormigón.



Ilustración 17 Probetas Cubicas.

Fuente: Elaboración Propia

16.5 LLENADO DE PROBETAS Y COMPACTACION DE PROBETAS.

Según la norma NCh 1017 Of 2009, la forma de llenado de los moldes dependerá de la forma de la probeta y del método de compactación, a su vez, el método de compactación depende de su asentamiento.

Asentamiento del cono de Abrams del hormigón cm	Procedimiento de compactación
Menor o igual que 12	Vibrado
Mayor que 12	Vibrado o apisonado

Tabla 12 Procedimiento de Compactación.

Fuente: NCh 1017 of 2009

El llenado de las probetas se realizará en una capa y su compactación será mediante vibrado utilizando un vibrador de inmersión de diámetro 25 cm.



Ilustración 18 Vibrador de hormigón.

Fuente: Elaboración Propia

Una vez compactado el hormigón, se debe enrasar utilizando un platacho u otro elemento apropiado, evitando la separación entre el mortero y el árido grueso.



Ilustración 19 Hormigón Compactado.

Fuente: Elaboración Propia

16.6 CONSERVACION DE PROBETAS.

Las probetas no deberán moverse del lugar en que se fabricaron hasta ser desmoldadas a partir de las 20 horas después de fabricadas siempre y cuando las condiciones de endurecimiento permitan un desmolde sin causar daños a las probetas.

Para el curado, después de las 20 horas se sumergirán bajo agua a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$



Ilustración 20 Cámara de Curado de probetas.

Fuente: Elaboración Propia

17. ENSAYOS DE PROBETA

17.1 METODOS DE ENSAYOS A COMPRESION.

Se miden las cuatro caras laterales y verticales de la probeta, aproximadamente en el centro de cada cara. Las cuáles serán expresadas en milímetros.

Una vez preparada la prensa, se limpiará la superficie de las placas y caras de la probeta, eliminando todo residuo que dificulte la realización del ensayo.

Se debe colocar la probeta sobre la cara inferior alineando su eje central con el centro de la placa. Ubicando la cara de llenado en un plano perpendicular a la placa inferior de la prensa.

Aplicar la carga en forma continua y sin choques, a una velocidad de $0,25 \text{ MPa/s} \pm 0,05 \text{ MPa/s}$ hasta alcanzar una franca rotura de la probeta.

Registrar la carga máxima en las unidades que indica la prensa.

17.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION.

Calcular la sección de ensayo.

$$S = \frac{150\text{mm} + 150\text{ mm}}{2} * \frac{150\text{mm} + 150\text{mm}}{2} = 22500 \text{ mm}.$$

Calcular la resistencia a compresión como la tensión de rotura.

$$R = \frac{P}{S}$$

En que:

R= Tensión de rotura, expresada en MPa.

P= Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo, expresada en kN.

S= Sección de ensayo, expresada en mm^2 .

18. RESUMEN ENSAYO A COMPRESION.

Antes de realizar la obtención de las resistencias se tuvo que tomar como referencia la tabla de conversiones especificadas en la antigua norma NCh 170. Debido a que nuestros ensayos se realizaron en probetas cubicas.

f_c kgf/cm ²	f_c MPa	k_3	f_{cil} kgf/cm ²	f_{cil} MPa
50	5	1,25	40	4
100	10	1,25	80	8
150	15	1,25	120	12
200	20	1,25	160	16
250	25	1,25	200	20
300	30	1,20	250	25
350	35	1,17	300	30
400	40	1,14	350	35
450	45	1,13	400	40
500	50	1,11	450	45
550	55	1,10	500	50
600	60	1,09	550	55

Tabla 13 Factor de conversión para probetas preferidas en formas cubicas y cilíndricas.

Fuente: NCh 170 of 1985

Donde:

F_c = Resistencia a la compresión de probetas cubicas.

K_3 = Factor de conversión

F_{cil} = Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas

18.1 HORMIGÓN PATRÓN.

Edad	Sección Ensayo (mm2)	Defectos Exteriores	Tipo Curado	Carga (kN)	Resistencia Cubica (MPa)	Resistencia Cilíndrica (Mpa) (*)
7	22500	No	Sumergida	283,8	12,5	9,49
14	22500	No	Sumergida	542,4	24,3	18,39
28	22500	No	Sumergida	623,4	28,2	21,43

Tabla 14 Resistencia Compresión Hormigón Patrón.

Fuente: Elaboración Propia

18.2 HORMIGON CON 5% CORCHO.

Edad	Sección Ensayo (mm2)	Defectos Exteriores	Tipo Curado	Carga (kN)	Resistencia Cubica (MPa)	Resistencia Cilíndrica (Mpa) (*)
7	22500	No	Sumergida	161,2	7.30	5,54
14	22500	No	Sumergida	343,6	15,8	12,0
28	22500	No	Sumergida	430,3	19,12	14,52

Tabla 15 Resistencia a la compresión Hormigón 5% corcho.

Fuente: Elaboración Propia

18.3 HORMIGON CON 10% CORCHO.

Edad	Sección Ensayo (mm2)	Defectos Exteriores	Tipo Curado	Carga (kN)	Resistencia Cubica (MPa)	Resistencia Cilíndrica (Mpa) (*)
7	22500	No	Sumergida	96,6	4,23	3,21
14	22500	No	Sumergida	216,7	9,60	7,29
28	22500	No	Sumergida	335	14,85	11,28

Tabla 16 Resistencia a la compresión 10% Corcho.

Fuente: Elaboración Propia

18.4 HORMIGON CON 15% CORCHO.

Edad	Sección Ensayo (mm2)	Defectos Exteriores	Tipo Curado	Carga (kN)	Resistencia Cubica (MPa)	Resistencia Cilíndrica (Mpa) (*)
7	22500	No	Sumergida	78,3	3,34	2,53
14	22500	No	Sumergida	160,2	7,13	5,41
28	22500	No	Sumergida	243,3	10,79	8,2

Tabla 17 Resistencia a la compresión 15 % Corcho.

Fuente: Elaboración Propia

18.5 HORMIGÓN CON 20% CORCHO.

Edad	Sección Ensayo (mm2)	Defectos Exteriores	Tipo Curado	Carga (kN)	Resistencia Cubica (MPa)	Resistencia Cilíndrica (Mpa) (*)
7	22500	No	Sumergida	62,8	2,73	2,07
14	22500	No	Sumergida	132,8	5,85	4,44
28	22500	No	Sumergida	172,7	7,62	5,79

Tabla 18 Resistencia a la compresión 20% Corcho.

