



CONCURSO

# INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN

MEMORIAS, INVESTIGACIONES PATENTES,  
PROYECTOS DE TÍTULOS

La VII Versión del Concurso, tiene como objetivo destacar a aquellos alumnos de las carreras de ingeniería y construcción civil que hayan desarrollado o se encuentren desarrollando memorias de título, proyectos de título, investigaciones o patentes en torno a la madera.

  
**MADERA21**  
de CORMA

  
2020  
**SEMANA DE  
LA MADERA**



ING3128

**DESARROLLO DE UN ÍNDICE  
INTEGRAL DE SEGURIDAD  
(IIS) PARA LAS VIVIENDAS  
UBICADAS EN ÁREAS DE  
RIESGO DE INTERFAZ  
URBANO FORESTAL**

# Objetivos

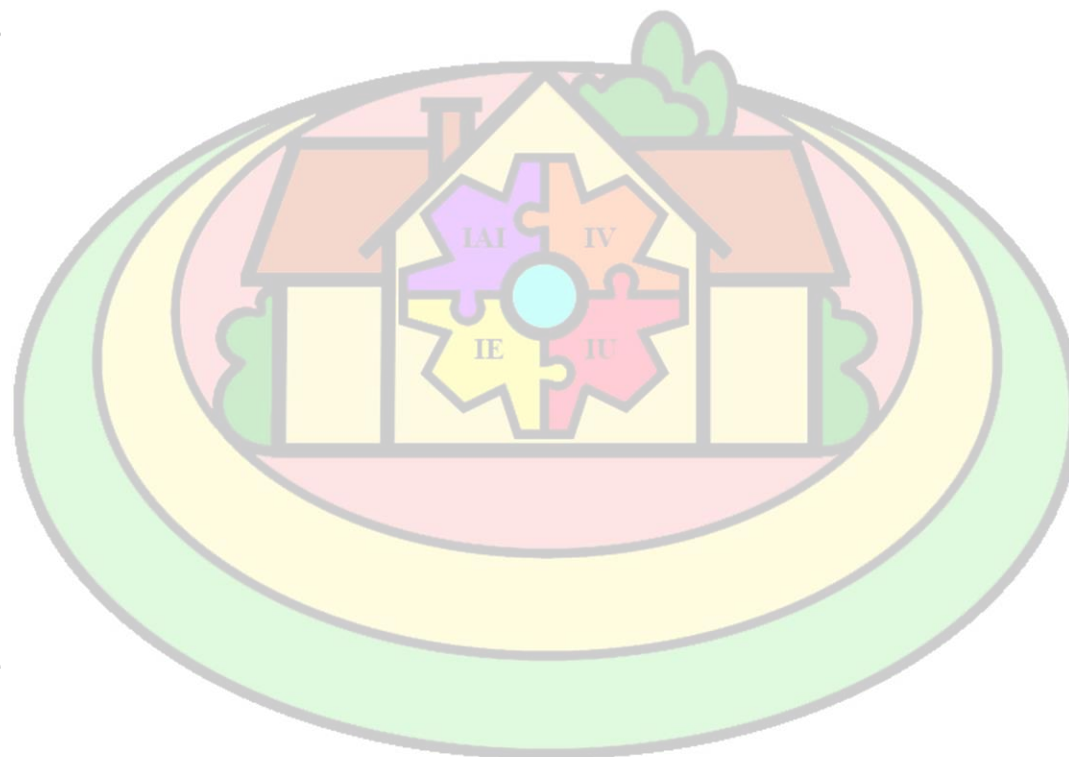
## Objetivo General

Proponer un índice integral de seguridad para edificaciones ubicadas en áreas de riesgo de interfaz urbano forestal localizadas en la comuna de San José de Maipo.

## Objetivos Específicos

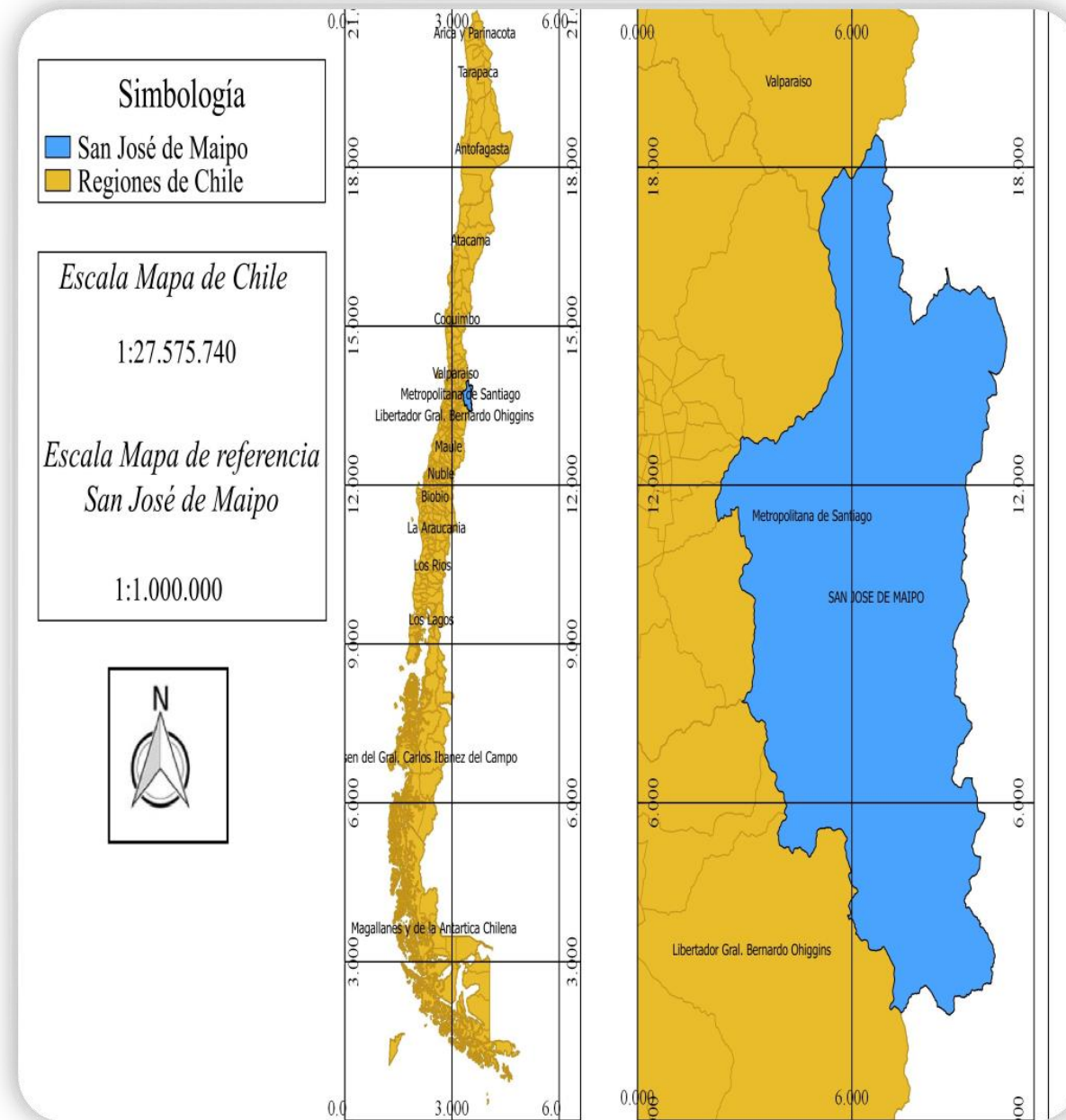
Revisar e integrar las normas técnicas vigentes en construcción (OGUC) y en protección contra el fuego para proponer criterios.

