



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA  
CAMPO DE TECNOLOGIAS

**LA AUTOMATIZACIÓN Y EL POTENCIAL ANÁLISIS BIG DATA DEL DISEÑO  
ARQUITECTÓNICO EN BIM. SU APLICACIÓN EN LOS SISTEMAS DE  
DETECCIÓN DE INCENDIOS**

**TESIS**  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN ARQUITECTURA

**PRESENTA:**  
**ARQ. CLAUDIA ANGELICA ORIHUELA MARTINEZ**

**TUTOR PRINCIPAL**  
Dr. Carlos Alfredo Bigurra Alzati  
Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo

**MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR**

Mtro. Ernesto Ocampo Ruíz  
Facultad de Arquitectura, UNAM

Dr. Guillermo Sepúlveda Gil  
Universidad Autónoma del Estado de Baja California

Ciudad Universitaria, CD.MX, enero 2024



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Sinodales**

**Dr. Carlos Bigurra Alzati**

Facultad de Arquitectura, UNAM

**Mtro. Ernesto Ocampo**

Facultad de Arquitectura, UNAM

**Dr. Guillermo Sepúlveda Gil**

Universidad Autónoma del Estado de Baja California

**Mtro. Jorge Rangel Davalos**

Facultad de Arquitectura, UNAM

**Mtro. Christian Bautista Juárez**

Externo

**Agradecimientos especiales:**

A mi familia, incluyendo amigos, y principalmente a mis padres que han mantenido viva la certeza de que siempre puedo lograr lo que me proponga.

A mis sinodales

Y en especial al maestro Ernesto Ocampo, por su paciencia, orientación y motivación y por no permitirme perder el camino.

Al Doc. Jorge Cervantes por su acompañamiento incondicional y por sus enseñanzas, desde el inicio de mi formación profesional.

A la máxima casa de estudios UNAM y a la Facultad de Arquitectura.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT, por el apoyo otorgado durante mis estudios.

A toda generación 2021

En quienes se asienta el precedente de la pandemia COVID 2019,  
Y que pese a la adversidad resistió, se adaptó y logro salir adelante.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	6
ANTECEDENTES HISTÓRICOS TECNOLÓGICOS .....	9
CAPITULO 1. Sistemas de detección de humos y alarmas .....	14
2.1 Características generales del fuego .....	15
2.2 Los sistemas de Detección de humos y alarmas.....	17
2.2.1. Tipos de sistemas de detección de humos y alarmas .....	19
2.2.2. Estructura de los sistemas de detección de humos y alarmas.....	21
2.2.3. Panorama normativo en México para Sistemas de detección de Incendios .....	23
1.1. Conclusiones .....	24
CAPÍTULO 2. Softwares análogos para el diseño de sistemas de detección de humos y alarmas, y fundamentos de la api de Revit. ....	26
2.3 Flujos de trabajo con software BIM para sistemas de detección de incendios y alarmas ..	26
2.2.1. Softwares homólogos existentes para sistemas de detección de incendios y alarmas....	27
2.2.2. Framework Appi Revit, Visual studio C# .....	35
2.3. Fundamentos de desarrollo de software y normativa existente para evaluación del producto .....	36
2.4. Metodologías para desarrollo de ingeniería del software .....	36
2.5. Conclusión .....	38
CAPITULO 3. Marco metodológico.....	39
3.1. Definición del método y cronograma.....	40
3.2. Gestión del Backlog: Obtención de indicadores clave de normativas nacionales e internacionales NFPA. ....	41
3.3. Sprint Planning meeting .....	44
3.4. Ejecución del sprint .....	48
3.5. Etapa de inspección, interacción incorporando el feedback método Scrum y desarrollo de grupo focal .....	49
3.6. Conclusiones.....	55
CAPÍTULO 4. Propuesta sobre el desarrollo de un software BIM para sistemas de detección de humos y alarmas .....	56
4.1. Interfaz grafica, nombre del software y manifiesto.....	56
4.2. Manual de usuario. En proceso.....	60
4.3. Publicación en Autodesk APP STORE .....	60
4.4. Conclusión sobre el producto .....	61

<b>CAPÍTULO 5. Potencial de análisis y procesamiento de BIG DATA .....</b>	<b>62</b>
5.1. Fundamentos del Big Data .....	64
5.2. Aplicaciones de Big data en la industria de la construcción. ....	66
5.3. Listado de beneficios de análisis y procesamiento Big Data.....	67
5.4. Diagrama para la construcción de base de datos inteligente operable con software BIM desarrollado. ....	68
<b>CONCLUSIONES GENERALES .....</b>	<b>69</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>	<b>71</b>
<b>BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA .....</b>	<b>75</b>
<b>BLIOGRAFIA CONSULTADA.....</b>	<b>77</b>
<b>Anexo 1.....</b>	<b>80</b>

## INTRODUCCIÓN

El interés por los avances tecnológicos y sus múltiples beneficios de alcance global, enfocados a mejorar la calidad de vida de la población mundial, incluyendo el fomento de respeto del medio natural en nuestra interacción y su usufructo, son los detonadores de la presente investigación, la cual surge también de la experiencia profesional que he adquirido al formar parte de un grupo de investigación especializada en el CIAUP (Centro de Investigación en Urbanismo, Arquitectura y Paisaje), participando en el proyecto PAPIIT "Análisis y generación de modelos virtuales para la evaluar la vivienda social", este a cargo del Doctor Jorge Cervantes. La visión del laboratorio (con gran carga tecnológica y sistémica), me encaminó y motivó a seguirme capacitando y fortaleciendo en los métodos y herramientas tecnológico-metodológicas que apoyan la investigación especializada. Hacia 2015, realice una primera estancia académica en la UPC (Universidad Politécnica de Cataluña) con el propósito de comparar los modelos educativos y el uso de metodologías con implicación tecnológica para mejorar procesos de enseñanza tanto en instituciones públicas como privadas. La segunda fue durante 2017 en la Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona (EPSEB) impartiendo un workshop 100% práctico sobre la metodología BIM (Building Information Modeling) en edificios de gran altura. Por último, vale la pena recordar que mi tesis de licenciatura estuvo dirigida a la implantación del BIM a los planes de estudio de la Licenciatura en Arquitectura.

En cuanto a lo profesional, desde el 2015 he colaborado en despachos especializados en instalaciones relacionadas con seguridad (detección de humos y alarmas, circuito cerrado de televisión, control de accesos; e instalaciones de telecomunicaciones), fungiendo como diseñadora, gestora y modeladora BIM de proyectos estratégicos nacionales e internacionales.

Por todo lo anterior, la presente se percató de una serie de problemáticas relacionadas con el propio entendimiento, desfase e implementación de nuevos paradigmas con carga tecnológica en la industria de la construcción mexicana como es el caso de la propia metodología BIM, el uso del Big Data o datos masivos, construcción 4.0, internet de las cosas, aplicaciones de la IA<sup>1</sup> por mencionar algunas. Estas problemáticas en el uso e implementación de tecnologías junto con la falta de programas de investigación enfocados al desarrollo de estándares, métodos, organismos reguladores, así como la falta de desarrollo de software adaptados, que atiendan a procesos nacionales y locales, están dejando huecos de profesionalización ante las demandas contemporáneas de recursos humanos preparados para la actual era tecnológica y globalizada en el sector de la construcción mexicano. En comparación con mercados de primer mundo como es el caso asiático, europeo y del Reino Unido, los cuales no solo están mejorando cada vez más sus procesos de producción, implementación, y desarrollo de tecnologías a nivel empresarial con el fin de optimizar recursos y maximizar beneficios con enfoque de análisis de ciclo de vida, si no que conjuntamente se fortalecen con sus programas educativos y de investigación. Así mismo también existen múltiples problemáticas que vive el sector mexicano de la construcción, lleno de procesos

---

<sup>1</sup> Inteligencia artificial



turbios, falta de claridad en cada fase, comunicación deficiente entre los participantes, por mencionar algunas.

Por otra parte, existe un riesgo latente de los incendios en inmuebles, que genera graves pérdidas humanas, materiales y de patrimonio histórico, pues existen deficiencias en los soportes normativos y técnicos para eficientizar su mitigación, desde el diseño, mantenimiento y operación.

En este sentido un diseño soportado con la metodología BIM para sistemas de detección de incendios nos puede ayudar a desarrollar no solo diseños más normados, controlados desde fases tempranas del proyecto sino también a gestionar óptimamente la operación de estos sistemas y eficientizar el funcionamiento final. Pues esta metodología es la respuesta tecnológica que atiende las problemáticas de la construcción, como la deficiencia de procesos de diseño, construcción, gestión, operación y demolición, así como evitar la corrupción, el mal uso de recursos, la falta de mejores prácticas en la toma de decisiones para generar mejores resultados finales. Además de que su utilización se considera obligatoria desde 2016, en licitaciones públicas de varias regiones del mundo lideradas por Gran Bretaña. En este uso obligatorio, cada vez más extendido, radica su importancia: México va muy retrasado en el tema. Todavía hay mucho trabajo que hacer, aparte de generar comisiones de investigación especializada sobre el tema. También adaptar las normativas, generar bases de datos, regular estándares, desarrollar software, e integrar tecnologías que potencialicen el concepto de gestión de ciclo de vida y el enfoque sistémico como es el caso de Big Data, etc., para la mejora de proceso y productos de construcción que sean más amables con el medio ambiente y su operación sea eficiente, con el fin de sumar calidad de vida y garantizar la seguridad a los usuarios finales.

Complementado el fomento del uso del BIM en el desarrollo del presente documento se resalta la importancia del uso potencial del Big Data incorporado a sistemas BIM: Uno porque es una tendencia inevitable y dos porque la infraestructura a gran escala en México y el mundo en las últimas décadas han generado un gran número de proyectos de construcción, y con estos proyectos, datos masivos, como es el caso del uso de la metodología BIM al ser un proceso donde una de sus principales filosofías es la digitalización y la datificación, a través de estos proyectos surgen inmensa cantidad de datos estructurados.

Según un consultor de Shandong, China, en el 2019 estimó que un ciclo de vida de un edificio genera alrededor de 10TB de datos. Lo que significa que la industria de la construcción tiene una gran cantidad de datos que no se han sabido aprovechar. Y que esta industria es en realidad una industria de Big Data y la capacidad confiable de procesamiento de datos mejorará la competitividad de las empresas (Xiao, Lui y Ren, 2020). Sin embargo, las empresas no prestan mucha atención a esto, por lo que en México no existe actualmente una cultura de recopilación, clasificación, análisis y almacenaje de datos masivos (Big Data), ni sistemas generalizados y centrados para hacerlo.

Siguiendo las premisas anteriores a continuación se establecen las siguientes preguntas de investigación:

En esta era digital ¿Cómo nos podrían ayudar las actuales aplicaciones metodológicas tecnológicas como BIM y Big Data para la aplicación directa de la normatividad para eficientizar y automatizar el proceso de diseño para sistemas de detección de incendios de manera más racionalizada y además como se podría hacer uso de los Big Data, con los datos masivos construidos por usuarios en tiempo real para mejorar la toma de decisiones soportada por datos?

#### **Objetivo general:**

Apoyar al proceso de diseño racionalizado para sistemas de detección de incendios con la aplicación directa de las normativas nacionales e internacionales (NFPA 72,101, NOM - 002 – STPS - 2010) mediante la incorporación de herramientas tecnológicas metodológicas, en este caso desde un complemento o plugin del software Autodesk Revit compatible con procesos BIM. Para mejorar dicho proceso facilitando la brecha de abstracción del diseñador sobre las normativas y la aplicación directa de estas mejorando el diseño de sistemas de detección de incendios.

#### **Objetivos específicos:**

- Conocer y analizar la normativa existente para sistemas de detección de incendios, extraer indicadores de ellas.
- Analizar aplicaciones homologas sobre el diseño de sistemas de detección de incendios, para fortalecer el producto a desarrollar.
- Conocer la API de Revit y conceptos de programación para desarrollo del plugin o complemento.
- Poner a prueba el plugin ante un grupo focal (diseñadores de estos sistemas y sepan Revit y BIM), en cuanto a su rendimiento, su interfaz y su funcionamiento lógico.

Por lo anterior, la presente tesis se busca desarrollar un modelo para automatización del diseño de sistemas de detección de incendios que busque racionalizar el proceso de diseño para mejorar el funcionamiento final de estos sistemas apoyándonos de la metodología BIM a través de un Plug-in (o complemento) en el software Autodesk Revit. Y además producto de este modelo, se busca evidenciar cómo tomadores de decisiones del proceso constructivo para sistemas de detección de incendios puedan aprovechar los datos masivos o Big Data construidos por usuarios en tiempo real para la mejora continua.