Fuente: Elaboración Propia

18.6 GRAFICO DE RESISTENCIAS.

18.6.1 RESISTENCIA A LA COMPRESION HORMIGON PATRON G25

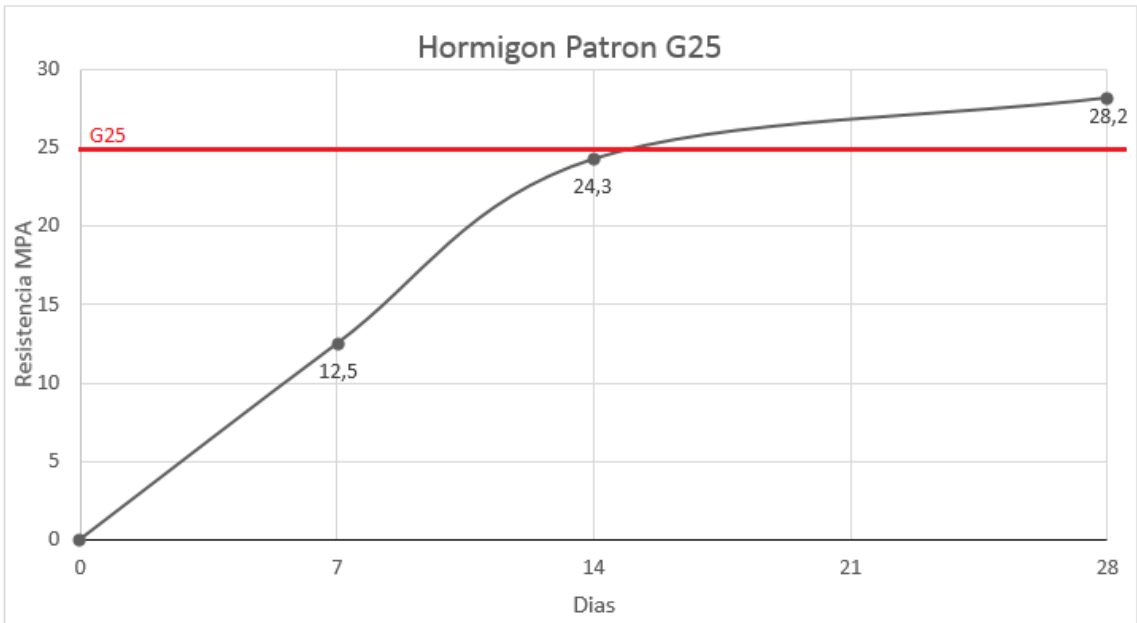


Gráfico 1 resistencia Hormigón patrón

Fuente: Elaboración Propia.

18.6.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION HORMIGON G25 CON 5% CORCHO.

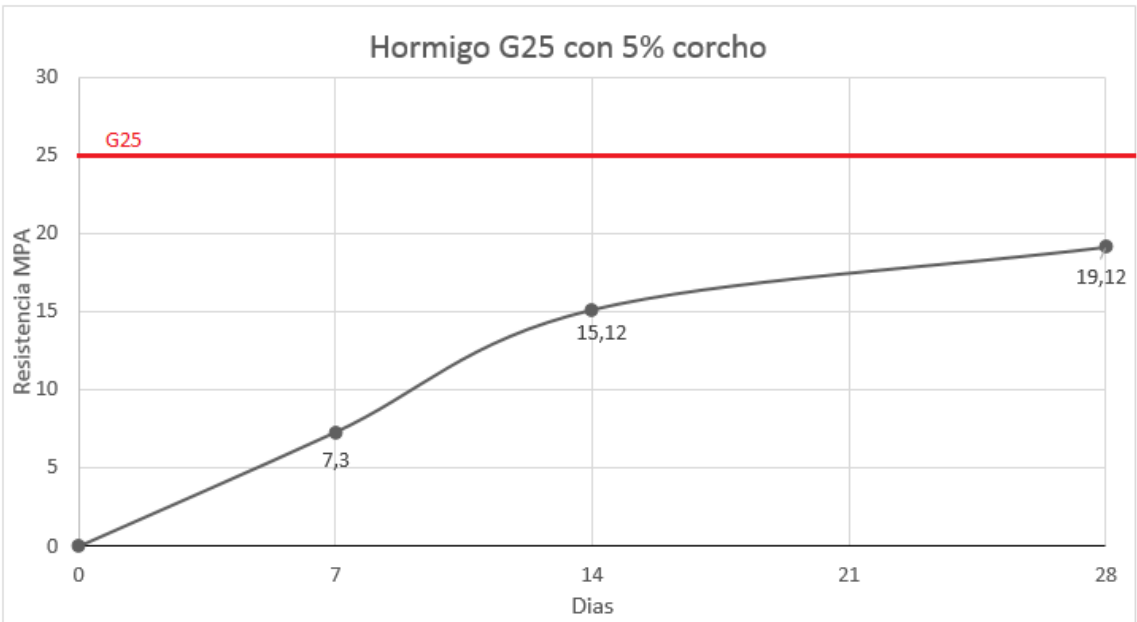


Gráfico 2 Resistencia Hormigón 5% corcho.

Fuente: Elaboración propia

18.6.3 RESISTENCIA A LA COMPRESION HORMIGON G25 CON 10% CORCHO.

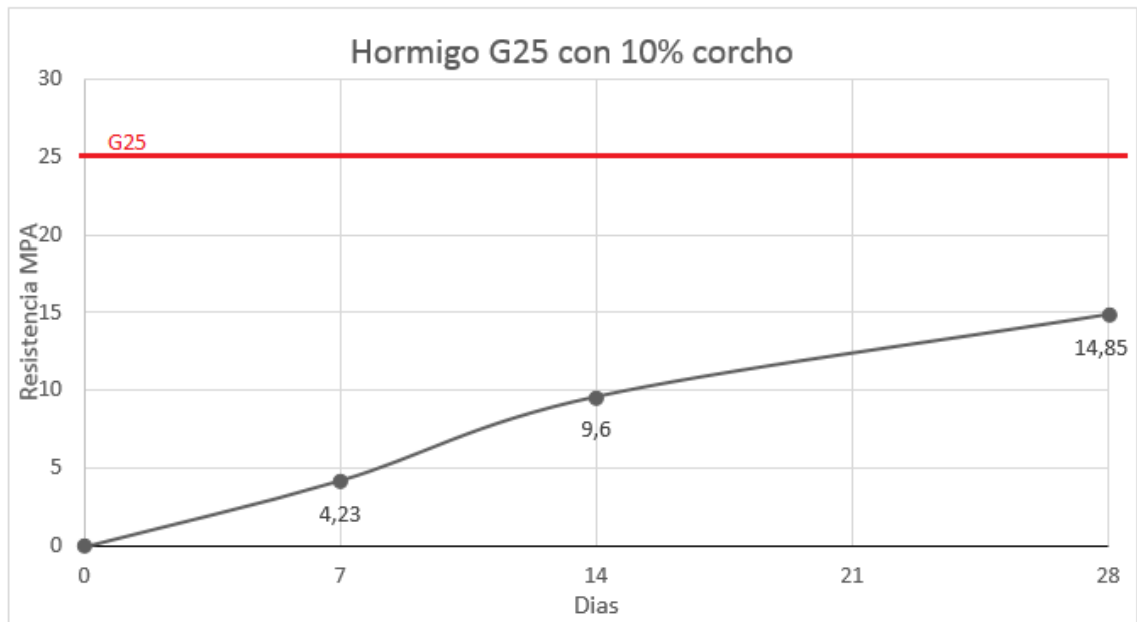


Gráfico 3 Resistencia Hormigón 10% corcho.

Fuente: Elaboración Propia.