Desarrollar y aplicar a nivel piloto un índice integrado de seguridad que contemple el cumplimiento normativo, vulnerabilidad de infraestructura crítica y entorno de interfaz urbano forestal.

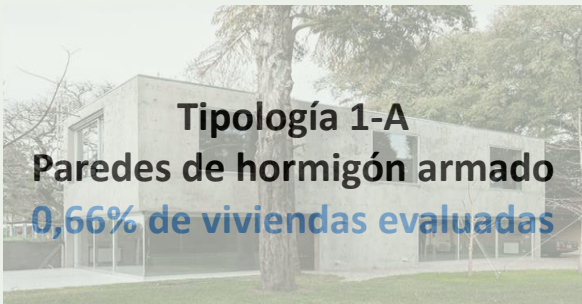
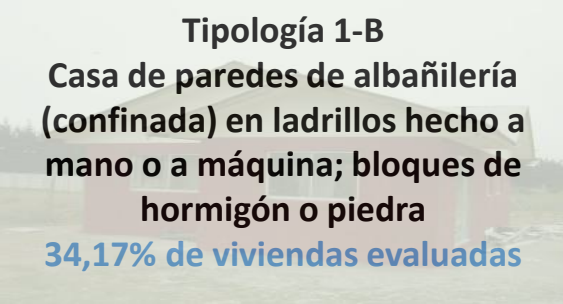
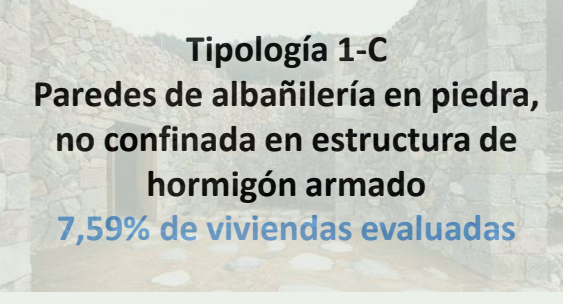
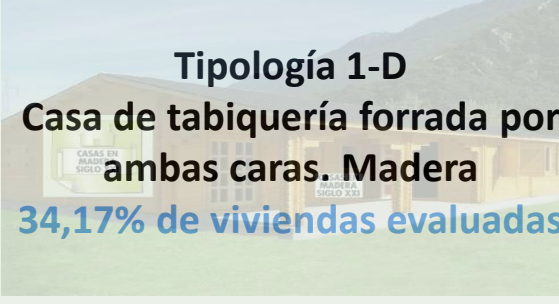
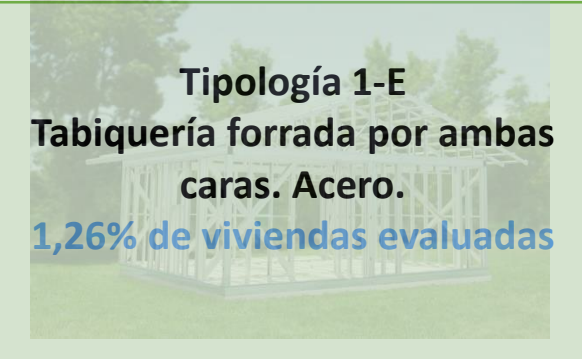
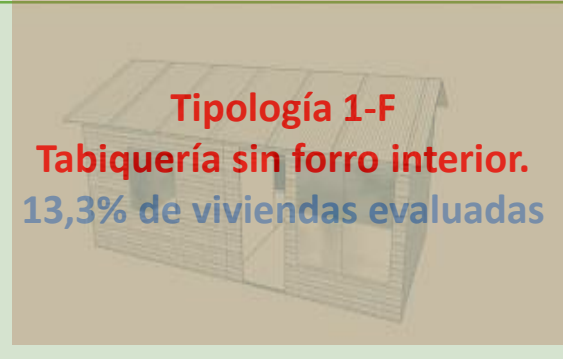
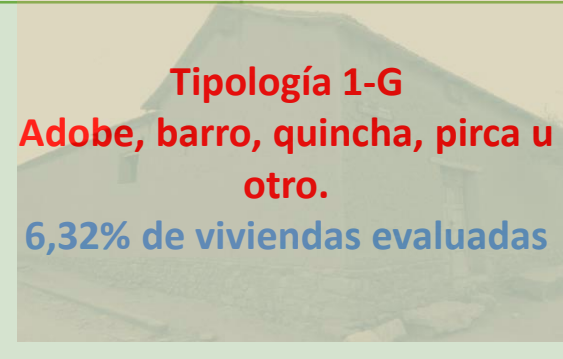
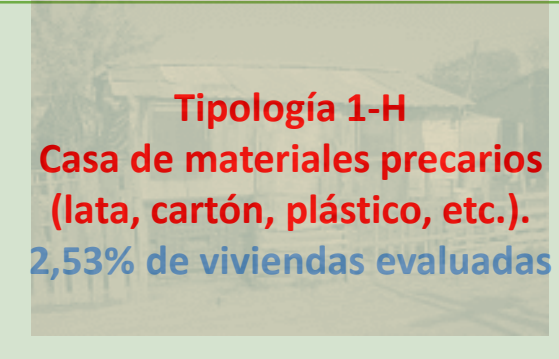


# Material

Antecedentes del área de estudio	Principales rutas de acceso de la comuna
Pertenece a la Región Metropolitana	Ruta G-25 conexión con Puente Alto
Provincia Cordillera, sector Sur Oriente de la Región	Ruta G-345 conexión hacia Los Maitenes a través del río Colorado
Habitantes 18.189 Cantidad de Viviendas 6926  Fuente: Censo 2017	Ruta G-355 conexión con Lagunillas
Tiene una superficie de 499.480 hectáreas, lo que corresponde al 32,42% de la superficie total regional	Ruta G-421 conexión hacia El Toyo y Pirque