La estructura del presente documento se divide en 5 capítulos. El primer capítulo se analiza de manera general los sistemas de detección de incendios, sus tipos y características principales y las normas nacionales e internacionales aplicadas a estos sistemas. En el segundo capítulo se analiza el estado del arte del software comercial BIM y en específico para sistemas de detección de incendios, así como las metodologías para desarrollo de software y el código fuente para desarrollo de Add-ins dentro de Autodesk Revit. En el tercer capítulo se plantea la estructura metodológica del proceso de investigación donde se desglosa la integración del método

Scrumb para desarrollo de software. Por último, se probará el producto una vez construido, según dos modelos para la evaluación de la calidad de productos derivados de software según las normativas ISO/IEC 9126 y la 25000. En el cuarto capítulo se presenta la propuesta y aportación de la investigación ante la problemática inicial con la construcción de un Plug-in operable en tecnologías BIM con la información obtenida de los dos capítulos anteriores, mostrando la interfaz gráfica, desarrollo del código y manual de operación. El último y quinto capítulo estará enfocado a evidenciar el potencial que tiene el Big Data aunado al proceso metodológico BIM, para la industria de la construcción mexicana, como una herramienta de mejora continua y de toma de decisiones eficiente y basada análisis de datos masivos.

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS TECNOLÓGICOS

Los frutos de la sociedad de la información, que incluye entre otras cosas iteraciones virtuales, uso y consumo de recursos tecnológicos, afectan a todas las áreas de la sociedad y entre ello a la industria de la construcción a nivel mundial, quien no ha tenido más que evolucionar en sus procesos para estar a nivel de las demandas de la producción masiva y requerimientos del cliente, para entregar más con menos, es decir con menos dinero y en menos tiempo.

Después de la segunda guerra mundial los esfuerzos mundiales por lograr incorporar mejores tecnologías como negocio ante la expansión poblacional y la gentrificación citadina, encamino al mundo hacia la virtualización y digitalización, y resalto a la computadora como herramienta líder del siglo (Mayer-Schonberger & Cukier, 2015).

Un breve recuento histórico del aporte de las herramientas tecnológicas en la industria de la construcción data de la década de los 60 donde surge el sistema CAD (Diseño Asistido por Computadora) para la industria de las ingenierías en general, acompañado de una serie de softwares para su uso. En un inicio tenía el propósito de aumentar la productividad del diseñador, mejorar la calidad del diseño, mejorar las comunicaciones a través de la documentación y crear una base de datos para la fabricación. La salida CAD a menudo se presenta en forma de archivos electrónicos para impresión, mecanizado u otras operaciones de fabricación (D+S, 2019). Pero solo era una abstracción del proceso de producción tradicional que ahora era digital. Si bien entonces, ayudo a ahorrar tiempo, dinero y espacio, la industria estaba por enfrentar un gran problema de "la masificación y expansión urbana", que requiere de industrialización de procesos a gran escala y muchos recursos humanos especializados.

En las últimas décadas los proyectos no solo aumentaron considerablemente su tamaño si no también sus requerimientos de infraestructura como es el caso de las instalaciones y en específico de las eléctricas e hidrosanitarias. De esta manera la industria de la construcción ante su gran demanda se fue desfragmentando, los procesos de producción y comunicación eran más difíciles y problemáticos a pesar de que los dispositivos electrónicos se popularizaron y se hicieron asequibles a la ciudadanía.

Aunado a esto tanto la dimensión como las características de los materiales de los inmuebles han estado expuestos a grandes fenómenos tanto naturales como artificiales como es el caso del fuego en donde se tiene en cuenta su fuerza destructora, que puede generar graves pérdidas humanas, materiales y de patrimonio histórico.

La existencia de fuego artificial generado tanto por descuido como imprudencia humana ya data de siglos atrás, durante muchos años este trabajo estaba designado exclusivamente a las brigadas contra incendios. La historia inicial de la ingeniería de protección contra incendios se remonta a la antigua Roma, Italia, donde el emperador romano Nerón mandó escribir un Código Constructivo en el que se requería la utilización de materiales resistentes al fuego en las paredes exteriores a las viviendas. Más tarde, en el siglo XII en Londres, Inglaterra, se encuentran regulaciones que requerían la construcción de paredes de piedra de 90 cm de ancho y 4.90 m de altura entre edificaciones, con el objetivo de ser barreras corta fuegos. Pero no fue hasta la Revolución Industrial en Gran Bretaña en el siglo XVIII y más tarde en Estados Unidos en el siglo XIX cuando se redefine la Ingeniería de Protección Contra Incendios (Moncada, J. 2020). En esas épocas, se inicia la construcción de fábricas de pisos múltiples, bodegas de gran tamaño, edificios altos y procesos industriales muy riesgosos, los cuales hacen evidente el desarrollo de nuevas tecnologías de detección (sistemas eléctricos de muestreo de aire) y protección contra incendios (sistemas hídricos de extinción de incendios) de manera semi y automatizada.

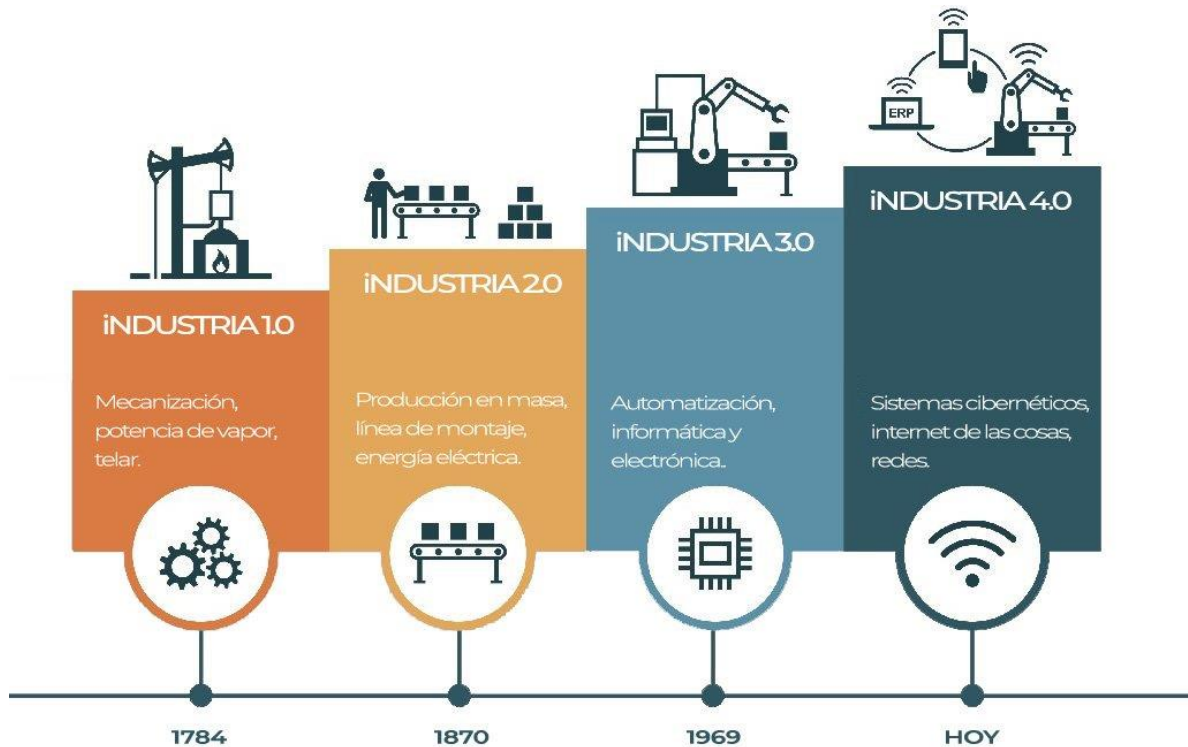
Fue en Nueva Inglaterra, Estados Unidos, a finales del siglo XIX, luego de varios espectaculares y grandes incendios, que nace la NFPA (National Fire Protection Association), los seguros contra incendios y la Ingeniería moderna en Protección Contra Incendios (Moncada, J. 2020).

Siguiendo el desarrollo tecnológico de los sistemas de protección vs incendios gracias la integración de las computadoras en el sector de la construcción se pudo apostar por un sistema de detección temprana y oportuna de incendios basados en sensores, esto con la posibilidad de irrumpir el fuego antes de que se recurra sistemas de rociadores, mangueras e incluso a bomberos.

Cabe mencionar que la existencia de estos sistemas mediante soporte computacional no ha garantizado su oportuna intervención por lo menos en el mercado mexicano, recordando que la industria de la construcción mexicana presenta múltiples problemas sobre corrupción, falta de claridad en los procesos, vicios ocultos, la incompatibilidad entre sistemas que generalmente impide que los miembros del equipo (partners) de proyecto puedan intercambiar información de manera precisa y rápida, este hecho es la causa de numerosos problemas en el proyecto, por ejemplo: el aumento de los costos y tiempos de entrega. (Spanish journal BIM, Pag 5, 2016).

Sin embargo, por los años 2005 nació una metodología que buscaba resolver todos los problemas no solo de incompatibilidad de sistemas en la industria de la construcción, además,

se mostraba como una filosofía de integración de procesos, de análisis del todo a partir de contemplar un ciclo de vida, su filosofía buscaba resolver problemas de comunicación entre las partes del proyecto soportada por sistemas cibernéticos integrando a la industria 4.0 (Ver **Imagen 1**), nombrada BIM<sup>2</sup> (Building Information Modeling) o Modelado de información de los edificios y que por sus múltiples beneficios cada vez se ha extendido más a todos los sectores de la construcción en el mundo.



**Imagen 1.** Evolución de los sistemas de producción en la industria. **Fuente:** <https://www.accelgrow.com/2019/01/25/tecnologia-4-0-y-la-cuarta-revolucion-industrial/>

A groso modo, el BIM (Building Information Modeling) es una metodología que sirve para gestionar el desarrollo de proyectos arquitectónicos y de ingeniería en su ciclo de vida. Utiliza las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) con el objetivo fundamental de reducir los costos del proyecto en materialización y operación, así como los gastos energéticos. (Orihuela Martínez , 2017).

<sup>2</sup> Existen varias teorías sobre su origen. Lo que sabemos es que existen empresas pioneras en la aplicación del concepto BIM como la empresa Graphisoft, de Hungría, que lo implementó con el nombre Virtual Building (Edificio Virtual) desde 1984 en su programa ArchiCAD, como también VectorWorks en 1985 y también la incorporación de lenguaje capaz de producir reportes; Autodesk comenzó a utilizar el concepto BIM desde 2002 cuando compró la compañía texana Revit Technology Corporation por 133 millones de dólares, mientras que otros postulan que fue el profesor Charles M. Eastman, del Georgia Tech Institute of Technology, el primero en difundir el concepto de modelo de información de edificación, como un sinónimo de BIM, a inicios de los setenta en numerosos libros y artículos académicos los campos del conocimiento que puede abarcar todo el concepto BIM (D+S, 2019).

El tema BIM comenzó a ser serio cuando iniciativas gubernamentales lideradas por la gran breña empezaron a notar sus beneficios para la reducción de costos y maximización de beneficios que se resumían por ejemplo en construir más proyectos con menos recursos. Estas iniciativas comenzaron a establecer estrategias y tiempos de implementación en sus respectivos sectores que con el tiempo se convertirían en obligatorias para la licitación pública ver **Figura 1**. Como podemos ver el caso de Latinoamérica incluyendo a México existe un retraso en adopción de esta metodología tecnológica, tanto industria como la academia existen rezagos tecnológicos. México en especial va atrasado en el tema pues será hasta 2023 cuando se comience a contemplar la adopción obligatoria BIM para proyectos gubernamentales y de inversiones grandes y será hasta 2026 para el resto de los proyectos. (Secretaria de Hacienda y Crédito Público. 2019)



Figura 1. Mapeo de implementación obligatoria BIM en el mundo. Fuente. Propia

Un siguiente punto para considerar sobre los frutos de la sociedad de la información es que están bien a la vista, con todos los recursos y dispositivos tecnológicos funcionando por todas partes. Menos atractiva resulta la información por sí misma. A pesar de que el mundo está sumergido cada vez más en enormes conjuntos de información o datos masivos como en ningún otro momento de nuestra historia humana, además de que esta información está creciendo exponencialmente (Mayer-Schonberger & Cukier, 2015). Así mismo los procesos basados en la metodología BIM están soportados por grandes conjuntos de información referente a cada componente de una construcción virtual o modelo. Se puede observar que la industria de la construcción en esta era digital en realidad es un mundo de Big Data<sup>3</sup>. Y sin

<sup>3</sup> No existe ninguna definición rigurosa de los datos masivos o Big Data (termino que se empleó por primera vez en la década de los 2000). En un principio, la idea era que el volumen de información había aumentado tanto que la que se examinaba ya no cabía en la memoria que los ordenadores empleaban para procesarla, por lo que los ingenieros necesitaban modernizar las herramientas para poder analizarla. Ese es el origen de las nuevas tecnologías de procesamiento, como MapReduce, de Google, y su equivalente de código abierto, Hadoop, que surgió de Yahoo.

embargo o no se ha sabido aprovechar o el aprovechamiento es carente ante esta masificación de información, para mejorar los procesos de producción en la industria de la construcción en México. En otras industrias existen antecedentes del aprovechamiento de estos recursos conjuntos como es el caso de China y Reino Unido.