18.6.4 RESISTENCIA A LA COMPRESION HORMIGON G25 CON 15% CORCHO

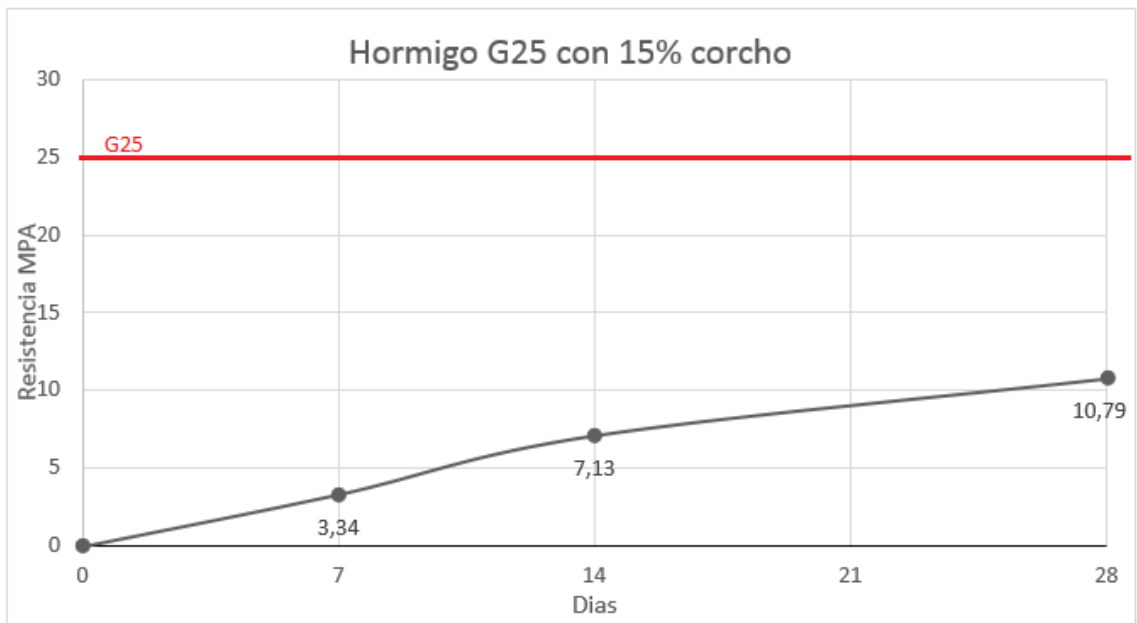


Gráfico 4 Resistencia Hormigón 15% Corcho

Fuente: Elaboración Propia

18.6.5 RESISTENCIA A LA COMPRESION HORMIGON G25 CON 20% CORCHO.

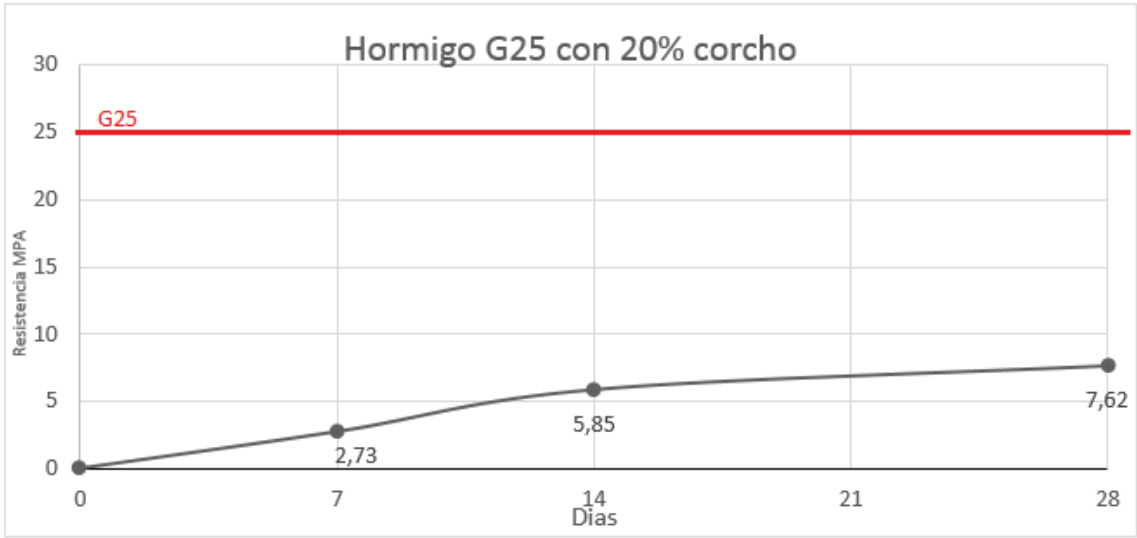


Gráfico 5 Resistencia Hormigón 20% corcho.

Fuente: Elaboración Propia

18.7 GRAFICO DE RESUMEN.

18.7.1 GRAFICO RESISTENCIA A LOS 28 DIAS PROBETAS CUBICAS.

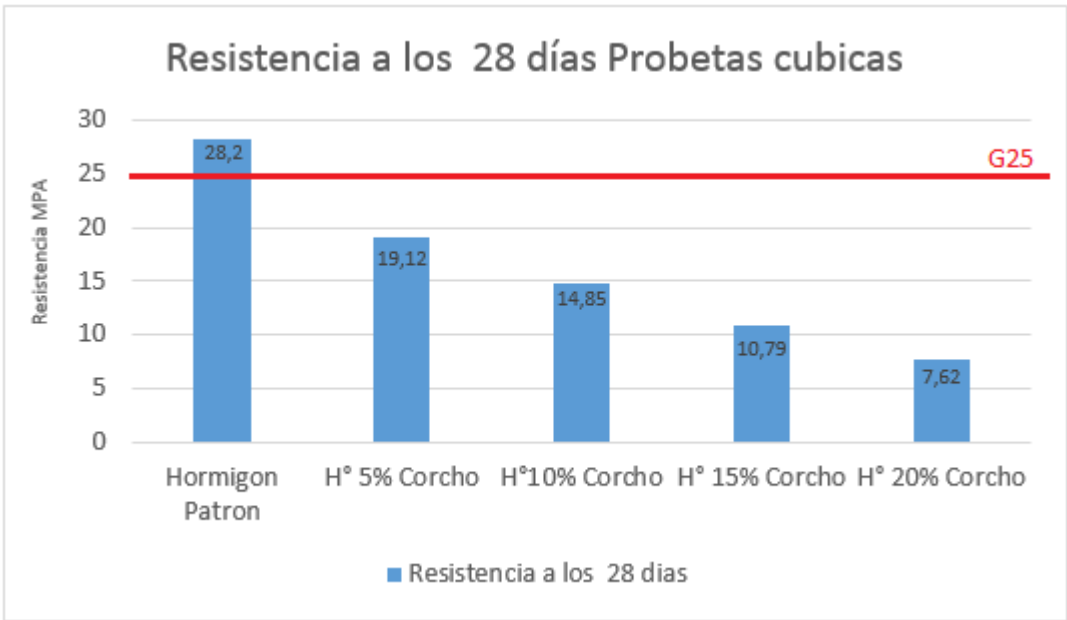


Gráfico 6 Resistencia a los 28 días probetas cubicas.