# Tipologías Constructivas basadas en el Censo del año 2017

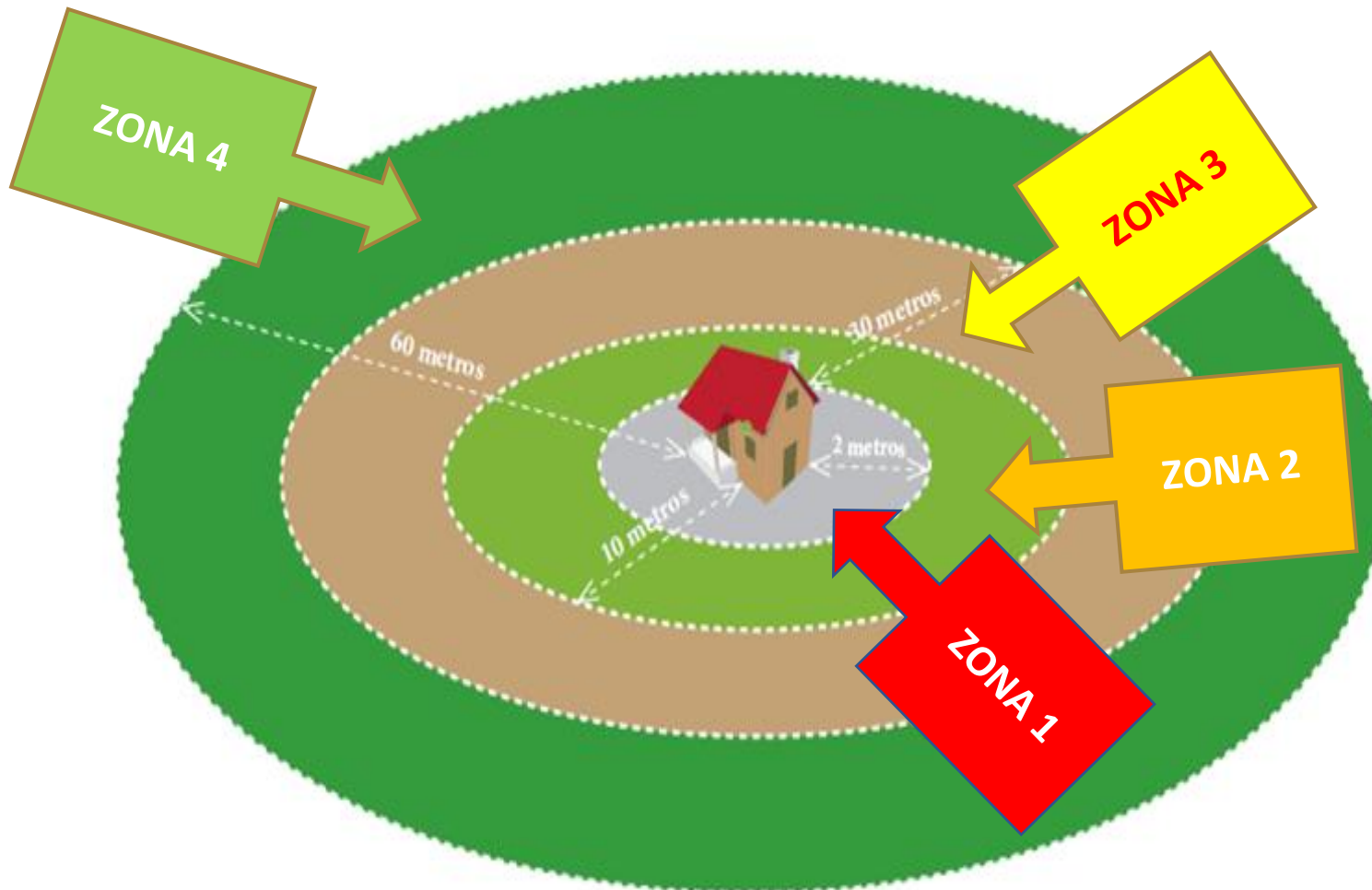
 <p><b>Tipología 1-A</b> Paredes de hormigón armado 0,66% de viviendas evaluadas</p>	 <p><b>Tipología 1-B</b> Casa de paredes de albañilería (confinada) en ladrillos hecho a mano o a máquina; bloques de hormigón o piedra 34,17% de viviendas evaluadas</p>	 <p><b>Tipología 1-C</b> Paredes de albañilería en piedra, no confinada en estructura de hormigón armado 7,59% de viviendas evaluadas</p>	 <p><b>Tipología 1-D</b> Casa de tabiquería forrada por ambas caras. Madera 34,17% de viviendas evaluadas</p>
 <p><b>Tipología 1-E</b> Tabiquería forrada por ambas caras. Acero. 1,26% de viviendas evaluadas</p>	 <p><b>Tipología 1-F</b> Tabiquería sin forro interior. 13,3% de viviendas evaluadas</p>	 <p><b>Tipología 1-G</b> Adobe, barro, quincha, pirca u otro. 6,32% de viviendas evaluadas</p>	 <p><b>Tipología 1-H</b> Casa de materiales precarios (lata, cartón, plástico, etc.). 2,53% de viviendas evaluadas</p>

**Vulnerabilidad de las tipologías según cumplimiento de normas OGUC.**

Estatus de cumplimiento de normas OGUC.	Tipologías
Con permiso de construcción y Recepción municipal. MENOR VULNERABILIDAD.	1A, B, C, D, E.
Sin permiso de construcción y Recepción municipal. MAYOR VULNERABILIDAD	1F, G, H.



# Manual ¿Cómo preparo mi casa y entorno frente a los incendios forestales? de CONAF



## Zona 1 Limpieza intensiva

Reducir, distribuir y eliminar todos los materiales inflamables cercanos a la vivienda.

## Zona 2 Protección de la casa

Espacio vertical y horizontal entre los combustibles, disminuyendo la continuidad de los mismos.