Cada día, las empresas registran un aumento significativo de sus datos (terabytes, petabytes y exabytes), creados por personas y máquinas. En el año 2000 se generaron 800.000 petabytes (PB), de datos almacenados y se esperaba que esta cifra alcanzará los 35 zettabytes (ZB) en el 2020. Las redes sociales también generan datos, es el caso de Twitter, que por sí sola genera más de 7 terabytes (TB) diariamente, y de Facebook, 10 TB de datos cada día. Algunas empresas generan terabytes de datos cada hora de cada día del año, es decir, las empresas están inundadas de datos. En este sentido los Big Data, los datos masivos, se refieren a cosas que se pueden hacer a gran escala, pero no a una escala inferior, para extraer nuevas percepciones o crear nuevas formas de valor (Mayer-Schonberger & Cukier, 2015).

Como conclusión han surgido revoluciones en los procesos de producción que afectan la industria de la construcción, estas revoluciones datan de los inicios de la humanidad, continúan con la revolución industrial, y los métodos productivos fordistas. A partir de ahí se dió un giro de 360° en la forma de producción manual, que se convierte en producción mecanicista donde se hizo necesario resguardar no solo patrimonio histórico, también vida humanas ante los eventos de fuego en inmuebles. Esta producción mecanicista contempló procesos, estándares y gran incorporación de tecnología que para los sistemas de protección de incendios evoluciono a los sistemas de detección temprana de incendios.

Se hace un recuento de la incorporación de filosofías a la industria de la construcción hasta llegar a los procesos de la industria 4.0 que incluye sistemas cibernéticos. Por último, se hace referencia a como la sociedad en esta era digital ha acumulado nuevas formas de valor en datos que cambian el significado de la información por su volumen, la variedad y su cantidad. Dando nacimiento a la filosofía de Big Data o datos masivos. Que ayudan sobre todo a la mejor toma de decisiones empresariales y de investigación soportadas por el todo universo de datos y no solo de una muestra representativa.

---

Lo más importante es que en el procesamiento de datos no prescinden de las jerarquías rígidas y de la homogeneidad de antaño (Mayer-Schonberger & Cukier, 2015).

## CAPITULO 1.

### Sistemas de detección de humos y alarmas

En las secciones anteriores se hace mayor énfasis en la importancia de fortalecer el uso de la metodología BIM en México y el potencial del Big Data no porque como temas tengas más relevancia sobre los sistemas de detección de incendios, sino porque era necesario conocer el contexto histórico del presente proyecto de investigación. Sin embargo, se dedica este capítulo a conocer los sistemas de detección de incendios y cómo estos pueden soportarse en su diseño y gestión con tecnologías BIM.

En México al año ocurren alrededor de 50 mil incendios (hablando de infraestructura), con pérdidas superiores a los 750 millones de pesos y sin embargo sólo 30% de los inmuebles tienen sistemas de detección de incendio (Pérez, 2020). CONAPCI (Consejo Nacional de Protección vs Incendio) aconseja invertir en equipos contra incendio, los cuales deben representar una inversión del 5% del total de la construcción de los inmuebles.



Fuente: Consejo Nacional de protección vs incendio

Estadísticas del primer trimestre del año 2019. Del 1 de enero a 31 de marzo 2019 se registraron 282 incendios en inmuebles, un gran número, de los cuales se desconocen las causas de 65% de estos incendios. Se estima que las pérdidas materiales ascienden a más de 500 millones de pesos, lo equivalente al presupuesto de cultura federal 2019. De estos incendios los resultados en cuanto a incidencia humana fueron: 37 personas intoxicadas y 24 con quemaduras graves (editores, 2019). Fuente: Revista contraincendio, publicación mayo-junio 2019.

La prevención temprana de los sistemas de detección de incendios (sistemas eléctricos) debería ser prioridad antes de la incorporación de sistemas de protección ante incendios (sistemas hídricos) que son instalaciones que tienen el propósito de activarse ante una alarma declarada de fuego y su funcionamiento recae en la extinción del fuego, se basan en la red de rociadores, extintores, gabinetes de mangueras, tomas siamesas de fachada para conexión con bomberos. El anterior proceso ya genera pérdidas si no humanas, por lo menos materiales. Por eso el presente proyecto se interesa más en los sistemas de detección de incendios y más los que lo hacen de forma temprana y preventiva.



## 2.1 Características generales del fuego

En la presente investigación se considera relevante entender qué es el fuego para saber el funcionamiento de los dispositivos que detonan la iniciación de detección de incendios en edificios.

Generalmente se dice que el fuego es el resultado de un proceso químico que ocurre cuando tres elementos esenciales (combustible, calor<sup>4</sup> y oxígeno) se presentan juntos en combinaciones necesarias para sustentar a la combustión. Este proceso produce calor, luz y generalmente llamas (Ramos Rodríguez , 2010). La combinación de estos tres elementos del fuego es llamada triángulo del fuego ver **Figura 2**. Triángulo que en ocasiones es representado como un tetraedro, para lo que se agrega un cuarto componente adyacente a los otros tres, conocido como "reacción en cadena".



**Figura 2:** Triángulo del fuego. Se requieren de estos tres elementos simultáneamente para crear o mantener una combustión, por lo que la reducción o desaparición de uno de ellos provoca la extinción del fuego. **Fuente:** Academia Nacional de bomberos de Chile.

En la práctica es común utilizar el concepto de punto de encendido o de ignición para referirse al momento en el cual se inicia el fuego.

En el muy citado libro *Incêndios florestais: prevenção e combate* (Incendios forestales: prevención y combate) del ingeniero agrónomo Cianciulli, plantea que la facilidad de ignición y propagación del fuego es determinada por el grado de temperatura, la presencia del oxígeno y el tipo de combustible. La temperatura a la que se inicia la combustión es denominada "punto de ignición" o "punto de inflamabilidad", el cual oscila entre los 260 y 298°C, variando con las

---

<sup>4</sup> El calor es la energía calorífica por encima del nivel mínimo para liberar vapores combustibles y causar la ignición.

características de los distintos combustibles y la época del año. La posibilidad de ignición depende del tiempo en que el material combustible queda expuesto a la temperatura (Cianciulli, 1981).

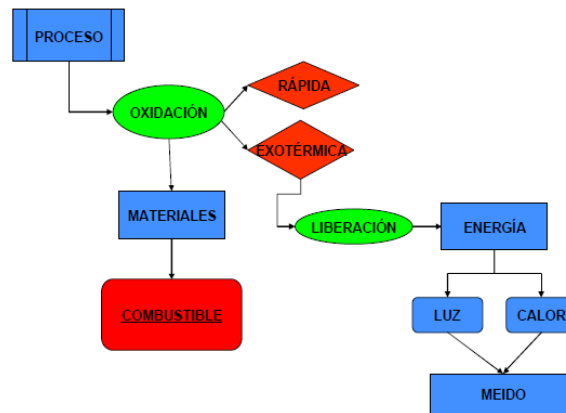
Los fósforos encendidos proporcionan en cambio una fuente de calor suficiente (entre 200 y 250°C) para iniciar rápidamente el fuego en combustibles finos y secos (Ramos Rodríguez , 2010).

La energía de activación de un incendio puede tener diferentes orígenes como pueden ser:

- Eléctrica: Por resistencia, inducción, dieléctrico, fuga, arco, estática o rayos.
- Química: Calor de combustión, espontáneo, descomposición, reacción y disolución.
- Mecánica: Calor por compresión, por fricción o chispas por fricción.
- Nuclear: Por fisión del núcleo del átomo o por fusión de núcleos de átomos diferentes.

El combustible<sup>5</sup> para un incendio puede ser sólido, líquido o gaseoso o combinaciones de ellos y estos combustibles pueden ser de origen orgánico o inorgánico. Los de origen orgánico contienen carbono y es el caso de materiales como la madera, el papel o el gas natural, entre otros. Es importante mencionar que todo material orgánico se descompone a los 500°C. En el caso de los combustibles de origen inorgánico, no contienen carbono, y es el caso de los metales, y su combustión es más difícil porque requieren de más calor. El proceso de oxidación en la combustión se muestra en la **figura 3** siguiente.

**Figura 3:** Diagrama de generación de un incendio. Fuente: Honeywell.



La siguiente tabla es una descripción de las etapas del fuego en donde la temprana detección de incendios juega un papel importante en el momento crucial de iniciación en el punto de inflamación en donde no se mantiene la combustión y no se ha llegado a una reacción en cadena. Es importante mencionar que las características y nombres de estas etapas varía según el autor.

<sup>5</sup> El combustible se refiere a cualquier sustancia que puede experimentar una oxidación. Los combustibles gaseosos no requieren que se produzca vaporización o pirólisis antes de la combustión, solo se requiere la mezcla con el aire y la presencia de una fuente.

Etapa	Tamaño de partículas	Temperatura	Características
Incipiente	<0.3 micrones	Debajo de los 300°C	No son visibles como es el caso del humo o el calor. La temperatura en el cuarto casi no ha incrementado
Ardiente Flama	>0.3 micrones	300°C-700°C	De poco a muy visibles. Rápida combustión produce energía radiante en espectros visibles e invisibles. El calor se incrementa en esta etapa, aumentando la cantidad de productos de la combustión.
Alta temperatura		Superiores a los 800°C	Combustión incontrolable generada por el calentamiento de materiales combustibles cercanos a su punto de ignición.
Decaimiento			Se inicia cuando la cantidad de energía disipada es mayor a la generada, el combustible se agota y el ritmo de la combustión baja. Termina apagándose y la cantidad de gases emitidos son de alto riesgo, principalmente monóxido de carbono además de dioxinas, furanos y compuesto orgánicos persistentes (PCBs).

En este apartado podemos concluir que el fuego es el resultado de un proceso químico en el que intervienen compontes combustibles, calor y un comburente u oxígeno (la falta de un de ellos genera extinción del fuego) y que existen diferentes tipos de energía que pueden detonar un incendio, así como los combustibles para la propagación del fuego pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos. Por último, que diversas investigaciones en el mundo han clasificado las etapas del fuego. Esta última parte es importante porque la detección de incendios se puede efectuar en la primera etapa del incendio donde este no ha causado ningún tipo de daño humano y material.

## 2.2 Los sistemas de Detección de humos y alarmas

Indudablemente, el sector más desarrollado, en cuanto a producto, pero no mucho en normatividad, de la industria de la seguridad contra incendios en Latinoamérica es el que tiene que ver con sistemas de detección y alarma (A. Mocada, 2021). Esto es porque en el balance de costos es más económico invertir en un sistema de detección como medida preventiva de incendios. El funcionamiento oportuno de estos sistemas junto con planes de acción bien ejecutados va a permitir que en un inmueble nunca se llegue a la etapa de fuego en cadena. Otro aspecto para considerar es que para proyectos cuyo flujo de gente es significativa los empresarios requieren de seguros para edificaciones, en caso de desastres naturales y las

aseguradoras evalúan entre otros aspectos importantes, los sistemas de evacuación, de detección y sistemas de hidrantes y rociadores conocidos como (sistemas de protección de incendios) para la obtención de dicho seguro.

Adicional a lo anterior es importante mencionar que cada mercado, no importa en qué país y no importa qué tan pequeño, incluye una o varias compañías que venden e instalan sistemas de detección de incendios y alarma. En muchas ciudades, hay compañías de clase mundial que instalan sistemas complejos, exclusivamente con equipos listados por UL<sup>6</sup>, siguiendo las recomendaciones de NFPA 72 (el Código de Sistemas de Alarma y Detección) y apoyadas por un equipo de profesionales calificados y responsables. En el caso de México se tiene registro de por lo menos una docena de empresas dedicadas a estos sistemas. (A. Mocada, 2021).