Fuente: Elaboración Propia

18.7.2 GRAFICO RESISTENCIA A LOS 28 DIAS PROBETAS CILINDRICAS.

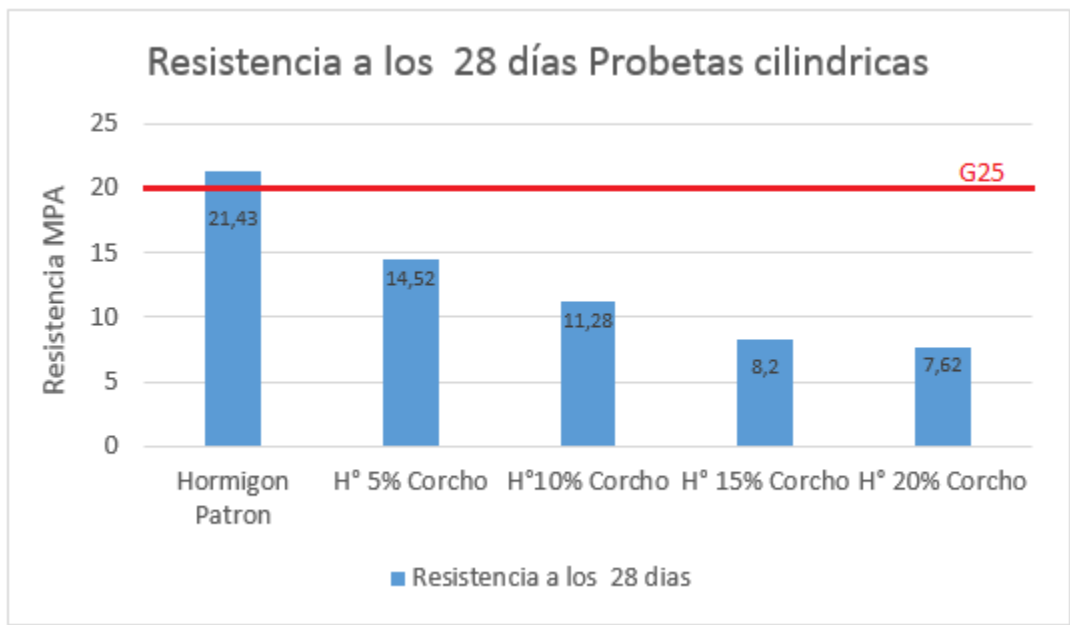


Gráfico 7 Resistencia a los 28 días probetas cilíndricas.

Fuente: Elaboración Propia.

18.8 GRAFICO DE DENSIDADES.

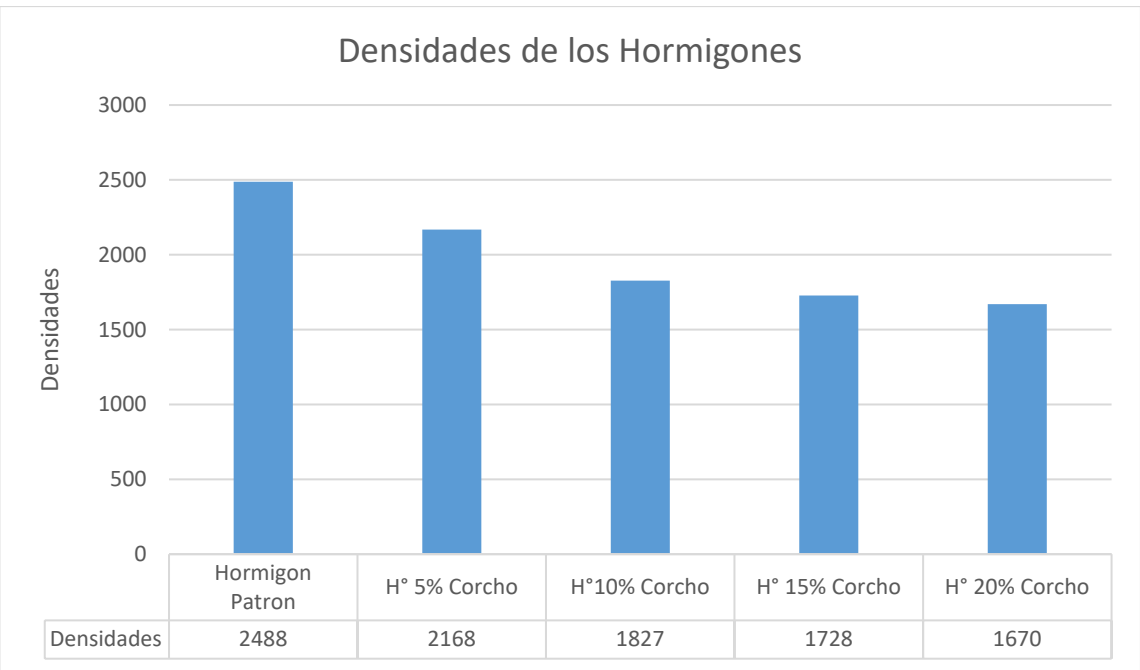


Gráfico 8 Grafico de Densidades

Fuente: Elaboración Propia.

19. RESISTENCIA TERMICA HORMIGON.

Actualmente reglamentación este restringe que el material deberá tener un valor de transmisión térmica como máxima de 0,6 (w/mk) por lo que esto lleva que al momento de construir al hormigón se le agregue elementos exteriores para así cumplir con la norma.

Por lo que nosotros queremos analizar si al agregar un porcentaje de corcho a nuestra mezcla de hormigón esta pueda disminuir su valor de transmitancia térmica (U) para así al momento de realizar una construcción no sea necesaria agregar tantos elementos para que cumpla con la norma.

19.1.1 Conductividad térmica:

Cantidad de calor que en condiciones estacionarias pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de material homogéneo de extensión infinita, de caras planas y paralelas y de espesor unitario, cuando se establece una diferencia de temperatura unitaria entre sus caras. Se expresa en W/(m x K).

Fuente: NCh 853 of 2007

Hormigón armado normal: 1,63 (w/mk)

Corcho: 0,04 (w/mk)

19.1.2 Transmitancia Térmica (U) (w/mk)

Flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas ente los dos ambientes separados por dicho elemento.

Se expresa en W/ (m² x K).

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}}$$

—: Resistencia térmica de superficie al interior, (m² K/W).

—: Resistencia térmica de superficie al exterior, (m² K/W).

—: Espesor del material, (m). (es muy importante trabajar en metros).

—: Conductividad térmica del material, (W/ (m K)).

Respecto a las soluciones constructivas más comunes, es posible identificar elementos homogéneos y elementos heterogéneos simples, nuestro elemento es un elemento homogéneo tiene la misma composición a cualquier altura de una línea paralela al flujo de calor.

19.2 Calculo de Transmitancia térmica.

Los cálculos serán comparados con nuestro hormigón patrón los cuales serán efectuados con sus porcentajes correspondientes.