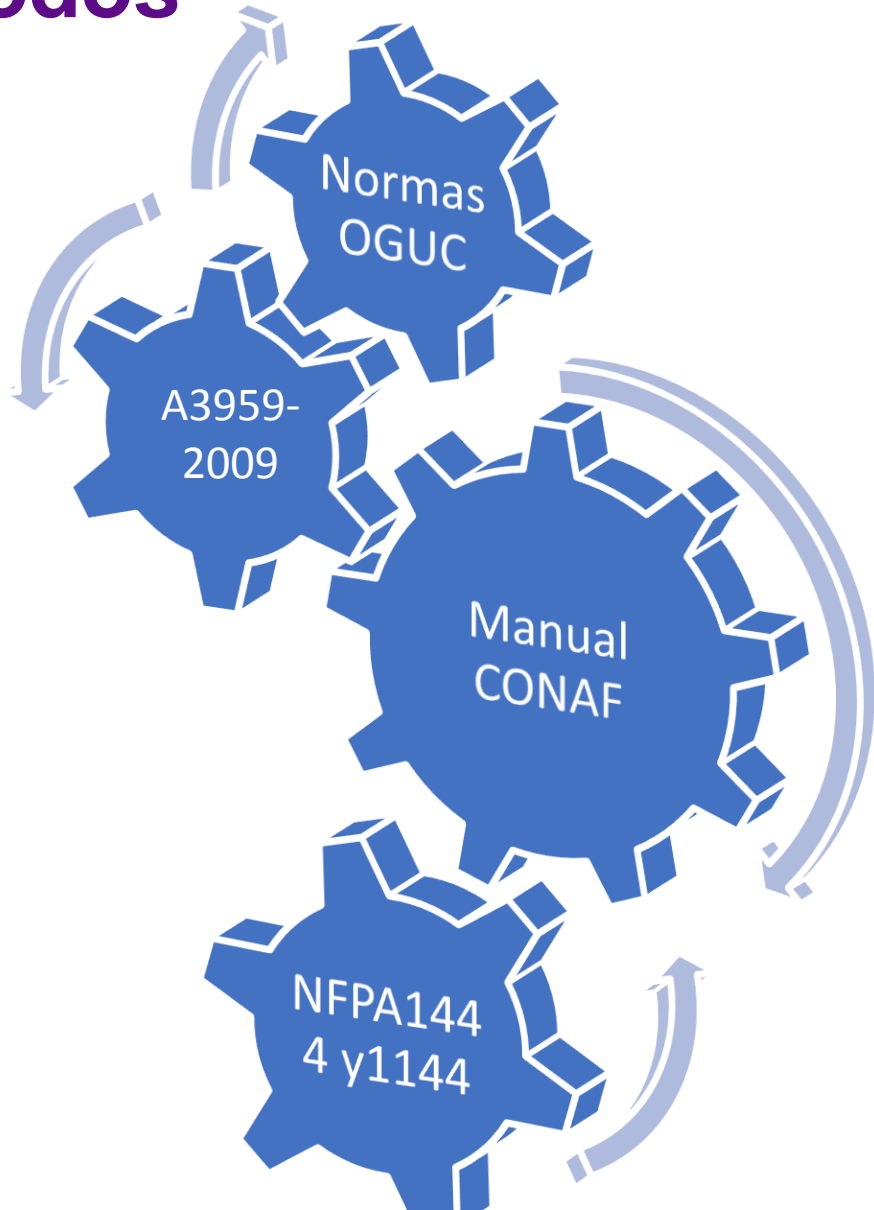
## Zona 3 o Espacio defendible

Mantenimiento de la cobertura del suelo pero con plantas bien podadas y espaciadas.

## Zona 4 de Interfase

Transición a las acciones de trabajo con la comunidad y/o silvicultura preventiva, contribuyendo a que la vegetación nativa vuelva a su estado natural con mas resistencia al fuego.

# Métodos



# Carga de Combustible para el interior de la edificación

NORMA CHILENA OFICIAL **NCh 1916.Of1999**

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION • INN-CHILE

Prevención de incendios en edificios - Determinación de cargas combustibles

*Fire safety in buildings – Determination of combustible loads*

Primera edición : 1999

**Descriptor:** prevención de incendios en edificios, ensayos, determinación de carga combustible, combustibilidad, determinación del calor, calor de combustión

CIN 13.220.50

COPYRIGHT ©1999 : INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN \* Prohibida reproducción y venta \*  
Dirección : Matías Cousiño N° 64, 6° Piso, Santiago, Chile  
Casilla : 995 Santiago 1 - Chile  
Teléfonos : + (56 2) 441 0330 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0425  
Telefax : + (56 2) 441 0427 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0429  
Internet : inn@innchile.net  
Miembro de : ISO (International Organization for Standardization) • COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)

NORMA CHILENA OFICIAL **NCh 1993.Of1998**

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION • INN-CHILE

Prevención de incendio en edificios - Clasificación de los edificios según su densidad de carga combustible media y densidad de carga combustible puntual máxima

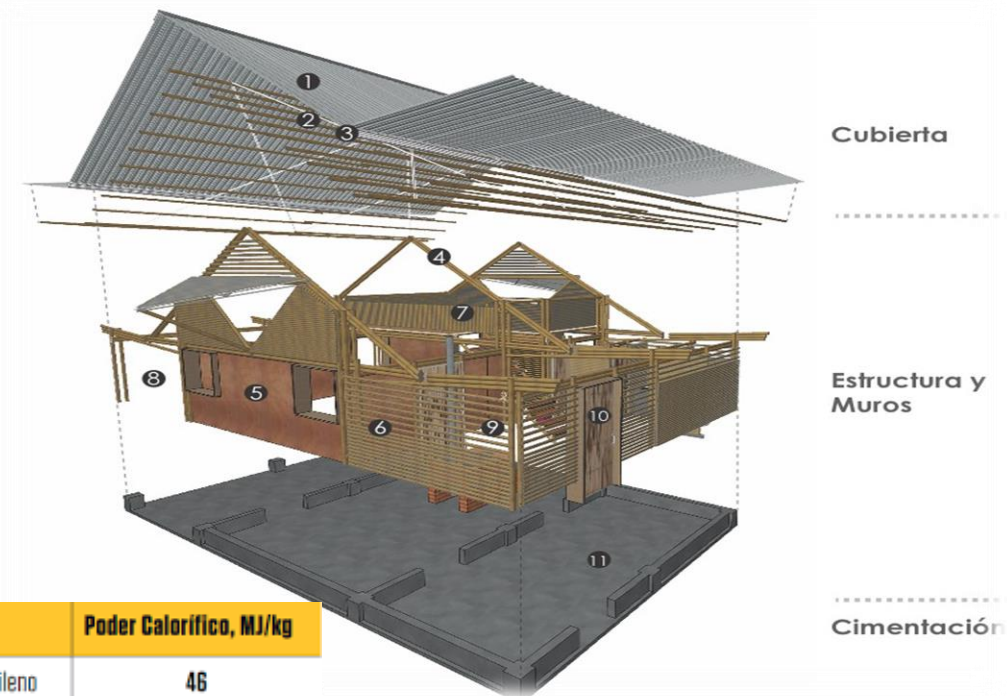
*Fire safety in buildings - Building classification according to its combustible density load*

Primera edición : 1998  
Reimpresión : 1999

**Descriptor:** prevención de incendio en edificios, edificios por grado de riesgo de incendio, combustibilidad, clasificación