El propósito de un sistema de detección de humos y alarmas es el de salvaguardar y/o proteger la vida de las personas, detectando, alertando y evacuando a los usuarios del inmueble.

Los criterios para la implementación de un sistema de detección de humos y alarmas son con el fin de:

- Protección a la vida
- Protección a la propiedad
- Continuidad a la operación
- Protección al medio ambiente

Un sistema de detección de incendios ver **figura 4** puede contar con una variedad de entradas y son los conocidos dispositivos de iniciación que son los detectores, estaciones manuales, entre los más importantes. También cuenta con salidas y estas son las notificaciones que se les da a los usuarios en una alerta de incendios, a estos equipos se les conoce como dispositivos de notificación, son el caso de las sirenas estrobo y los altavoces. Estos dispositivos se ubican en zonas estratégicas para apreciación de los operadores del sistema y de los usuarios finales del edificio. Todo lo anterior puede ser controlado por un panel principal, que según la inversión y el diseño puede ser lo más inteligente<sup>7</sup> que se requiera.

---

<sup>6</sup> Emitida por Underwriters Laboratorios. Es una certificación para equipos, dispositivos, materiales que puedan resistir al fuego. Esta certificación se mide en minutos, es decir cuantos minutos aguanta un material expuesto al fuego.

<sup>7</sup> Conjunto de aplicaciones de control que se ajustan no solo a las necesidades requeridas para estos sistemas, sino que también pueden tener un alto nivel de personalización por zonas, por interacción con otras instalaciones, etc.

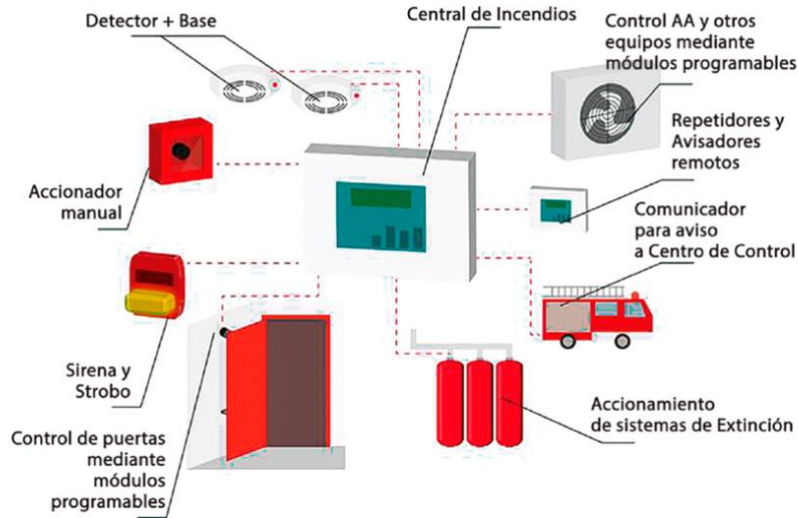


Figura 4: Componentes de un sistema de detección de incendio. Fuente: innovación, seguridad electrónica. [https://revistainnovacion.com/nota/10467/nociones\\_basicas\\_de\\_un\\_sistema\\_de\\_deteccion\\_de\\_incendios/](https://revistainnovacion.com/nota/10467/nociones_basicas_de_un_sistema_de_deteccion_de_incendios/)

### 2.2.1. Tipos de sistemas de detección de humos y alarmas

Se destacan tres principales sistemas de detección: sistemas convencionales, sistema direccionable y sistemas inteligentes, ver figura 5.

**Sistemas Convencionales:** para trabajo pesado, funcionan de manera similar a un sistema de intrusión, con zonas físicas en el panel que permiten la conexión de múltiples detectores (Máximo 25 por zona según normativa local), reportando los eventos por cada zona del panel. Para estos sistemas generalmente una tarjeta de control contiene alimentación eléctrica, control, iniciación y notificación. Los dispositivos de entrada/salida están conectados en circuitos dedicados. Se designan salidas específicas para cuando se reciben las señales de alarma (Honeywell, 2015). Este tipo de sistema está limitado en capacidad de dispositivos y circuitos y en funciones especiales como la de tipificar áreas para su monitoreo.

**Sistemas Direccionable:** La característica principal de este sistema es que cada dispositivo (detector, estación manual, etc.) tiene un número de dirección para reportar alarmas o problemas. Los dispositivos direccionables transmiten mensajes electrónicos de regreso al panel principal para indicar el estado en que se encuentra (normal, alarma, problema) cuando el panel hace su recorrido (Honeywell, 2015). Estos sistemas pueden monitorear los dispositivos de entrada y salida utilizando un módulo que se conoce como monitos que de igual manera está conectado al panel principal.

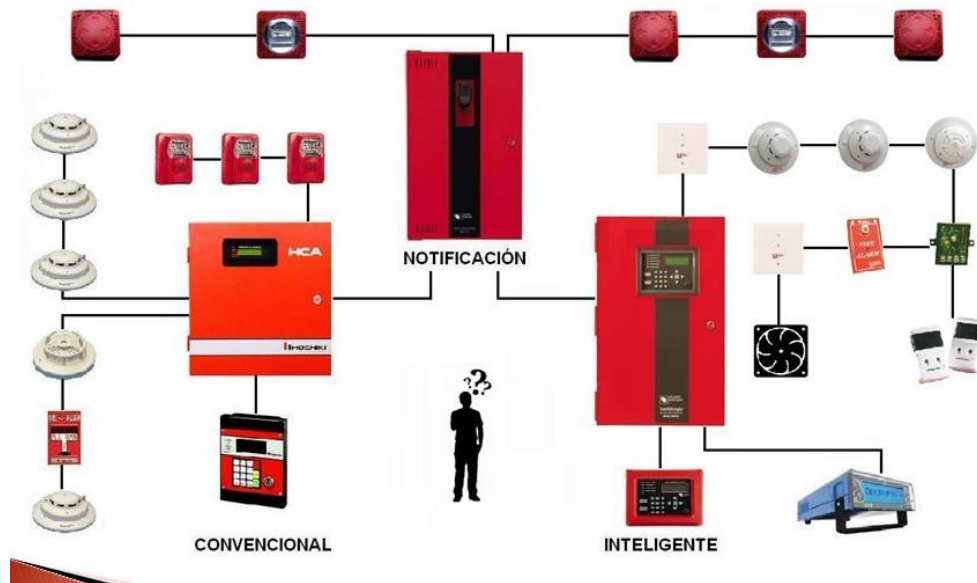


Figura 5: Sistemas de detección convencionales e inteligentes. Fuente: Syscom

**Sistemas Inteligentes:** En estos sistemas se incorpora tecnología de punta adaptada a las necesidades y normativas actuales, trabajan con lazos de comunicación (o también conocidos como SLC) que según el panel central pueden tener capacidad para 50, 99, 127 o 159 dispositivos por ejemplo y cada uno cuenta con una dirección única programable que permite la identificación de cada dispositivo por separado ante una situación de disparo y los más completos brindan la posibilidad de recibir y ajustar parámetros específicos en cada dispositivo de manera remota. Otras funciones destacables son la compensación de deriva (Auto-ajuste de sensores de humo) y los diagnósticos automáticos del estado de la instalación. Dentro de esta categoría existen sistemas solo Direccionables y Analógicos Direccionables que son los más complejos.

Estos sistemas permiten instalaciones con mayor cantidad de dispositivos en una sola central (en el panel principal) y en algunos casos cuentan con la posibilidad de armar redes de centrales o ampliar una misma central mediante placas modulares para crear sistemas realmente grandes con capacidad para miles de dispositivos. Asimismo, este tipo de sistemas ofrece opciones de automatización mediante módulos de entradas y salidas que pueden ser accionados individualmente o en grupos ante determinada situación, por ejemplo, para bajar los ascensores, apagar los aires acondicionados, activar válvulas de flujo que corten o habiliten determinado servicio, liberar las puertas y molinetes para facilitar la evacuación, entre otros.

Los sistemas inteligentes a su vez cuentan con la posibilidad de realizar la programación desde un software gráfico permitiendo realizar ajustes más complejos mucho más rápidamente y enviar estos ajustes al Panel mediante un cable de conexión o hasta por USB según el fabricante. En algunos casos este software viene incluido gratuitamente con el hardware y para los sistemas de gamas más altas suele ser entregado al certificarse oficialmente con la marca (Oreja, 2019).

### 2.2.2. Estructura de los sistemas de detección de humos y alarmas

Los componentes básicos de un sistema de detección de incendios y alarmas son el controlador principal (panel), dispositivos de entrada y dispositivos de salida **Figura 6**. Este sistema esta provisto de una alimentación primaria y por norma una alimentación secundaria para que en ausencia de luz eléctrica los aparatos funcionen siempre.

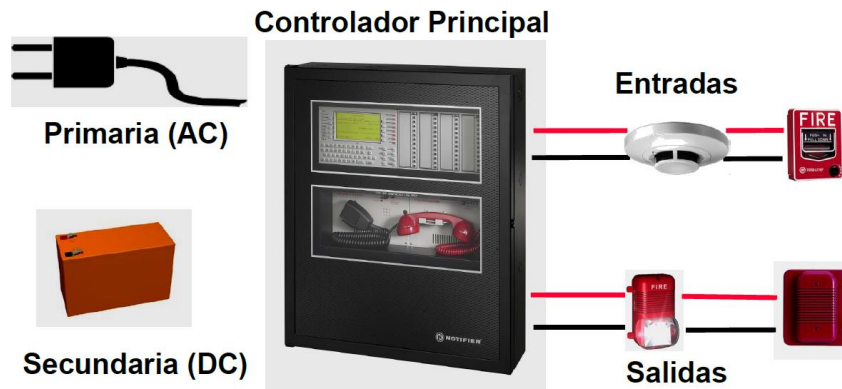


Figura 6. Sistema básico de detección de incendios y alarmas. Fuente: Honeywell

**DISPOSITIVOS DE INICIACIÓN O ENTRADAS:** Un componente del sistema que genera la transmisión de una condición de cambio de estado, como es un detector de humo, una estación manual, un switch de supervisión, etc. Estos dispositivos de iniciación forman un circuito que de forma manual o automática comunica a los dispositivos de iniciación por medio de una señal eléctrica o inalámbrica. Al circuito también se le conoce como IDC (Honeywell, 2015).

En la siguiente tabla tomada del capítulo anterior podemos ver los tipos de detectores que se puede aplicar dependiendo de la etapa del fuego.

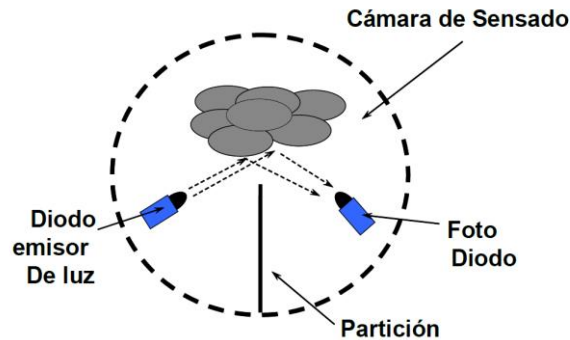
Etapa	Tamaño de partículas	Temperatura	Detector
Incipiente	<0.3 micrones	Debajo de los 300°C	Detectores iónicos.
Ardiente Flama	>0.3 micrones	300°C-700°C	Detectores fotoeléctricos.
Alta temperatura		Superiores a los 800°C	Detectores de flama o chispa y detectores térmicos.

A continuación, una pequeña explicación del tipo de detector mencionados en la tabla anterior:

- Detectores de humo iónicos: Son detectores de tipo puntual. Reaccionan más rápido a incendios que generan flama muy rápido pero poco humo. Estos detectores contienen una pequeña cantidad de material radiactivo encapsulado en una cámara metálica. Las

partículas de humo que entran en la cámara interrumpen esta corriente y disparan la alarma del detector. (Honeywell, 2015)

- Detectores fotoeléctricos: Estos detectores utilizan un diodo<sup>8</sup> emisor de luz a una cámara oscura. Las partículas de humo que entran a la cámara desvían algunos rayos de luz hacia la fotocelda, la misma genera una corriente cuando se expone a los rayos y, si la corriente alcanza cierto nivel, el detector de humo se alarma **Figura 7**. Se instalan en lugares como oficinas, departamentos, casas, hoteles, etc. (Honeywell, 2015)



**Figura 7.** Principio de dispersión de la luz. **Fuente.** Honeywell

- Detectores térmicos o de calor: Son los dispositivos de detección de incendios automática más antiguos. No son considerados directamente para salvar vidas, son los detectores con la respuesta más lenta para la detección de un incendio, aunque si contribuyen a la detección de un incendio. Se instalan en cocinas, estacionamientos, lavanderías, cuartos de calderas, etc.