19.2.1 Transmitancia térmica Hormigón

Rsi: 0,12

Rse: 0,05

Espesor probeta: 0,15 mm

λ Hormigón Armado: 1,63

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,15}{1,63} + 0,05} = 3,81 \text{ W/m}^2\text{K}$$

19.2.2 Transmitancia térmica corcho.

Rsi: 0,12

Rse: 0,05

Espesor probeta: 0,15 mm

λ Corcho: 0,04

$$U = \frac{1}{0,12 + \frac{0,15}{0,04} + 0,05} = 2,55 \text{ W/m}^2\text{K}$$

19.2.3 Valor U ponderado 5%.

Espesor probeta: 0,15 mm

Cantidad Corcho: 0,0576 kg

$$\text{Volumen: } V = \frac{M}{\lambda} = \frac{0,0576}{100} = 0,000576 = 0,576\%$$

$$U = (3,81 * 0,9424) + (2,55 * 0,0576) = 3,60 \text{ W/m}^2\text{K}$$

19.2.4 Valor U ponderado 10%

Espesor probeta: 0,15 mm

Cantidad de corcho: 0,115

Volumen: $V = \frac{M}{\Delta} = \frac{0,115}{100} = 0,001 = 34\%$

$$U = (3,81 * 0,66) + (2,55 * 0,34) = 2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$$

19.2.5 Valor U ponderado 15%

Espesor probeta: 0,15 mm

Cantidad de corcho: 0,172 kg

Volumen: $V = \frac{M}{\Delta} = \frac{0,172}{100} = 0,0017 = 57\%$

$$U = (3,81 * 0,43) + (2,55 * 0,57) = 1,78 \text{ W/m}^2\text{K}$$

19.2.6 Valor U ponderado 20 %.

Espesor probeta: 0,15 mm

Cantidad de corcho: 0,230 kg

Volumen: $V = \frac{M}{\Delta} = \frac{0,230}{100} = 0,0023 = 77\%$

$$U = (3,81 * 0,23) + (2,55 * 0,77) = 1,07 \text{ W/m}^2\text{K}$$

19.3 GRAFICO TRANSMITANCIA TÉRMICA.

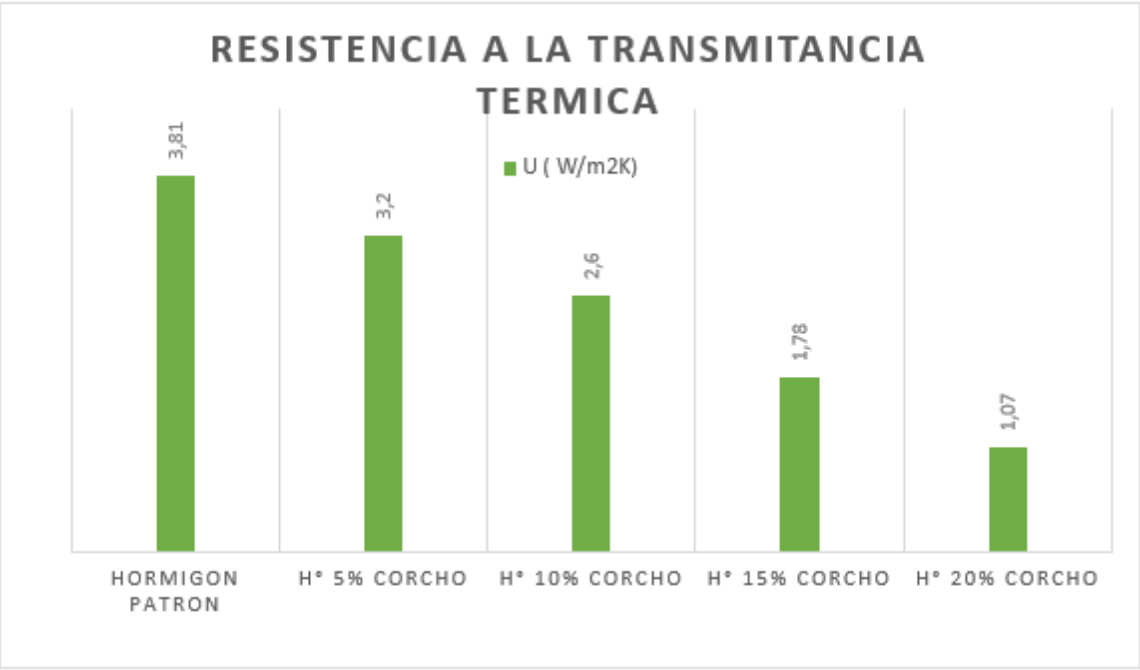


Gráfico 9 Resistencia a la transmitancia Térmica

Fuente: Elaboración propia.

20. ANALISIS ECONOMICO DE UN HORMIGON.

20.1 FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON G-25 (PATRON)

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
APU:	Elaboracion y colocacion de Hormigon G-25			Unidad	m3
Proyecto:	Trabajo de titulo			Cantidad:	1
A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Cemento 25kg	Unid.	17	\$ 3.200	\$ 54.400
2	Arena	M3	0,147	\$ 12.000	\$ 1.764
3	Grava	m3	0,53	\$ 15.000	\$ 7.950
4					\$ -
				Total A	\$ 64.114
				Unitario A	
B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Trompo Electrico 150 Ltrs	Dia / Ma	0,11	\$ 6.990	769
2	Desgaste de herramientas	%	3		900
					0
					0
					0
					0
					0
				Total B	\$ 1.669
				Unitario B	
C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Maestro concretero	DH	0,5	\$ 25.000	\$ 12.500
2	Cuadrilla (2 Jornales, 1 ayudante)	DH	0,5	\$ 35.000	\$ 17.500
3	Leyes sociales Maestro	%	47,56		\$ 5.945
4	Leyes sociales cuadrilla	%	47,56		\$ 8.323
					\$ -
				Sub Total C	\$ 44.268
				Valor Total	\$ 110.051

20.2 FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON G-25 CON 5% DE CORCHO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
APU:	Elaboracion y colocacion de Hormigon G-25			Unidad	m3
Proyecto:	Trabajo de titulo			Cantidad:	1
A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Cemento 25kg	Unid.	17	\$ 3.200	\$ 54.400
2	Arena	M3	0,139	\$ 12.000	\$ 1.668
3	Grava	m3	0,53	\$ 15.000	\$ 7.950
4	Corcho	kg	19,2	\$ 1.870	\$ 35.904
Total A					\$ 99.922
Unitario A					
B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Trompo Electrico 150 Ltrs	Dia / Ma	0,11	\$ 6.990	769
2	Desgaste de herramientas	%	3		900
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					\$ 1.669
Unitario B					
C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Maestro concretero	DH	0,5	\$ 25.000	\$ 12.500
2	Cuadrilla (2 Jomales, 1 ayudante)	DH	0,5	\$ 35.000	\$ 17.500
3	Leyes sociales Maestro	%	47,56		\$ 5.945
4	Leyes sociales cuadrilla	%	47,56		\$ 8.323
					\$ -
Sub Total C					\$ 44.268
Valor Total				\$	145.859

20.3 FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON G-25 CON 10% CORCHO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
APU:	Elaboracion y colocacion de Hormigon G-25			Unidad	m3
Proyecto:	Trabajo de titulo			Cantidad:	1
A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Cemento 25kg	Unid.	17	\$ 3.200	\$ 54.400
2	Arena	M3	0,132	\$ 12.000	\$ 1.584
3	Grava	m3	0,53	\$ 15.000	\$ 7.950
4	Corcho	kg	38,4	\$ 1.870	\$ 71.808
Total A					\$ 135.742
Unitario A					
B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Trompo Electrico 150 Ltrs	Dia / Ma	0,11	\$ 6.990	769
2	Desgaste de herramientas	%	3		900
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					\$ 1.669
Unitario B					
C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Maestro concretero	DH	0,5	\$ 25.000	\$ 12.500
2	Cuadrilla (2 Jomales, 1 ayudante)	DH	0,5	\$ 35.000	\$ 17.500
3	Leyes sociales Maestro	%	47,56		\$ 5.945
4	Leyes sociales cuadrilla	%	47,56		\$ 8.323
					\$ -
Sub Total C					\$ 44.268
Valor Total				\$	181.679