CIN 13.220.50

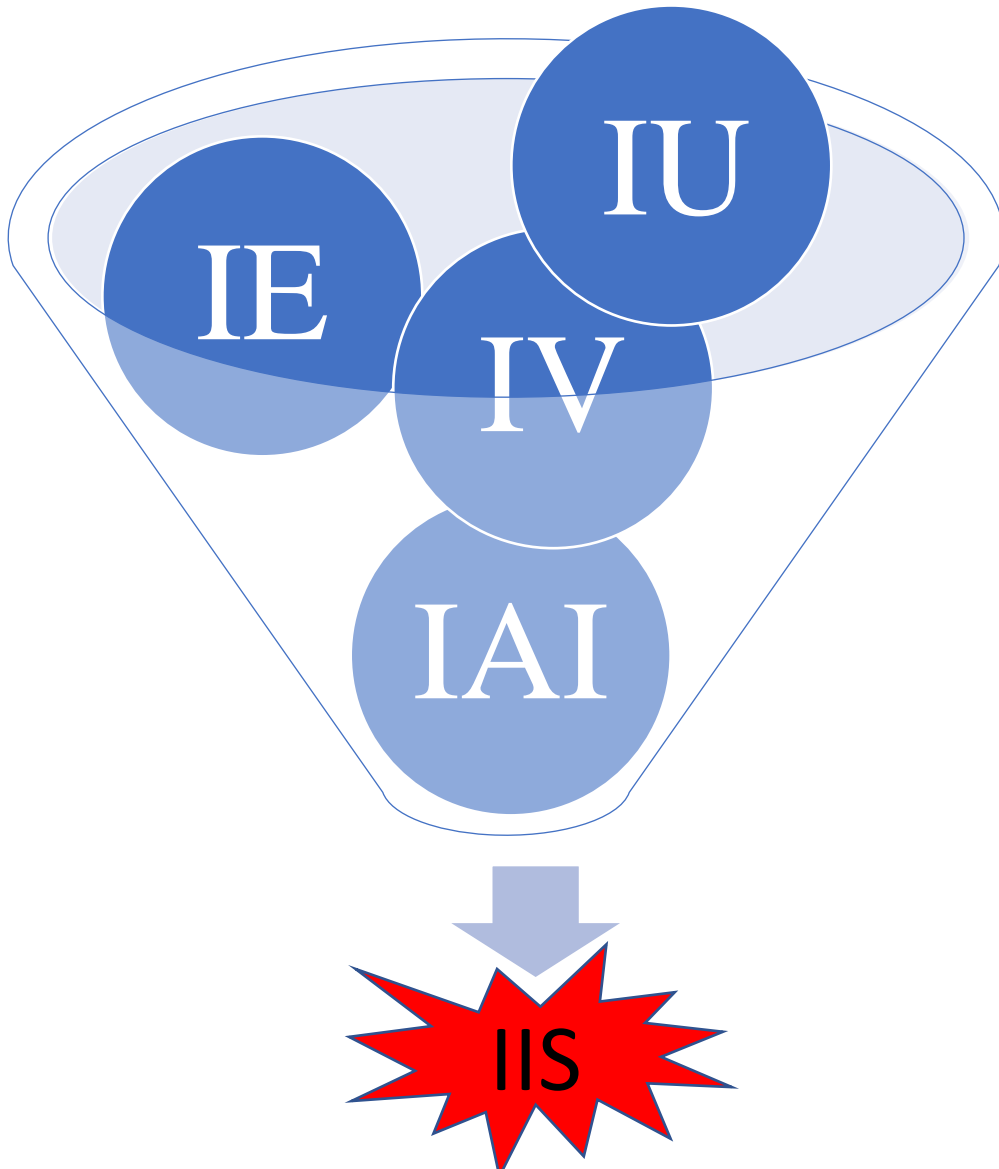
COPYRIGHT ©1998 : INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN \* Prohibida reproducción y venta \*  
Dirección : Matías Cousiño N° 64, 6° Piso, Santiago, Chile  
Casilla : 995 Santiago 1 - Chile  
Teléfonos : + (56 2) 441 0330 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0425  
Telefax : + (56 2) 441 0427 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0429  
Internet : inn@innchile.net  
Miembro de : ISO (International Organization for Standardization) • COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)



Tipo de Material	Poder Calorífico, MJ/kg
Polietileno, Polipropileno	46
Poliestireno	41
Poliéster	24
Madera	19
Papel Periódico	18
Residuo municipal (seco)	16
Residuos de jardinería	7
Residuos alimenticios	6