Según la información consultada en las publicaciones de la marca Honeywell, se resume la siguiente información:

Adicional a los anteriores detectores expuestos en la tabla existe otra clasificación según la forma en que detectan el humo y estos son:

- Detectores puntuales: Proveen detección en un área específica a partir de un punto de muestreo.
- Detectores lineales: Proveen detección continua al largo de un camino o línea (detectores Beam y cable térmico).
- Sistemas de muestreo de aire: El sistema toma muestras de aire a través de tuberías a lo largo de las áreas a proteger y lo lleva a una cámara de análisis (FAAST y detectores de ducto).

---

<sup>8</sup> Es un dispositivo semiconductor que actúa esencialmente como un interruptor unidireccional para la corriente. Permite que la corriente fluya en una dirección, pero no permite a la corriente fluir en la dirección opuesta.



**Dispositivos manuales de iniciación:** Este tipo de dispositivos también son parte de la solución al diseñar un sistema de detección de incendios pues la percepción humana también puede contribuir para alertar a la población de un posible incendio. Estos dispositivos pueden ser:

- **Estaciones manuales:** Pueden ser de una acción, las cuales requieren de una operación simple para ser activadas. De doble acción: como su nombre lo indica requieren de dos operaciones para ser activada. Y la de ruptura de cristal: Estas estaciones tienen un dispositivo inhibidor que debe ser dañado para que se actíve la misma.

**DISPOSITIVOS DE NOTIFICACIÓN O SALIDAS:** Componente del sistema de alarma y detección de humos tal como campana, sirena, bocina, luz o texto que provee de señales de tipo audible (sirenas, campanas, zumbocinas, etc), táctil (Vibradores para cama), visible (Estrobo) o cualquier combinación de ellas. También el conjunto de estos equipos forma un circuito de notificación. A continuación, una breve descripción de los dispositivos de notificación.

- Campanas: Solo se utilizan si el único propósito es el incendio.
- Sirenas: Sonido característico y fuerte. Continuamente se utilizan en ambientes con altos niveles de ruido, como plantas de manufactura.
- Zumbadores: Dispositivos audibles electrónicos o mecánicos que son capaces de producir una variedad de tonos.
- Bocinas: Dispositivos audibles usados en conjunto con mensajes de voz para evacuación.
- Estrobo. Son luces parpadeantes puestas en lugares estratégicos.
- Sirena estrobo. Es la combinación de luces con alarmas.
- Bocina estrobo. Es la combinación de luces con voz de notificación.

**CONTROL. CONTROLADOR PRINCIPAL:** Es el cerebro del sistema, provee alimentación al sistema, monitorea las entradas y salidas a través de varios circuitos. El panel de control debe tener una alimentación primaria y una secundaria (suministra energía en por lo menos 24 horas en standby, seguido de 5 minutos de alarma y deben ser calculadas).

### 2.2.3. Panorama normativo en México para Sistemas de detección de Incendios

La normalización es el proceso mediante el cual se regulan las actividades desempeñadas por los sectores tanto privado como público en todas las materias, a través de las cuales se establece la terminología, la clasificación, las directrices y las especificaciones de un producto o servicio. En México la normalización se plasma en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de carácter obligatorio, elaboradas por dependencias del gobierno federal (Negrete Ramos, 2019).

Existe un debate acerca de la necesidad de conformar el propio organismo nacional mexicano normalizador, el cual dote de mayor certidumbre a la industria y que la proteja, así como dejar de subestimar esta área, generar mayor competitividad e impulsar condiciones

óptimas de seguridad en las edificaciones (editores, 2019). Un gran número de normas y regulaciones carecen de infraestructura para su evaluación, pues no existen certificaciones, unidades de verificación, laboratorios de prueba o de calibración que contrapongan lo que dicta una norma, incluso en diversas industrias, como la de protección contra incendio, ni siquiera hay normas obligatorias de productos o servicios (Negrete Ramos, 2019).

El futuro del sector de la seguridad en México, Nava en su publicación de la revista *contraincendio* considera que el tema central de lo que vendrá en el futuro es la prevención de la mano con los sistemas tecnológicos altamente computarizados, los sensores electrónicos, las redes inteligentes, los dispositivos desarrollados con principios de nanotecnología y materiales altamente resistentes (Nery González, 2019).

En México, la normativa oficial mexicana 002 de la secretaria de trabajo y previsión social requiere que todo centro de trabajo exista un sistema de detección de incendios y notificación si este centro está clasificado como de riesgo alto. Esta clasificación se determina por el tamaño de la superficie construida, por los gases, líquidos, sólidos combustibles que contenga.

Por lo pronto los despachos de instalaciones que abarcan estos servicios, actualmente se siguen guiando principalmente por las normas NFPA, las cuales presenta indicadores y procesos más claros para todo el proceso de ciclo de vida de un proyecto con sistemas de detección de incendios, empezando desde el diseño, hasta la remodelación.

## **1.1. Conclusiones**

El fuego es un fenómeno artificial que puede generar graves pérdidas humanas, materiales y de patrimonio histórico. El fuego es quizás el riesgo más antiguo que existe. Por ello siempre requiere nuevas maneras de combatirlo (Nery González, 2019).

Para el desarrollo de un incendio se conocen varias etapas conocidas como: Incipiente, flama y alta temperatura.

La detección oportuna de los incendios en inmuebles salva guarda vidas y reduce costos en el ciclo de vida de un edificio. Es por ello en la presente investigación se apuesta por mejorar el diseño de los sistemas de detección de incendios en sus etapas iniciales conocidas como incipiente y no en sistemas de extinción de incendios para las etapas de flama y alta temperatura.

Los sistemas de detección de incendios básicos se componen de dispositivos de iniciación o entrada y de notificación o de salida y los gestiona un panel de control principal, este panel tiene dos tipos de alimentación una primaria y una secundaria (auxiliar) en caso de que se vaya la luz.

Existen diferentes tipos de soluciones dependiendo del uso del edificio.

En México, la normativa oficial mexicana 002 de la secretaria de trabajo y previsión social requiere que todo centro de trabajo exista un sistema de detección de incendios y notificación si este centro está clasificado como de riesgo alto. Esta clasificación se determina por el tamaño de la superficie construida, por los gases, líquidos, sólidos combustibles que contenga (Bueno, 2019). Por lo que prácticamente todo edificio de gran altura deberá ser clasificado como riesgo alto.

Resulta más económico para inversionistas y para el medio ambiente invertir en sistemas de detección temprana de incendios que llegar al incendio que genera pérdidas humanas y materiales.

Un correcto diseño y proceso de gestión soportado por tecnología como la metodología BIM puede ayudarnos a mejorar el desempeño y funcionamiento de dichos sistemas en tiempo real dichos sistemas.

De por si no existe una norma obligatoria reguladora en México todavía, el diseño se presta a la interpretación de cada diseñador que en teoría debe tener conocimientos sobre sistemas vs incendios. Un software compatible con procesos BIM que nos apoye a racionalizar el diseño con ayuda de la normativa internacional y la nacional existente sería oportuno para mejorar estos sistemas. Además de que en esta era hiperconectada el desarrollo y aplicación de tecnología es fundamental para fortalecer este sector.

## CAPÍTULO 2.

### Softwares análogos para el diseño de sistemas de detección de humos y alarmas, y fundamentos de la api de Revit.

En el capítulo anterior pudimos conocer los sistemas de detección de incendios y el comportamiento del fuego para poder entender en qué etapa del fuego se puede detectar y con qué tipo de dispositivos y cuáles son los componentes de todo el sistema para su correcto funcionamiento.

En el presente capítulo se estudiarán primero los actuales flujos de trabajo de un sistema de detección de incendios en BIM y posteriormente softwares análogos que pudieran retroalimentar la propuesta aquí planteada sobre el desarrollo de un plugin de código abierto compatible con procesos BIM que nos ayude a mejorar y racionalizar un diseño de sistemas de detección de incendios, así como también se conocerán las metodologías de desarrollo de software y conoceremos un poco de la API de Autodesk Revit que es en donde se desarrollará este plugin.

### *2.3 Flujos de trabajo con software BIM para sistemas de detección de incendios y alarmas*

Como se puede observar en la **Figura 8** en un flujo de trabajo en BIM un proyecto de diseño de sistemas de detección de incendios se encuentra dentro de la categoría de las instalaciones (grupo 3), en la sub-categoría de instalaciones eléctricas se encuentra el grupo 4 al ser un sistema que funciona con dispositivos digitales que se alimentan de manera directa a una red eléctrica o de manera indirecta con la alimentación tipo PoE<sup>9</sup>. Al GRUPO 3 de la Figura se le conoce como instalaciones MEP por sus siglas en inglés (Mechanical, Electrical and Plumbing). Al GRUPO 2 se le conoce como ingeniería civil o estructural. Y el grupo 1 lo encabeza la disciplina de arquitectura. Esta jerarquía indiscutiblemente corresponde al orden ya definido en el flujo de trabajo del diseño en el sector de la construcción. Por lo que la estructura del software BIM independientemente de la marca responde a este flujo de trabajo.

---

<sup>9</sup> La alimentación a través de Ethernet es una tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar.

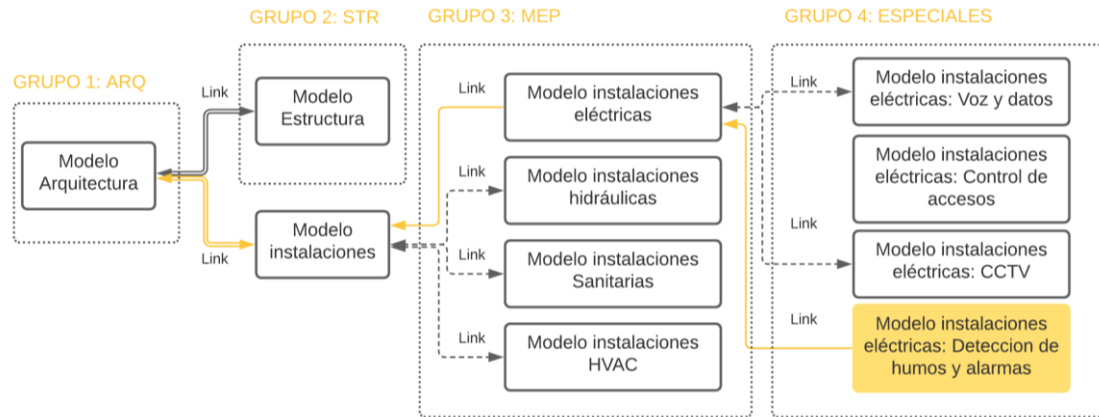


Figura 8. Sistemas de detección de incendios en un flujo de trabajo en BIM. Fuente: Propia

Un parámetro para el esquema de trabajo BIM para el diseño de instalaciones en la fase SD (Diseño esquemático) partiendo del proyecto arquitectónico, es que en su fase preliminar solo se desarrollan trayectorias principales y se establecen áreas a ocupar por los equipos principales, a este proceso se le conoce como Core and Shell.

En la segunda fase DD (Desarrollo de diseño) se empiezan a integrar al modelado tuberías y emplazamiento de equipos y dispositivos. Para la etapa de DC (Documentos constructivos) se genera toda la información respecto al proyecto incluyendo catálogos de materiales, memorias descriptivas, memorias de cálculo, cuantificaciones totales y fichas técnicas.

La descripción anterior viene al caso para visualizar los alcances, desarrollo y proceso a nivel general de estas instalaciones a fin de que el producto pueda cumplir con estos parámetros y secuencias del diseño para mejorar la automatización de dicho diseño.

### 2.2.1. Softwares homólogos existentes para sistemas de detección de incendios y alarmas.

A continuación, se enlistan softwares de detección de incendios, sus características principales y algunas imágenes de su interfaz gráfica.

#### SECURIFIRE:

Según su página comercial de Securiton es un sistema modular de detección de incendios redundante. Permite la detección rápida de incendios incipientes. Helbling fue quien desarrolló "SecuriFire Studio", la aplicación se puede utilizar para planificar, configurar y operar el sistema de detección de incendios.