20.4 FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON G-25 CON 15%
CORCHO.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
APU:	Elaboracion y colocacion de Hormigon G-25			Unidad	m3
Proyecto:	Trabajo de titulo			Cantidad:	1
A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Cemento 25kg	Unid.	17	\$ 3.200	\$ 54.400
2	Arena	M3	0,124	\$ 12.000	\$ 1.488
3	Grava	m3	0,53	\$ 15.000	\$ 7.950
4	Corcho	kg	57,6	\$ 1.870	\$ 107.712
Total A					\$ 171.550
Unitario A					
B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Trompo Electrico 150 Ltrs	Dia / Ma	0,11	\$ 6.990	769
2	Desgaste de herramientas	%	3		900
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					\$ 1.669
Unitario B					
C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Maestro concretero	DH	0,5	\$ 25.000	\$ 12.500
2	Cuadrilla (2 Jomales, 1 ayudante)	DH	0,5	\$ 35.000	\$ 17.500
3	Leyes sociales Maestro	%	47,56		\$ 5.945
4	Leyes sociales cuadrilla	%	47,56		\$ 8.323
					\$ -
Sub Total C					\$ 44.268
Valor Total				\$	217.487

20.5 FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON G-25 CON 20 %
CORCHO.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
APU:	Elaboracion y colocacion de Hormigon G-25			Unidad	m3
Proyecto:	Trabajo de titulo			Cantidad:	1
A MATERIALES					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Cemento 25kg	Unid.	17	\$ 3.200	\$ 54.400
2	Arena	M3	0,117	\$ 12.000	\$ 1.404
3	Grava	m3	0,53	\$ 15.000	\$ 7.950
4	Corcho	kg	76,8	\$ 1.870	\$ 143.616
Total A					\$ 207.370
Unitario A					
B MAQUINAS Y EQUIPOS					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Trompo Electrico 150 Ltrs	Dia / Ma	0,11	\$ 6.990	769
2	Desgaste de herramientas	%	3		900
					0
					0
					0
					0
					0
Total B					\$ 1.669
Unitario B					
C MANO DE OBRA					
Nº	Item	Unid.	Cantid.	Precio Unit.	Total
1	Maestro concretero	DH	0,5	\$ 25.000	\$ 12.500
2	Cuadrilla (2 Jomales, 1 ayudante)	DH	0,5	\$ 35.000	\$ 17.500
3	Leyes sociales Maestro	%	47,56		\$ 5.945
4	Leyes sociales cuadrilla	%	47,56		\$ 8.323
					\$ -
Sub Total C					\$ 44.268
Valor Total				\$	253.307

21 GRAFICOS ECONOMICOS.

21.1 COSTO FABRICACION Y COLOCACION DE HORMIGON G25

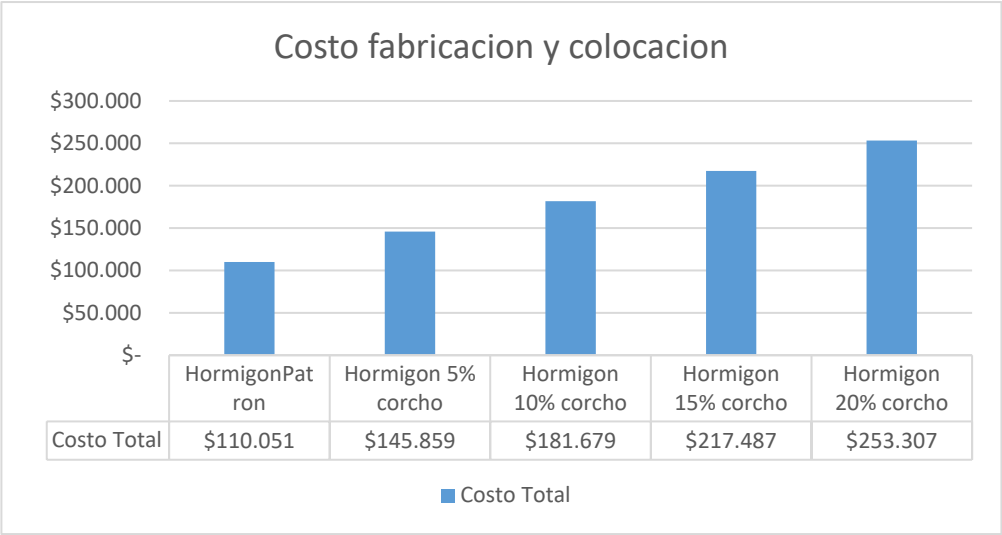


Gráfico 10 Costo fabricación y colocación de Hormigón G25

Fuente: Elaboración Propia.