# Construcción del Índice Integral de Seguridad (IIS)



Índice de Aseguramiento de la Infraestructura



Índice de Vulnerabilidad



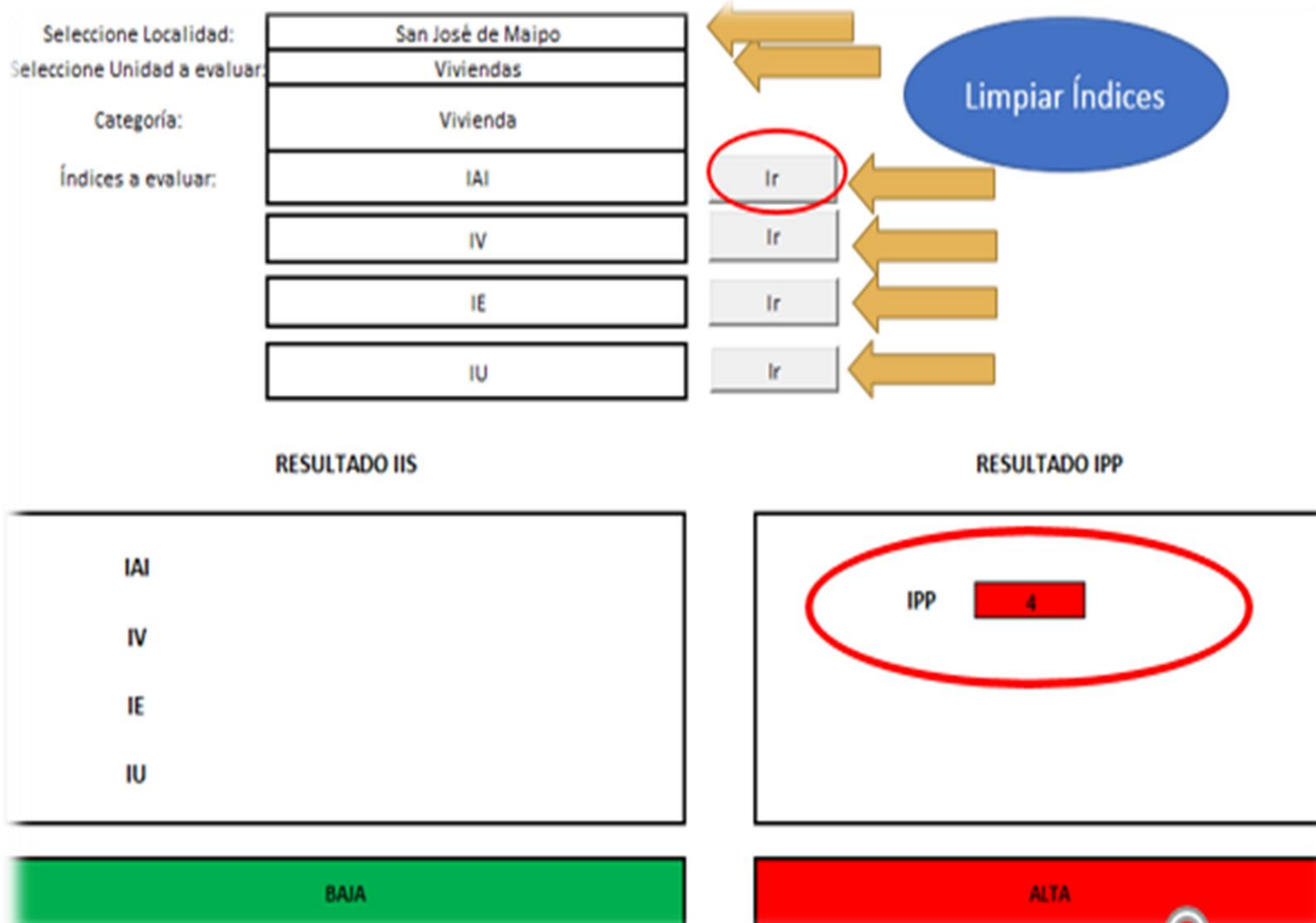
Índice de Exposición



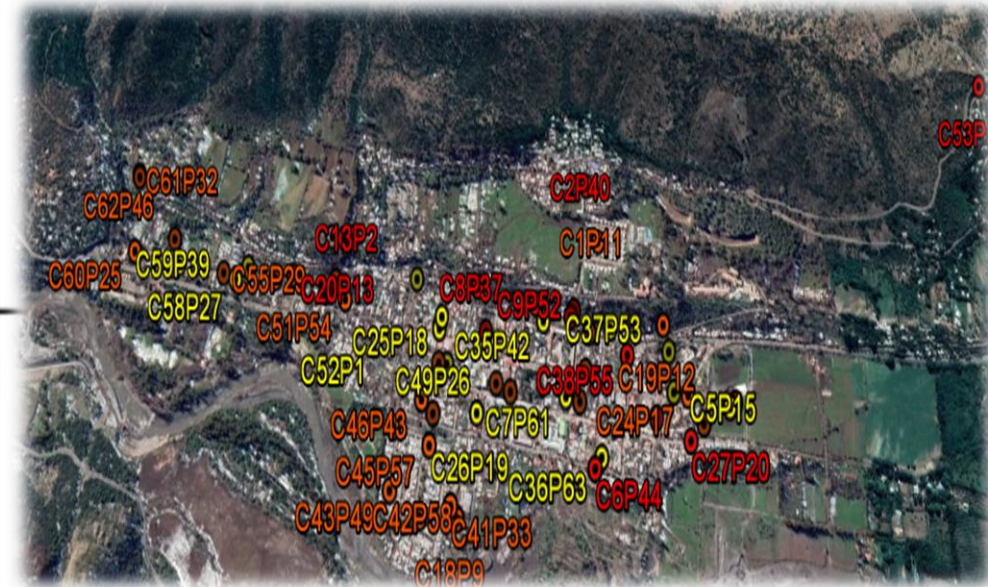
Índice de Ubicación

El IIS adopta el máximo valor de los cuatro índices evaluados

# Método de aplicación de evaluaciones en Excel



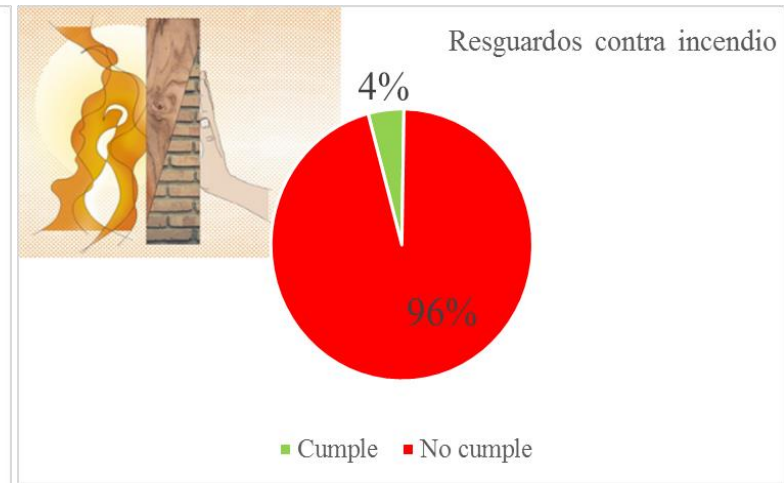
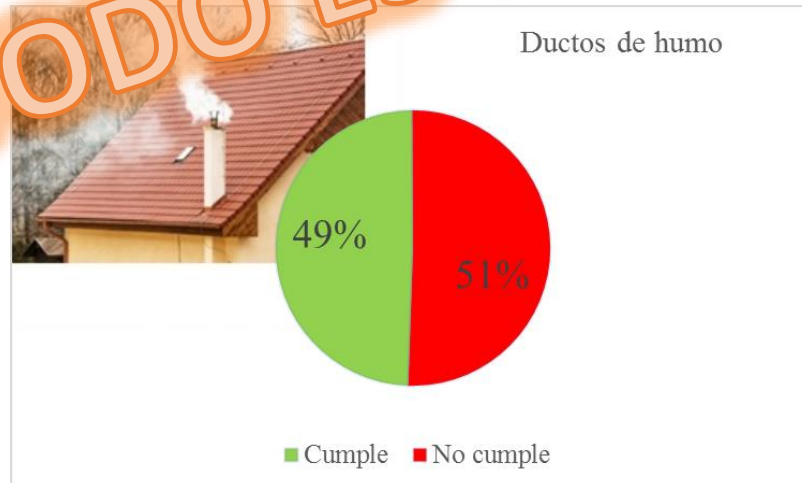
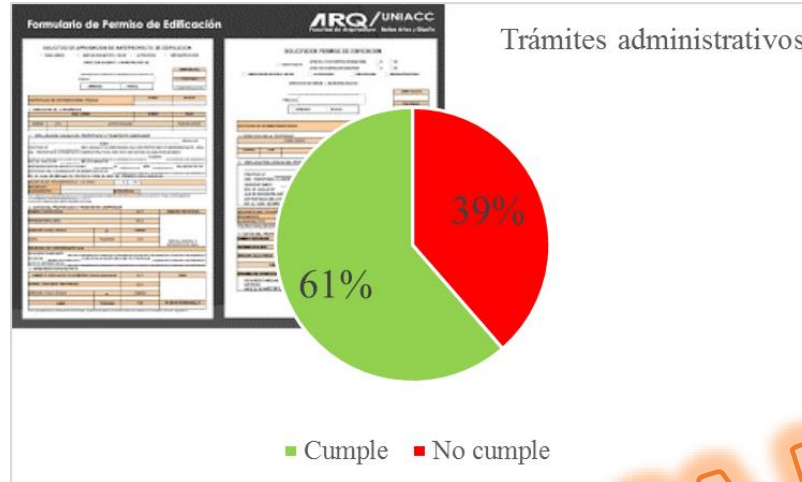
“LOCALIDAD”  
 “UNIDAD A EVALUAR”  
 “SUBÍNDICES”



# Resultados Ordenanza General de Urbanismo y Construcción

La premisa de las normas mínimas de seguridad contra incendios buscan:

- Facilitar el salvamento de los ocupantes de los edificios en caso de incendio.
- Reducir al mínimo, en cada edificio, el riesgo de incendio.
- Evitar la propagación del fuego, tanto al resto del edificio como desde un edificio a otro.
- Facilitar la extinción de los incendios.