La herramienta de programación optimizada para "SecuriFire" se concibió como una aplicación ergonómica que proporcionaría a los instaladores una guía paso a paso al planificar, configurar y operar el sistema de detección de incendios ver **Imagen 2**. El objetivo era que el

tiempo y el esfuerzo asociados con la formación y la instalación fueran lo más breves posible. Otra expectativa era que debería ser posible utilizar dispositivos existentes, como iPads, como unidades de control. En resumen, el software de alta calidad y compatible con los estándares debía aumentar significativamente la eficiencia para los instaladores durante la fase de planificación. Muchos años de experiencia y herramientas de desarrollo de vanguardia le dieron a Helbling todo lo que necesitaba para desarrollar una plataforma de software innovadora. Se asignó un equipo interdisciplinario altamente calificado para documentar cada uno de los requisitos del cliente, planificar la implementación (Hauri, 2021).

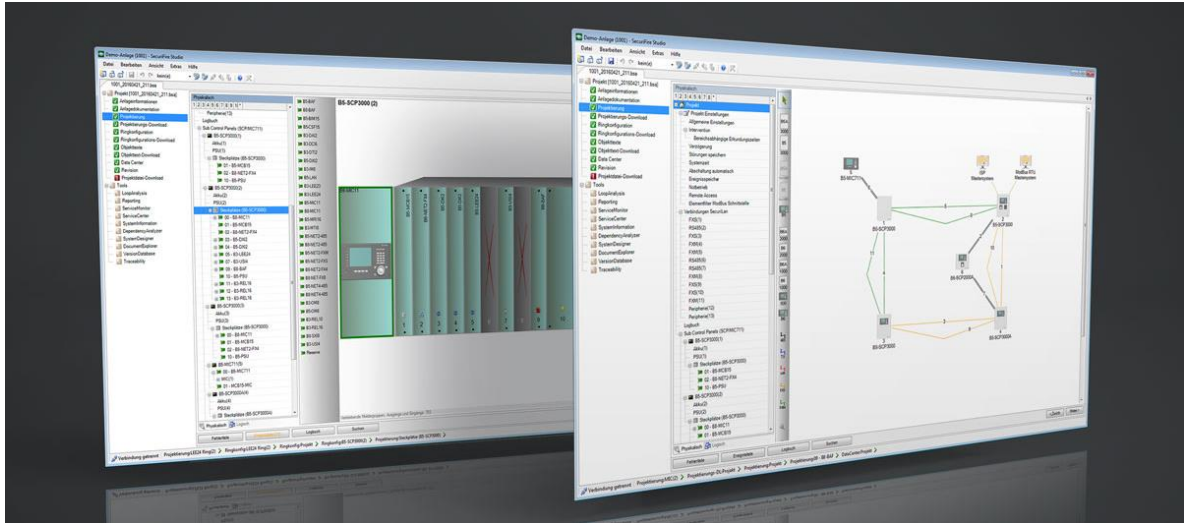


Imagen 2: Interfaz Gráfica del software SecuriFire. Fuente. Helbling Group. <https://www.helbling.ch/reference/software-for-fire-detection-technology/?lang=en>

### SCANSOURCE.

También es un software para gestión de sistemas de detección de alarmas. Según su descripción comercial permite integrar alarmas a estructuras de seguridad comercial ya existentes, conectando equipo de seguridad para crear un ambiente comercial más seguro.

Según su página su inventario de software permite a gerentes de seguridad:

- Monitorear dispositivos de detección de robos y alarmas
- Activar o desactivar un área a la distancia
- Conectar videos de vigilancia con actividades de invasión
- Adaptar configuraciones de seguridad para diferentes áreas basado en niveles de seguridad necesarios, incluyendo el cierre automático de puertas específicas en caso de emergencia
- Notificar instantáneamente a empleados y al departamento de bomberos sobre la ubicación exacta de la emergencia en caso de incendio



Imagen 3. Logo del software Scansource.

Fuente. <https://www.scansourcelatinamerica.com/es-mx/security/products/fire-and-intrusion/software>

## SAFETY SYSTEMS DESIGNER.

Es un software gratuito desarrollado por Bosch, para diseñadores de sistemas de detección de incendios. El software está enfocado para edificios de oficinas, centros comerciales, plantas industriales, entre otros.

Safety Systems Designer es compatible con todos los productos de detección de incendios de la compañía, con sistemas de un solo panel independiente y con arquitecturas en red de hasta 32 paneles de incendios distribuidos por varios edificios con hasta 32 lazos por panel. Esto permite que los usuarios puedan configurar sistemas completos con paneles, módulos de lazo y módulos de interfaz, además de dispositivos convencionales y analógicos direccionables.

Este software contempla 16 idiomas y ofrece al usuario información visual inmediata de los productos configurados y realiza verificaciones de viabilidad, en tiempo real, en segundo plano. Para garantizar la fiabilidad del sistema, el usuario recibirá avisos visuales y alarmas que informará si existe alguna acción que excede cualquier límite del sistema.

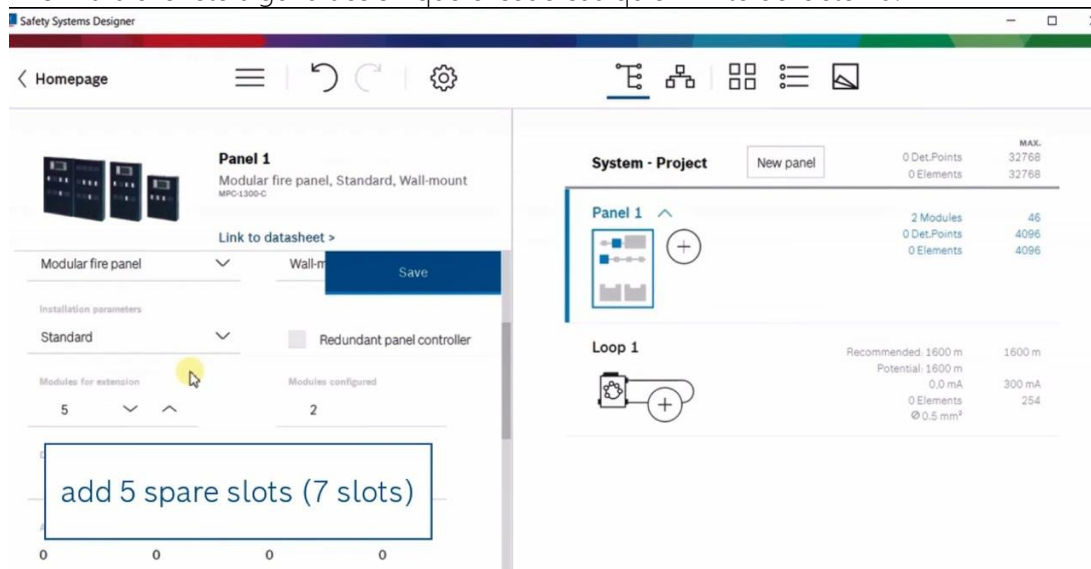


Imagen 4. Interfaz gráfica de Safety System Designer. Fuente. <https://www.casadomo.com/2018/10/04/safety-systems-designer-software-planificacion-sistemas-deteccion-incendios-bosch>

## ALARMCAD.

Para el diseño de sistemas de alarma. AlarmCAD proporciona herramientas para generar diseños de sistemas de alarma con precisión. Es un sistema flexible, y cooperativo. AlarmCAD buscaba redefinir las posibilidades de la tecnología Computer Aided Design, que proporciona las herramientas esenciales para explorar ideas y conceptos originales. Aunque esta versión incluye su propio formato CAD, dibujos son fácilmente importar y exportar a AutoCAD.



Imagen 5. Logo del software. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=dsZRKcRBLTU>

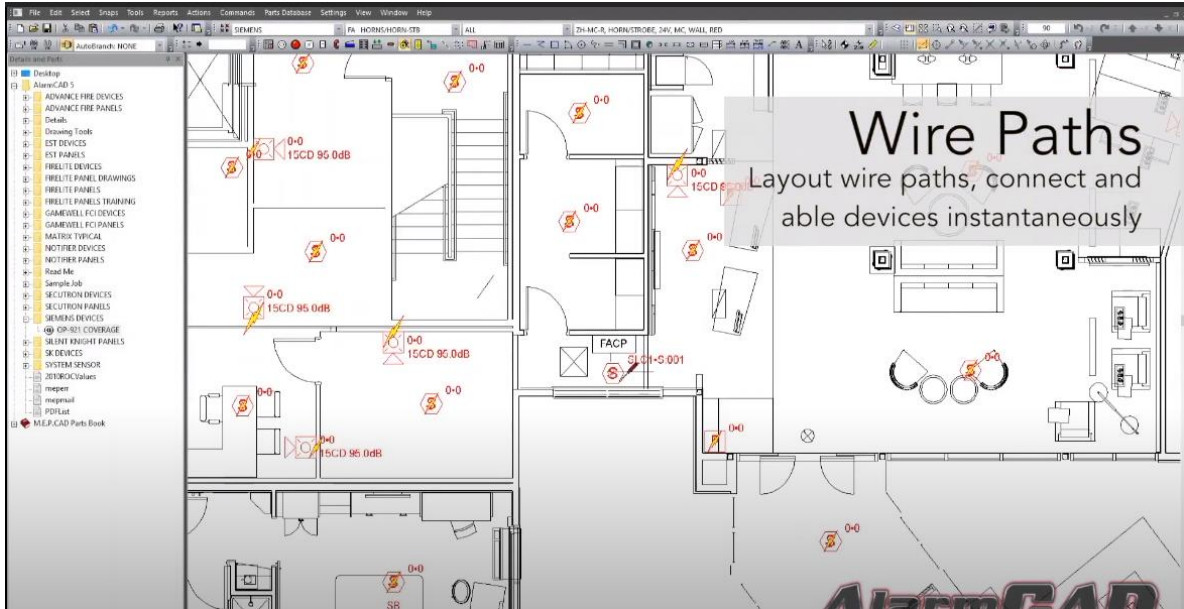


Imagen 6. Interfaz gráfica. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=dsZRKcRBLTU>

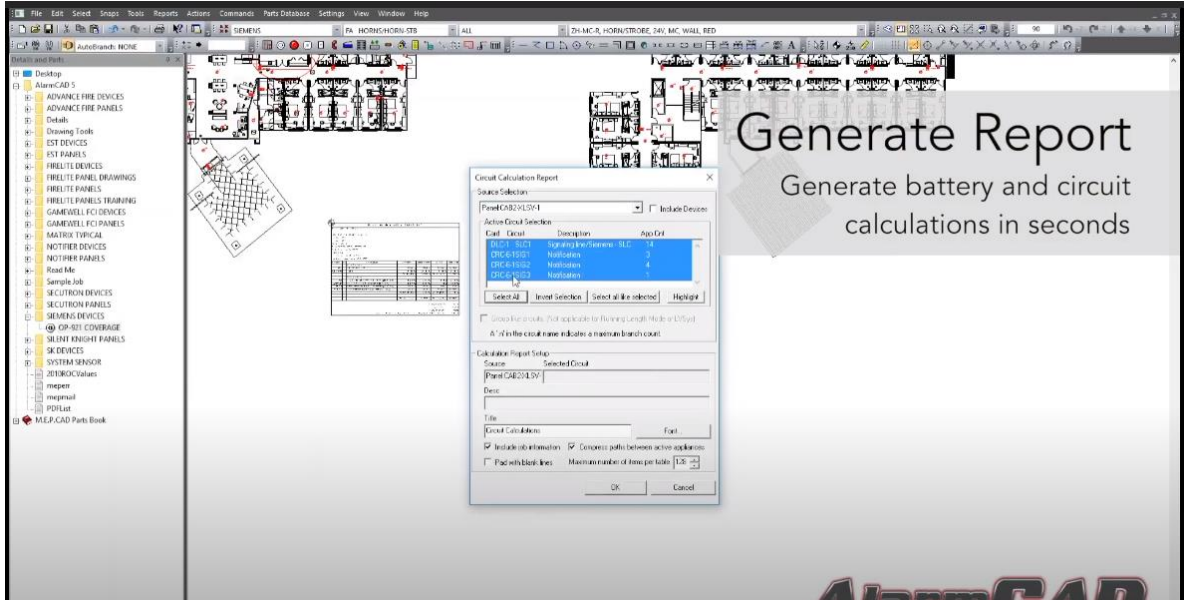


Imagen 7. Interfaz gráfica 2. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=dsZRKcRBLTU>

## TK-DI.

Módulo de TeKton3D para el diseño de instalaciones de detección de incendios. Facilita el diseño de instalaciones de detección de incendios según la normativa siguiente:



Norma UNE 23007-14. Sistemas de Detección y Alarma de Incendios.  
RIPCI. Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, en su apéndice 1: Características e Instalaciones de los Aparatos, Equipos y Sistemas de Protección Contra Incendios.