21.2 GRAFICOS MATERIALES INCIDENTES.

21.2.1 HORMIGON PATRON.

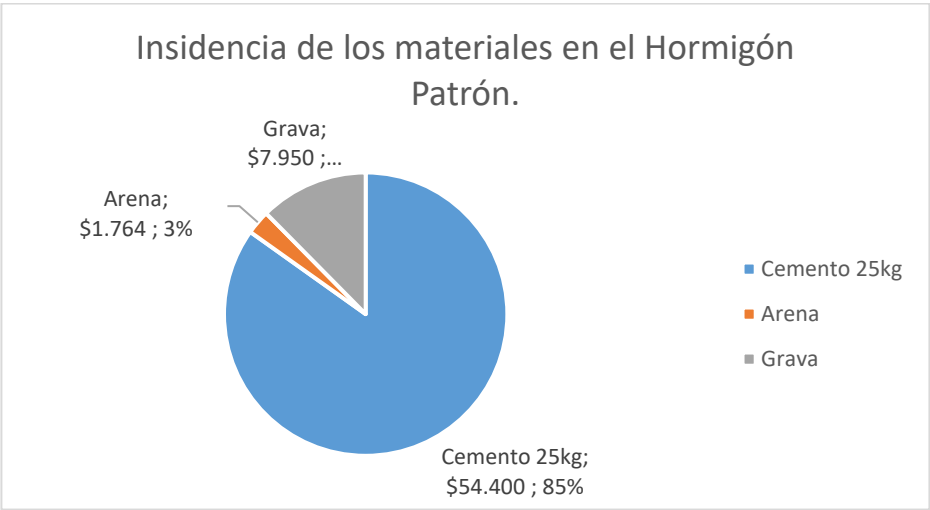


Gráfico 11 Materiales incidentes H°

Fuente: Elaboración Propia

21.2.2 HORMIGON 5%CORCHO.

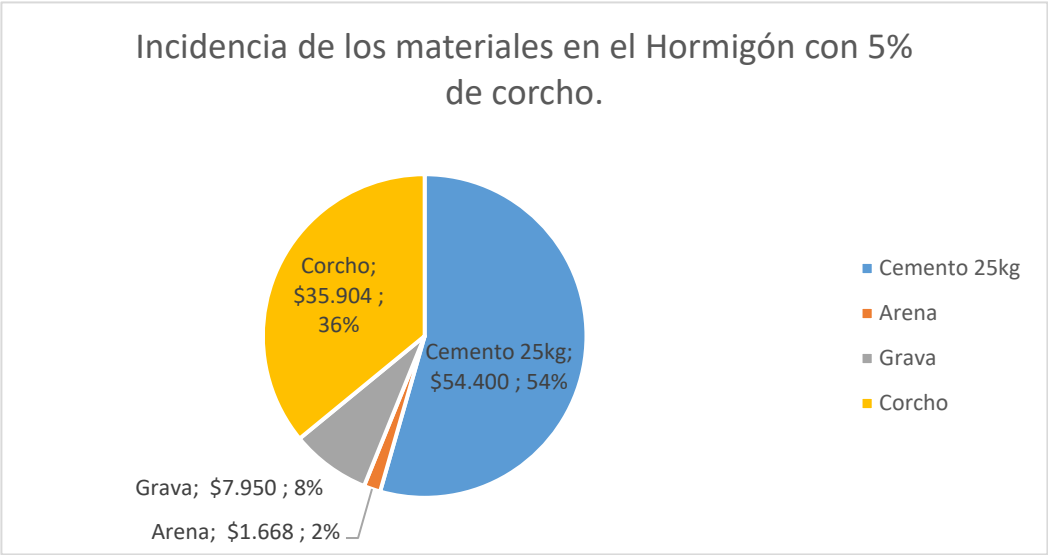


Gráfico 12 Materiales incidentes H° 5% Corcho.

Fuente: Elaboración Propia.

21.2.3 HORMIGON 10% CORCHO.

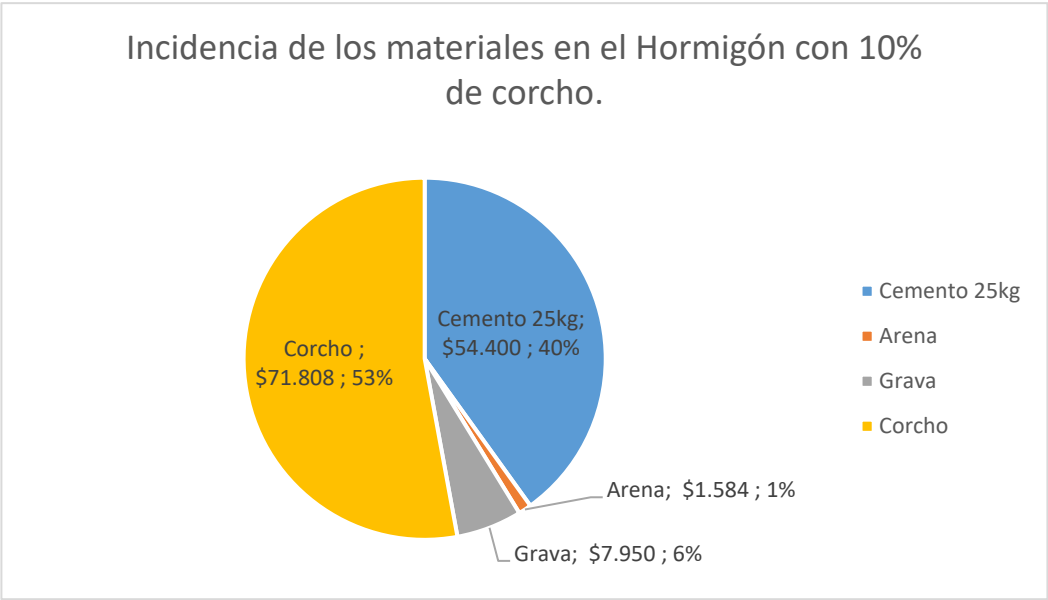


Gráfico 13 Materiales incidentes H° 10% corcho

Fuente: Elaboración Propia.

21.2.4 HORMIGON 15% CORCHO.

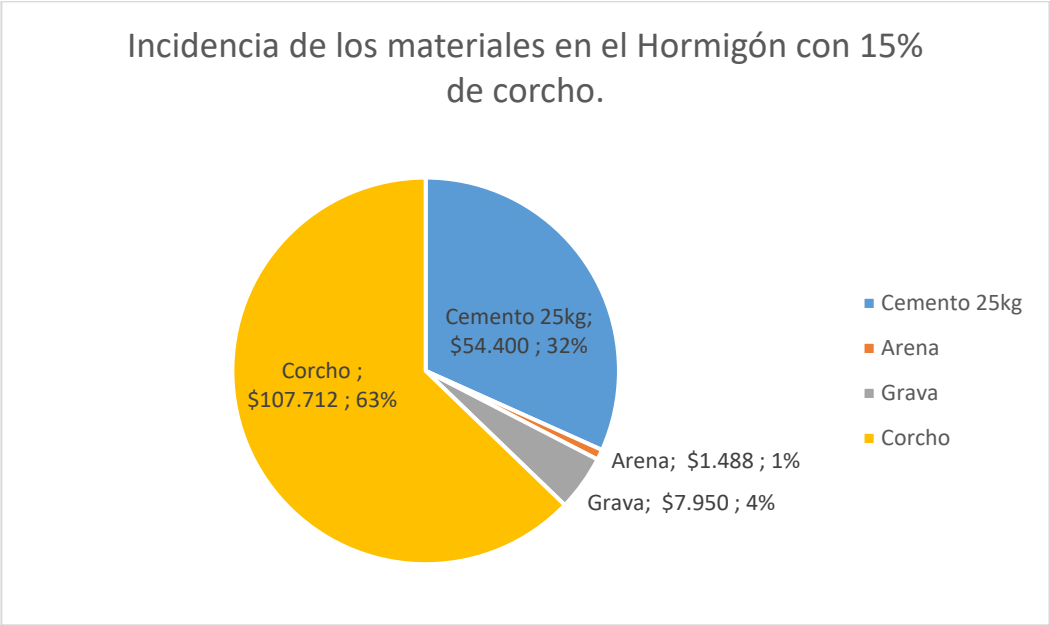


Gráfico 14 Materiales incidentes H° 15% corcho.

Fuente: Elaboración Propia.

21.2.5 HORMIGON 20% CORCHO.

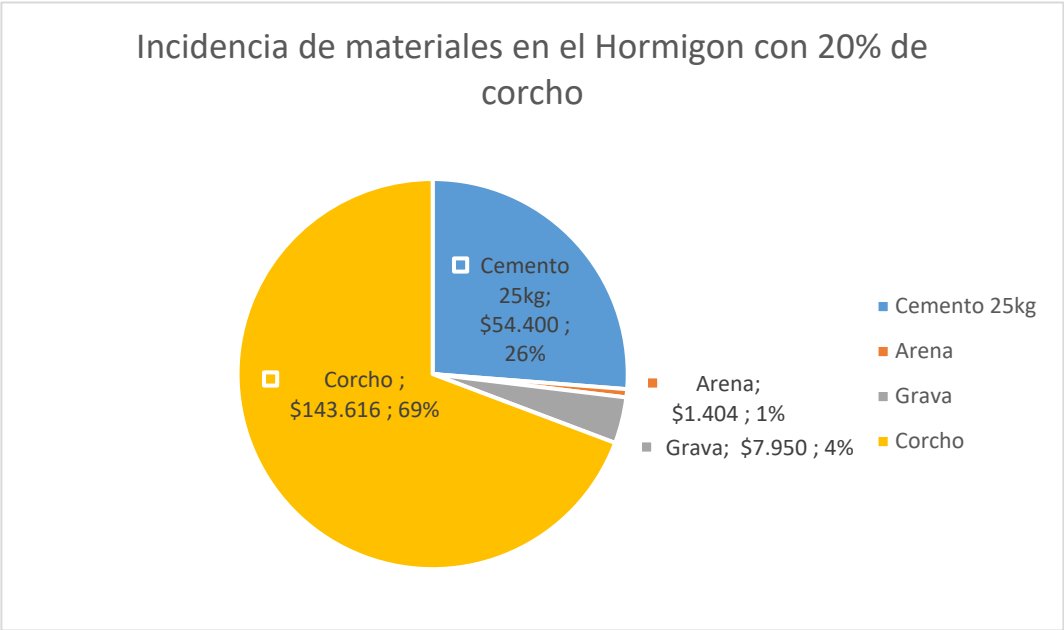


Gráfico 15 Materiales incidentes H°20% Corcho.