TODOS ES CASA HACIA ADENTRO



# Planillas Excel con cálculo del IIS por subíndice

## Evaluación del IAI

Condiciones importantes de cumplir en la vivienda	Normativa citada	1	2	3	4	5
¿A qué tipo de agrupamiento corresponde la vivienda?						
1-Vivienda aislada con Recepción final en el DOM. 2-Vivienda aislada sin Recepción final. 3-Vivienda pareada con Recepción final en el DOM. 4-Vivienda pareada con ampliaciones no reguladas. 5-Vivienda continua	Título 3 cap. 4 art. 1, título 5 cap. 2 art. 8 y título 5 cap. 1 art. 17 de la OGUC.					
¿Cuál es la superficie del terreno donde está emplazada la vivienda?						

## Evaluación del IE

Condiciones de la vivienda respecto al entorno	Norma citada	1	2	3	4	5
¿De qué materialidad es su vivienda, y en qué estado se encuentra?						
1-Edificación de albañilería confinada, bloque hueco de hormigón, cerámico o piedra, sin desgaste percibido, con evidente mantención de los materiales originales, muros de material no combustible con revestimientos exteriores de material no combustible.	OGUC, CONAF (Materialidad de muros, paredes y					
2-Edificación en madera o albañilería confinada, con desgaste percibido pero con algún tipo de mantención, con muros de material no combustible pero revestimientos exteriores de material combustible.						
3-Edificación de madera, metalcom o construcción mixta, sin desgaste percibido debido a la mantención de los materiales originales pero con muros de material combustible y revestimientos exteriores de material no combustible.						
4-Edificación de materialidad vulnerable: madera, altamente vidriada, tabique, yeso/cartón, fibrocemento o adobe no mantenido con desgaste percibido y alteración de la materialidad original, sin mantención o con un 20% de participación de la materialidad original, sin mantención de la estructura soportante.						
5-Edificación construida con materiales que no preservan, cartón, latones, metalcom, etc. que no cuentan con protección contra incendios, expuestos a la intemperie, de dimensiones inferiores a lo establecido en la OGUC, con evidente de precariedad.						
						X

## Evaluación del IV

Condiciones de vulnerabilidad de la vivienda	Norma citada	1	2	3	4	5
¿A qué se destina la vivienda?						
1-Estacionamiento y edificaciones en general. 2-Edificación cuyo destino esté entre otros usos no considerados. 3-Edificaciones cuyo destino sea bodega, deporte y recreación, transporte y telecomunicaciones, industria. 4-Edificaciones cuyo destino sea comercio, culto, hotel/motel. 5-Edificaciones con destino habitacional, salud, educación y cultura, oficina, administración pública.						X

## Evaluación del IU

Condiciones de la vivienda respecto al entorno	Norma citada	1	2	3	4	5
En cuanto a la zona 3 o de espacio defendible definida por CONAF (10-30 metros), señale cuál es la situación que describe mejor el estado de su vivienda.						
1-Vías de acceso despejadas y área completamente libre de residuos y escombros.	CONAF (Seguridad en zona de espacio defendible)					
2-Vías de acceso despejadas y área parcialmente limpia de residuos y escombros.						
3-Vías de acceso no despejadas y área completamente libre de residuos y escombros.					X	
4-Vías de acceso no despejadas y área parcialmente libre de residuos y escombros.						
5-Sin vías de acceso.						