R.T.3.-DET. (Cepreven). Diseño e instalación de sistemas de detección automática y alarma de incendios.

Contiene herramientas para la definición de áreas de detección y alarma con base a la zonificación que tenga el edificio. Con esto se esperaba que el usuario pudiera situar los diferentes elementos de detección (detectores de humo, detectores térmicos y estaciones manuales) así como los dispositivos de alarma (acústicos, visuales), especificar la localización de la central de detección (analógica o convencional) y diseñar el cableado que unirá todos ellos.

Según su descripción comercial para finalizar el programa verificará si se cumplen las prescripciones de la normativa, y generará un documento de proyecto compuesto de memoria y mediciones, así como varios planos de detalle.

En la Introducción de datos el software dispone de herramientas que permiten insertar en el modelo del edificio todos los elementos necesarios para definir la instalación de detección:

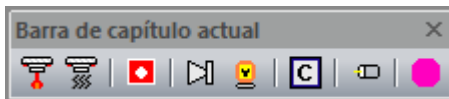


Imagen 8. Barra de herramientas de insertar. Fuente. <https://www.imventa.com/tk-di-deteccion-de-incendios>

- Detector de Calor.
- Detector de Humo.
- Pulsador de alarma o estación manual.
- Avisador de alarma acústico.
- Avisador de alarma visual.
- Central de detección.
- Cable.

Además, TK-DI dispone de un asistente para el dibujo automático de la distribución de los detectores en uno o varios recintos. Las características de la distribución se indican en las propiedades de cada recinto: tipo de detector, orientación de los ramales, distancia entre ramales y distancia entre detectores.

Tipo del detector:	Humo	
Subtipo del detector:	Óptico	
Superficie de vigilancia máxima (m <sup>2</sup> ):	60,0	
Distancia del detector al techo (m):	0,03	
Ángulo entre los ramales y el eje OX (°):	-59,15	Marcar Orientación
Distancia entre ramales (m):	6,18	
Distancia entre detectores (m):	6,18	

Imagen 9. Distribución automática Fuente: <https://www.imventa.com/tk-di-deteccion-de-incendios>

### Proceso de cálculo

El proceso de cálculo verifica en base a la normativa la validez de los siguientes puntos:

- Zonificación: si sigue lo especificado en la Norma UNE 23007/14 para las zonas de detección.
- Detectores: su situación dentro del espacio y distancia entre ellos. Se generará gráficamente las superficies de vigilancia de cada de detector.
- Estaciones manuales: si están colocados a la altura adecuada y la distancia a recorrer hasta alcanzar un pulsador no supera el máximo permitido por la norma.
- Dispositivos de alarma acústicos y visuales: Si se han instalado el mínimo que requiere la norma (dos de señales acústicas por edificio, 1 al menos por sector de incendio).
- Central de detección: si la central atiende a un número no mayor de bucles o zonas que se hayan indicado, que los avisadores acústicos estén conectados a la central adecuadamente, que no se sobrepase el número de detectores por zona o bucle
- Se advierten que no se han verificado aquellas verificaciones no marcadas en el diálogo de comprobaciones adicionales.

Para la visualización de resultados el software dispone de opciones para visualizar en el modelo del edificio las superficies de vigilancia de cada detector instalado:

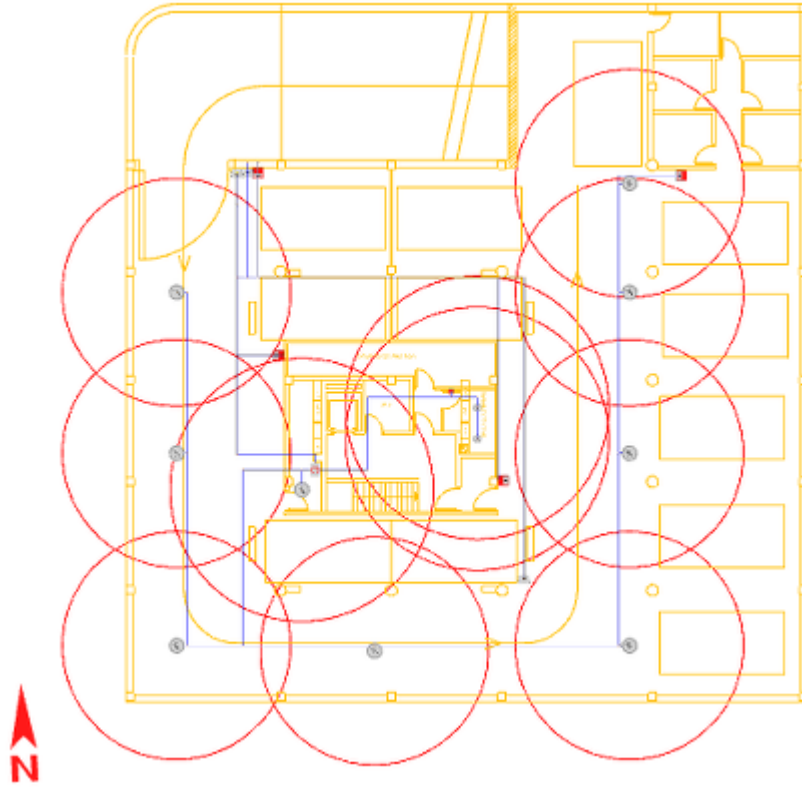


Imagen 10. Superficies de vigilancia. Fuente. <https://www.imventa.com/tk-di-deteccion-de-incendios>

TK-DI permite crear un detalle en planta de la instalación del edificio completo o de cada una de las plantas que lo componen.

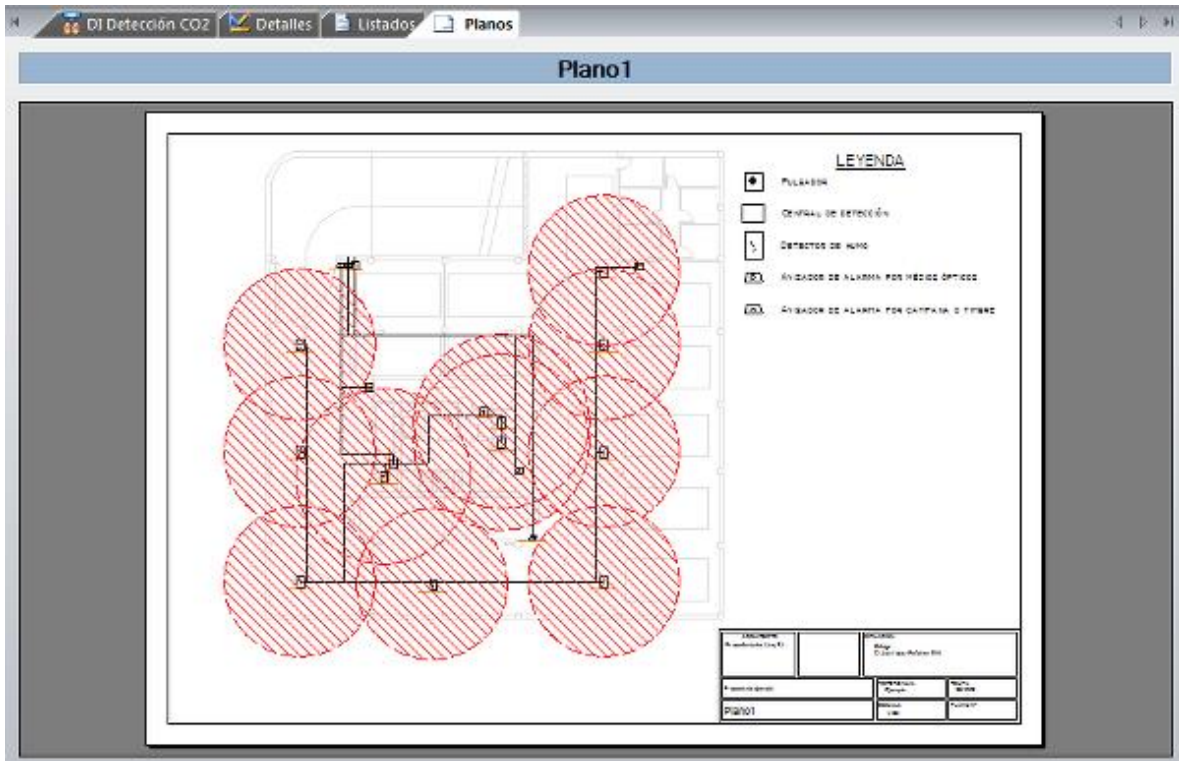


Imagen 11. Plano de distribución. Fuente: <https://www.imventa.com/tk-di-deteccion-de-incendios>

También permite generar los siguientes documentos y listados:

- Listado de elementos: Lista de componentes usados y sus propiedades principales.
- Memoria del proyecto: se detallan las características del edificio, se describe la instalación diseñada y los puntos de la normativa que se han comprobado.
- Mediciones: Número de elementos de la instalación y metros de cable empleados.

Como conclusión en el análisis de los softwares estudiados, los cuales no son compatibles con flujos de trabajo BIM se rescataron las siguientes funciones:

- Para diseño y análisis: Asistente de dibujo, detalles gráficos de coberturas de dispositivos, listados de elementos y reportes, memoria del proyecto, sembrado de dispositivos en planta, memoria de cálculo.
- Para gestión y operación: Se rescataron funciones como la detección rápida de incendios incipientes así como planificar, configurar y operar el sistema de detección de incendios, monitorear dispositivos de detección de robos y alarmas, activar o desactivar un área a la distancia, conectar videos de vigilancia, adaptar configuraciones de seguridad para diferentes áreas basado en niveles de seguridad necesarios, incluyendo el cierre automático de puertas específicas en caso de emergencia, notificar instantáneamente a empleados y al departamento de bomberos sobre la ubicación exacta de la emergencia en caso de incendio

### **2.2.2. Framework Appi Revit, Visual studio C#**

Después de conocer los softwares homólogos existentes es necesario conocer el código fuente de la plataforma BIM en la que se desea operar el software propuesto para la automatización y gestión de sistemas de detección de incendios, en este caso en Autodesk Revit. Este software fue desarrollado en el lenguaje de programación C# y la empresa Autodesk abrió su biblioteca de clases (o API) para el desarrollo de componentes que usuarios requieran ampliar para su mejor funcionamiento.

API son las siglas en inglés de «Application Programming Interface». «Revit API» y programación en Revit son la misma cosa. Incluso se podría decir que el API son los «macros» de Revit (Autodesk, 2013).

El API de Revit funciona similar a los macros de Excel: se crea un programa, escrito por el usuario, que opera los controles y hace diferentes cosas de forma automática. Autodesk da acceso casi total a las funciones de Revit mediante el API.

Lista preliminar de lo que se puede hacer con la API de Revit.

- Se puede automatizar la creación de elementos. Por ejemplo, para colocar paredes sobre ejes, vigas sobre paredes, pisos, techos, etc. Dibujar 5 niveles de columnas es un trabajo que puede tardar su tiempo hecho a mano. Pero mediante el API de Revit, no tarda más de unos segundos.
- Se pueden hacer análisis complicados de espacios. El API es muy inteligente cuando se trata de hacer análisis espacial. Trae rutinas, por ejemplo, que permiten proyectar una línea e identificar los elementos que la intersecan. De esta forma uno podría tener paredes de una habitación, y decirle a Revit que las identifique automáticamente y les coloque tomas, apagadores, ventanas, etc. O uno podría proyectar una línea de cielo e y marcar con color elementos electromecánicos que estén por debajo de esa línea.
- Combinando los dos anteriores, se pueden hacer construcciones complicadas, rápidamente. ¿Alguna vez han tenido que «rellenar» con losas de piso una cuadrícula de vigas? Es algo triste tener que hacerlo a mano, especialmente si las losas no son todas del mismo tamaño. Pero con el API, uno podría identificar espacios, identificar las vigas que los bordean, y dibujar la losa de piso automáticamente con un solo click.
- Se pueden filtrar y analizar elementos, y los resultados pueden intercambiarse con Excel. Automáticamente, se pueden enviar datos de Revit a Excel y de vuelta. De vuelta significa que yo podría tomar una hoja de cálculo con posiciones o características de elementos, y mediante el API importarla a mi modelo. Puedo generar un reporte de puertas, equipos eléctricos, etc. y en formato Excel enviarlo a un diseñador para que me ingrese información de marcas y modelos. Luego esa información de Excel la importo a mi modelo y quedan los elementos con marca y modelo.