Fuente: Elaboración Propia.

21. CONCLUSIONES.

El primer Objetivo que nos propusimos fue conocer el proceso industrial y artesanal que lleva a cabo corcho en su estado natural. Además de los pasos que son necesarios para llevar cabo desde la materia prima a un producto final lo que es ya un tapón de corcho. Al igual que los posteriores pasos para su reciclaje y también conocer sus propiedades. De lo anterior podemos decir que:

- Es un material Natural no contaminantes y no invasivo en su extracción por lo cual es un material que cumple con las 3R, ósea un material el cual se puede renovar, reciclar y reutilizar.
- Las propiedades que tiene este material por si solo lo hace un material muy atractivo el cual actualmente no es aprovechado en grandes masas
- El corcho al momento de reciclarlo y convertirlo en grano es más fácil de integrarlo a una mezcla de hormigón

En segundo objetivo se diseñó una dosificación de un hormigón patrón utilizando el método ACI en conjunto con la norma NCh 170 vigente, el cual nos permitió crear una dosis para nuestro estudio experimental del hormigón con corcho.

- Se realizaron todos los ensayos a la arena, ala grava y también al corcho. Presentando el corcho un gran volumen comparado a su bajo peso además en el ensayo de absorción el corcho demostró absorber un gran porcentaje de agua el cual debimos tener en cuenta al momento de realizar la dosificación.
- Tras todos los ensayos se realizó un hormigón tomando los nuevos parámetros de la norma 170, la cual presenta las condiciones de exposición del hormigón que entrega como resultado la durabilidad, pero diseñamos además con el modelo ACI para obtener las cantidades necesarias para cada material.

En este objetivo hemos abarcado toda la etapa que llevamos a cabo en el laboratorio desde la confección de nuestras 18 muestras, hasta su posterior análisis de resultados de resistencia a la compresión que obtuvimos de cada una, Además de la evaluación de la transmitancia térmica de las probetas confeccionadas con la incorporación de corcho granular a base de cálculos. De estos dos se pueden destacar los siguientes puntos:

- Para las dosis de materiales para las muestras de hormigón, agregándole un 10%, 15%, 20% de corcho, todas daban una resistencia menor a la diseñada, acercándose más a nuestra resistencia inicial el hormigón que presentaba un 5% de corcho. Siendo directamente proporcional la cantidad de corcho con la resistencia.
- Entre más cantidad de corcho se le agregaba a la mezcla esta quedaba más seca, ya que esta presentaba un gran porcentaje de absorción y ocupando gran porcentaje dentro del volumen de la mezcla dando como resultado una pérdida de docilidad. Esto se podría reparar agregando un aditivo plastificante para así mejorar su docilidad.

- Además, al momento de ya haber fabricado nuestras probetas, el corcho al ser un material liviano se ubicaba en la superficie de la probeta lo cual al momento de realizar los ensayos de compresión dificultaba a la maquina tener un resultado más preciso lo cual se podía mejorar como antes mencionado con un aditivo.
- Uno de los factores que nos pudo haber alterado nuestros resultados fue que la maquina utilizada para la medición presentaba fallas al momento de realizar el ensayo de compresión arrojando un error al final colocando la pantalla azul así no permitiendo completar el ensayo
- Respecto a la resistencia térmica pudimos determinar que mientras más cantidad de corcho más es la disminución de su transmitancia térmica. Con tan solo un 20% logramos disminuir de un valor U de 3.81 a un valor U de 1.07 esto quiere decir que si antes se debía agregar un revestimiento exterior de gran espesor ahora sería uno de menor espesor reduciendo el costo.

En el último objetivo que propusimos fue valorizar la fabricación y colocación de un hormigón patrón y hormigones con la incorporación de corcho en forma granular en sus distintos porcentajes 5%, 10%, 15%, 20% cada uno teniendo un costo independiente dependiendo de las cantidades, de este punto podemos destacar lo siguiente:

- Al momento de comparar el costo de la fabricación y colocación del hormigón patrón versus a los hormigones con adiciones de corcho se ve un aumento del valor mientras más porcentaje de corcho se le incorpora a la mezcla mayor es su valor.
- Uno de los materiales que más insidie en el aumento del valor es el corcho, el cual solamente agregando un 20% logra hasta superar el valor del cemento siendo anteriormente el que más incidía esto se debe al alto costo y los escasos de la comercialización en el país y también el costo de la importación desde el extranjero.

20.1 CONCLUSIÓN GENERAL

Con el desarrollo completo de nuestro proyecto podemos concluir que:

- Si bien el corcho no es un material que después de ser utilizado sea contaminante es un material el cual tiene propiedades las cuales pueden ser aprovechadas de diferentes formas.
- Existen más métodos para realizar una dosificación de un hormigón, cada una de estas se basan en distintos aspectos para diseñar de mejor manera un hormigón
- Si bien el hormigón con corcho cumple como un hormigón G25, nuestro hormigón con 5% es el que más se acerca a la resistencia esperada, puede perfectamente cumplir como un hormigón no estructural además logra reducir el valor U de un 3,81 a un 3,2 y su costo asociado a la fabricación y colocación comparado con un hormigón patrón, su aumento no es significativo.

21. BIBLIOGRAFIA

Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. (1984). *Manual del Hormigón*.

Real Academia Española. (2001).

Instituto Nacional de Normalización. (2016). NCh 170.

Instituto Nacional de Normalización. (2013). NCh 163.

Instituto Nacional de Normalización. (2009). NCh 1018

Instituto Nacional de Normalización. (2009). NCh 1017

Instituto Nacional de Normalización. (2009). NCh 1037

Instituto Nacional de Normalización. (2009). NCh 1019

Instituto Nacional de Normalización. (1968). NCh 148

22.WEBGRAFIA.

ASECOR- EMPRESA ELABORADORA DE TAPONES DE CORCHO

<http://www.asecor.com/procesos.php?lang=es>

Decyrano- Empresa encargada al reciclaje del corcho

<https://www.decyrano.es/como-se-recicla-el-corcho/>

Extracción y su aprovechamiento.

https://repositorio.uam.es/xmlui/bitstream/handle/10486/8125/44365_3.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bodegas Procesadora de corcho Comege.

<https://www.comenge.com/blog/otros/como-se-elaboran-los-tapones-de-corcho-natural.html>