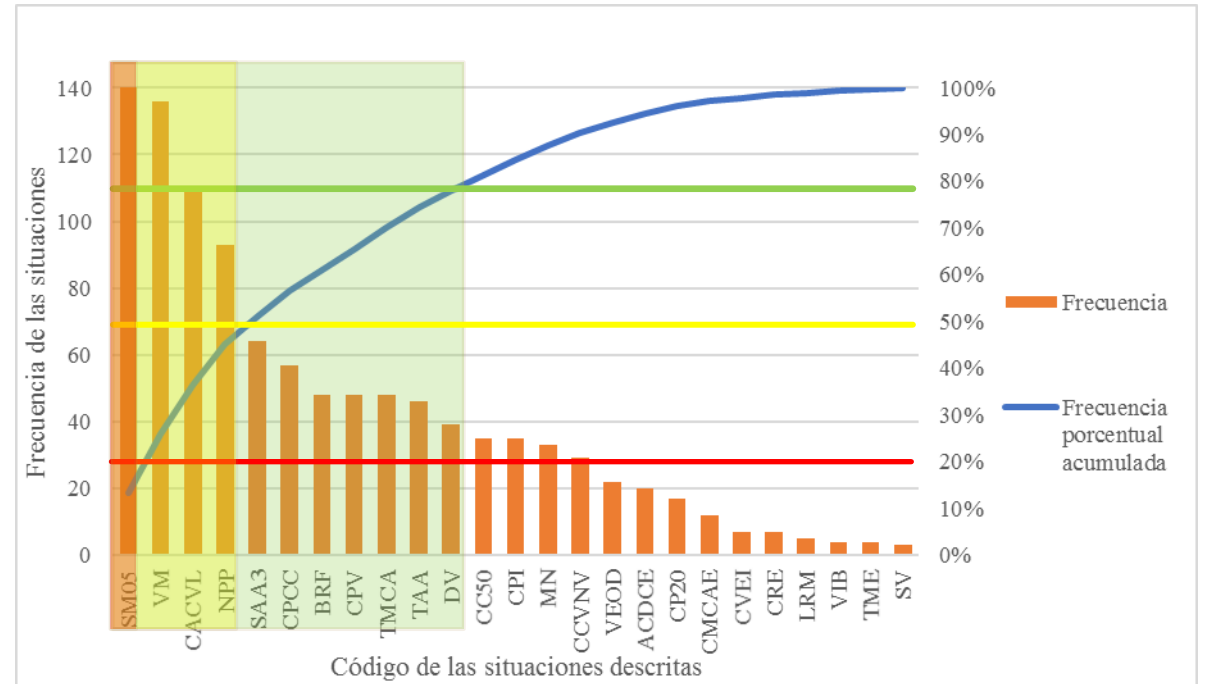




# Resultados obtenidos al realizar el diagrama de Pareto

<b>ACDCE</b>	Construcción aislada con árboles en contacto directo al cableado eléctrico
<b>ACVTE</b>	Fachada continua y con árboles en contacto con la vivienda y cableado eléctrico
<b>BCC</b>	Los balcones o terrazas tienen combustibles cercanos
<b>BI</b>	Los balcones o terrazas no están cubiertos por material no inflamable
<b>BRF</b>	Revestimientos exteriores de baja resistencia al fuego
<b>CACVL</b>	Construcción aislada en contacto con vegetación leñosa
<b>CBNC</b>	Casas bajo el nivel de la calle
<b>CC50</b>	Construcción en contacto en más de un 50% por vegetación leñosa
<b>CCEC</b>	Construcción en contacto con escombros combustibles
<b>CCVNV</b>	Existe continuidad de combustible vegetal y/o no vegetal
<b>CDC</b>	Casa con vía de escape directo a la calzada
<b>CMCAE</b>	Construcción de madera que está en contacto con acometida eléctrica
<b>CMD</b>	Casa de madera deteriorada
<b>CP20</b>	Construcción en pendiente con más de 20% de inclinación
<b>CPCC</b>	Las cercas de protección tienen contacto directo con carga combustible
<b>CPEBA</b>	Construcción con pilotes elevados con base abierta
<b>CPI</b>	Las cercas de protección son inflamables
<b>CPV</b>	Construcción con poca ventilación
<b>CRE</b>	Construcción rodeada de escombros
<b>CTE1</b>	Construcción con tendido eléctrico de la calle a menos de un metro
<b>CVEI</b>	Construcción con vías de evacuación insuficientes
<b>DEM</b>	Daños estructurales en muros
<b>DV</b>	La vivienda no cuenta con ductos de ventilación
<b>IH</b>	Infraestructura H
<b>LRM</b>	Lugar emplazado en la línea de remoción en masa
<b>MN</b>	La vivienda no cuenta con materiales aislantes térmicos según la normativa actual
<b>NPP</b>	No se evidencian podas y si se realizan no son las adecuadas
<b>SAA3</b>	Separación vertical entre arbustos y árboles es menor a 3 veces la altura del arbusto
<b>SM05</b>	Superficies de emplazamiento menores a 0,5 hectáreas
<b>SV</b>	El porcentaje máximo de superficie vidriada excede lo permitido en la zona
<b>TAA</b>	Techumbres con aleros abiertos
<b>TMCA</b>	Techumbre de madera en contacto con árboles
<b>TME</b>	El complejo de techumbre está en mal estado
<b>TUB</b>	Techumbre utilizada como bodega
<b>VEOD</b>	Vías de evacuación estrechas, obstaculizadas o de difícil tránsito
<b>VIB</b>	La vivienda está inserta en el bosque
<b>VM</b>	Las ventanas son mayormente de vidrio monolítico

Diagrama de problemas en San José de Maipo



## Sugerencias y soluciones referentes a las tipologías constructivas de edificaciones ya instaladas en la zona

- Realizar los trámites de recepción final.
- Trabajar en un programa de poda del arbolado urbano del sector.
- Trabajar para mejorar las condiciones de ventilación de las viviendas.
- Utilización de materiales aislantes térmicos en las construcciones, postulación a subsidios.
- Tipología 1-B, aplicar mantenimiento debido a antigüedad, manejo del entorno debido a la ubicación, preocupación por remoción en masa, algunas presentan riesgo de inundación.
- Tipología 1-D, reducir o eliminar la acumulación de combustible cercano a la vivienda, además de mejorar aspectos de protección contra el fuego en el diseño de la vivienda.
- Tipología 1-C aplicar mantenimiento debido a antigüedad, con énfasis en la aislación térmica, vigilar el estado de la estructura y los cimientos, mejorar protección contra el fuego y ventilación.
- Tipologías 1-A, 1-E, 1-H, constituyen una muestra de la variación de las construcciones en la zona, pero en general, aplican las mismas soluciones referentes al entorno.

- Presión de las zonas de emplazamiento
- Patrones de crecimiento de la población
- Planificación territorial
- Usos de suelo
- Vegetación de la zona de emplazamiento
- El destino de la edificación y los servicios básicos o equipamiento de las comunas
- La detección de falta de medidas de protección contra incendios en la misma estructura de la vivienda
- El trabajo mancomunado entre particulares, juntas de vecinos, organizaciones varias y autoridades comunales
- Responsabilidad de las Inmobiliarias
- Responsabilidad de la misma municipalidad a la hora de la entrega de permisos de construcción
- Responsabilidad de los particulares
- Marco de Sendai

“Evidentemente, hay cosas que no se pueden evitar pero hay otras que se pueden mitigar. Si bien ha habido una respuesta -como siempre- de la sociedad chilena de ir en ayuda, siento que persiste una gran dependencia del Estado, específicamente del gobierno y sus instituciones, a que haga ciertas cosas. Hace falta una mayor organización de parte de las comunidades, para hacer frente a este tipo de fenómenos” (Rodolfo Sapiains, 2017).

Todas estas razones indican que el momento de educar y actuar es ahora, participando activamente en la preparación de capacitaciones a nivel vecinal, comunal y regional, en distintos niveles, aclarando roles y educando sobre las regulaciones ya actualizadas, más las que están en proceso de actualizarse, además de presentar los fondos disponibles y sus requisitos para ser adjudicados a dichas organizaciones, que llevarán a cabo las actividades que permitan gozar de un entorno y una comunidad más preparada frente a desastres de diverso tipo.



Existe urgencia en avanzar en la integración de las normativas de protección para las viviendas, para que la seguridad de la estructura se trabaje desde el ámbito de diseño, cálculo ingenieril, destino y el manejo del entorno.

Con respecto al desarrollo y aplicación a nivel piloto de un índice integrado de seguridad y sustentabilidad, la herramienta es un aporte real a la evaluación integral de una vivienda, que incluye aspectos del entorno a considerar al enfrentar un incendio de interfaz urbano forestal.

La brecha entre las edificaciones existentes, además de la normativa obligatoria y voluntaria es extremadamente grande con el concepto de sustentabilidad, se muestra escaso el enfoque en la mayoría de los casos analizados.

San José de Maipo como Comuna, tiene potencial de mejoramiento de la infraestructura domiciliaria, puesto que su situación general entrega la oportunidad de comenzar un plan de preparación para la protección de las viviendas ante desastres.

Todas las edificaciones se ven afectadas por el entorno, especialmente por la carga combustible vegetal y no vegetal, sin importar la tipología, sin embargo, herramientas infalibles como el orden, limpieza sistemática, preocupación por los dispositivos de extinción de incendios, mejoramientos continuos o mantención de la estructura de la vivienda pueden ser determinantes a la hora de un siniestro.