Como conclusión sabiendo usar la API, se pueden generar grandes ahorros de tiempo al modelar, y disminuir radicalmente la cantidad de errores que puede contener un modelo. La API .NET de Revit le permite programar con cualquier lenguaje compatible con .NET, incluidos Visual Basic.NET, C # y C ++ / CLI. Revit Architecture, Revit Structure y Revit MEP contienen la API de la plataforma Revit. (Autodesk, 2013). Por otro lado, se tomaron nota de funciones principales de softwares análogos no compatibles con procesos BIM.

### 2.3. Fundamentos de desarrollo de software y normativa existente para evaluación del producto

Los proyectos de desarrollo de software, por su complejidad, necesitan un conjunto de patrones que permitan su gestión y ejecución. Numerosas metodologías de desarrollo de software ofrecen ese marco. Sin embargo, aún no existe una aplicable en la totalidad de proyectos informáticos. En el desarrollo de software se tienen la responsabilidad de escoger una metodología adaptable al proyecto de software que lo requiera. No obstante, si no hay una buena elección, costaría más ajustar la metodología a la realidad del proyecto, generándose obstáculos que pondrían en riesgo la consecución de objetivos (Espinoza Meza, 2013). Para ello la rama de la ingeniería ha dado lugar a un campo de conocimiento llamado ingeniería de software.

Ingeniería de software es una disciplina que se encarga de la aplicación de procedimientos, métodos, técnicas, tecnologías y herramientas, provenientes de diversos estudios (computación, gestión de proyectos, ingeniería, el entorno y otras ciencias), de manera sistémica, en el proceso de desarrollo y mantenimiento de software (Espinoza Meza, 2013).

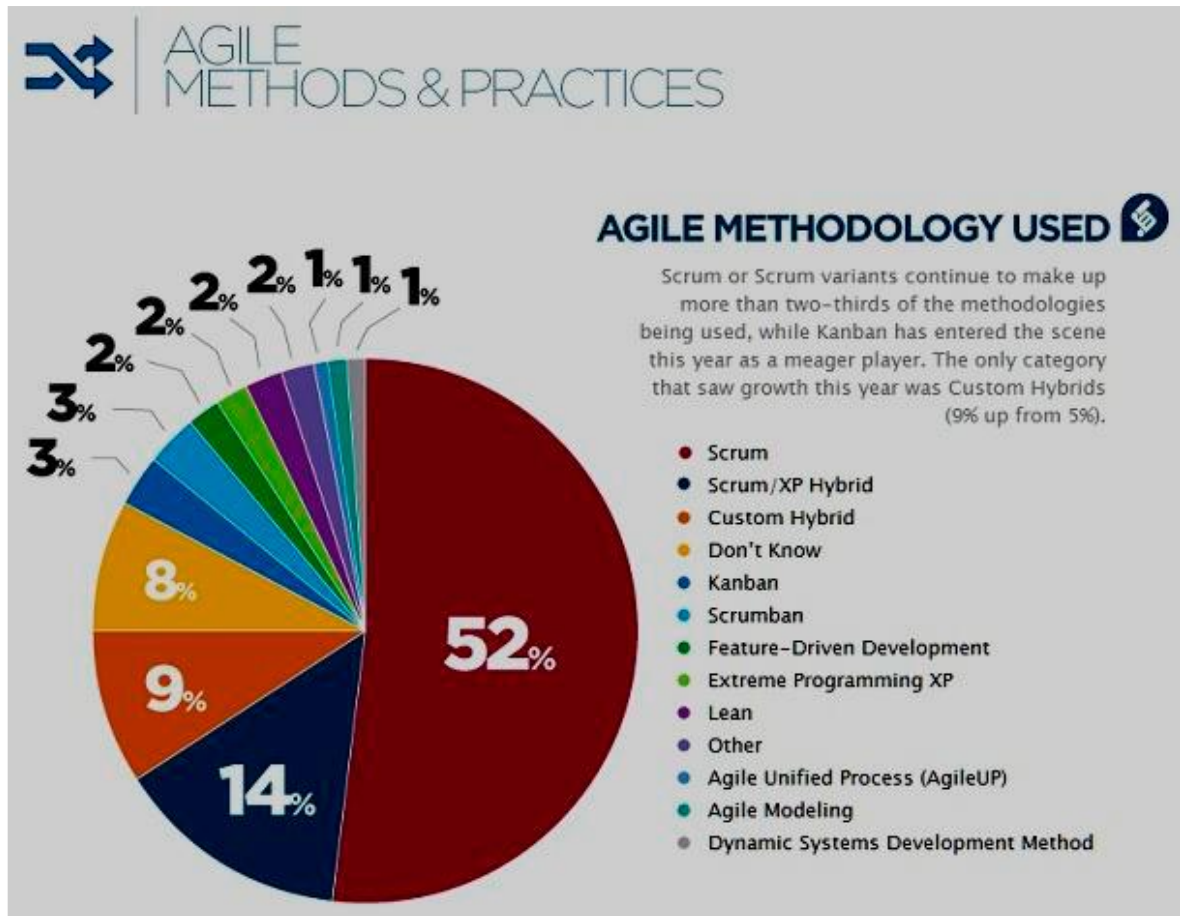
### 2.4. Metodologías para desarrollo de ingeniería del software

Para el desarrollo de un software es necesario basarse en una metodología de desarrollo de este pues la falta de ello reducirá calidad, y si un software es desarrollado es porque se espera que tenga una buena cantidad de usuarios.

Una metodología de desarrollo de software se refiere a las actividades, procedimientos, técnicas, herramientas y documentos, en su conjunto, normados y comprendidos en un marco de trabajo. Sirven de soporte en la estructuración, planificación y control requeridos para lograr la conversión de una necesidad o un grupo de necesidades a un sistema de información de manera eficiente.

Las metodologías nos indican un plan adecuado de gestión y control del proyecto de software: definición de etapas, ingresos y salidas, restricciones, comunicaciones, tareas ordenadas y distribución de recursos.

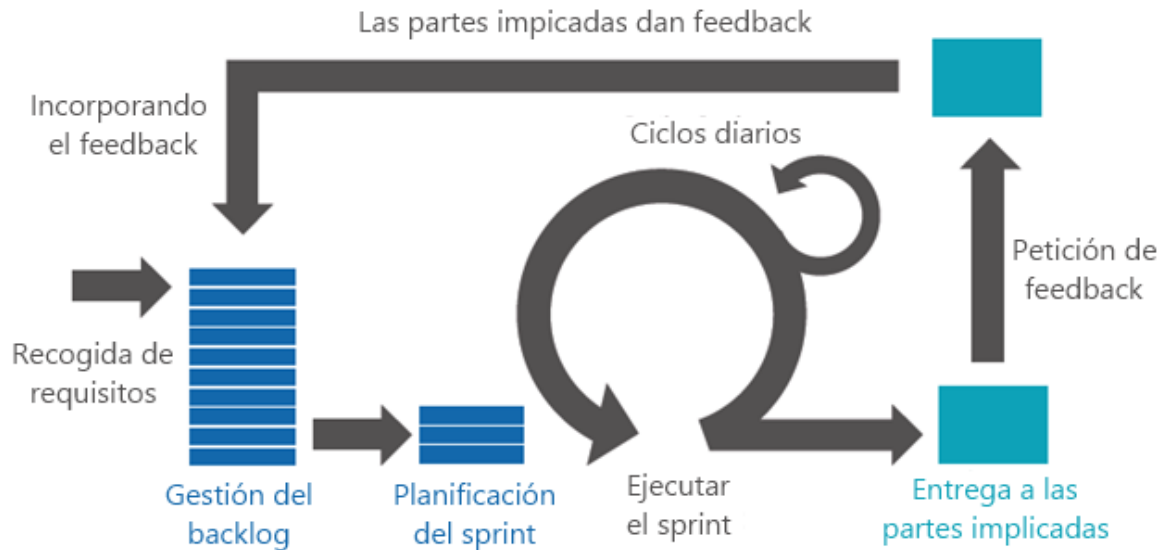
En el estudio realizado por el tesisista Espinoza Mesa analizó encuesta de las metodologías ágiles más usadas en el mundo en 2011 realizada por la organización VersionOne, mostrando los siguientes resultados (Espinoza Meza, 2013), ver la siguiente **Figura 8**.



**Figura 8.** Metodologías más usadas según Encuesta sobre el estado de desarrollo ágil. **Fuente:** de Garzás, J.

Se puede observar que la metodología Scrum, ya sean por separado y combinada con otra metodología, es la más utilizada (Espinoza Meza, 2013). Lo anterior se debe a que es una metodología ágil que permite desarrollar proyectos de manera eficiente y en menor tiempo. Además, permite realizar proyectos de software más orientados a las necesidades de la empresa y del cliente (Oppenweb, 2019). Es por ello que seguiré sus lineamientos principales para el desarrollo de la propuesta de plugin.

A continuación, se muestra una imagen de las fases de la metodología Scrum como un modelo ágil y simple para el desarrollo de software **Figura 9**.



**Figura 9.** Fases de la metodología de desarrollo de software Scrum. **Fuente.** <https://blog.ida.cl/estrategia-digital/metodologia-scrum-en-proyectos-digitales/>

## 2.5. Conclusión

La metodología BIM es la respuesta tecnológica – metodológica que responde a las múltiples problemáticas de la industria de la construcción mexicana, referente a la falta de comunicación entre participantes, falta de claridad en el proceso de un proyecto, aumento de costos y tiempos, etc. Actualmente su uso está eliminado por lo que puede hacer el software comercial y de código cerrado con precios que a veces no son asequibles al usuario.

Por otro lado, se presenta de manera preliminar la propuesta del desarrollo un plugin de apoyo al proceso de diseño basado en normas. Siendo este motivo por el cual se analizó todo en torno a ello, desde los softwares análogos, las metodologías de desarrollo de software y la API de Autodesk Revit, por ser Revit la herramienta más utilizada en México y Latinoamérica para procesos BIM (Zepeda, 2019).

La presente investigación se refuerza con el uso de la ingeniería de software como metodología de desarrollo con énfasis en Scrum por ser la más utilizada para proyectos de este tipo. Y será construido con la API de Autodesk Revit con el lenguaje de programación C# porque es el que maneja esta API.



## CAPITULO 3.

### Marco metodológico

En el presente capítulo se desglosará el método propuesto SCRUM que, por sus características vistas en el capítulo anterior, fue pertinente para la aplicación en el producto final.

Para la siguiente fase de desarrollo de método es necesario mostrar el siguiente diagrama en el cual se describe todo el proceso de desarrollo de la presente investigación:



En donde se establece la siguiente Hipótesis para el caso de estudio:

Se propondrá un producto o plug-in en el software Autodesk Revit para automatizar y mejorar el proceso de diseño de un sistema de detección de incendios que tenga como parámetros base la normatividad nacional e internacional. Este complemento o Plug-in además será compatible con los flujos de trabajo en BIM mediante dos puntos: nivel de detalle del modelado de los elementos del sistema de detección de incendios, el nivel de desarrollo y aprovechamiento de datos activos provenientes de un modelo de arquitectura.

Alcance de la propuesta:

El plug-in también conocido como add-in buscará desarrollarse en una primera etapa, bajo parámetros normativos, que contemple cuestiones del diseño. Pero que posteriormente a

esta investigación, se siga desarrollando para que en un flujo de trabajo con BIM también se involucren parámetros reales de los proveedores de México de acuerdo con los niveles de detalle BIM. Posteriormente se siga desarrollando el producto a manera de que una vez operando un sistema de detección de humos y alarmas, se puedan almacenar datos del mismo sistema y de los usuarios operadores en pro de mejorar su eficiencia y desempeño.

### 3.1. Definición del método y cronograma

El proceso del método Scrum: la siguiente figura se definen las 5 etapas y se desarrolla el cronograma:

Etapa	Actividad	Fecha de inicio	Fecha de termino	Estatus
	Búsqueda de método de desarrollo de software. Elección del método Scrum.	Noviembre 20	Enero 21	Terminado
Gestión de backlog	Resumen de indicadores: variables y constantes de acuerdo con las normas NFPA 72, 101, 170 y NOM-002-STPS-2010	Febrero 21	Mayo 21	Terminado
	Conocimiento de API Revit	Febrero 21	En proceso	
	Esclarecimiento de los componentes de un sistema de detección de incendios y su proceso de diseño.	Enero 21	Junio 21	Terminado
	Lista de funcionalidades del software	Agosto 21	Agosto 21	Terminado
Sprint Planning Meeting		Agosto 21	Agosto 21	Terminado
Ejecución de sprint	Elaboración del diagrama de flujo preliminar.	Marzo 21	Marzo 21	Terminado
	Definición de variables y constantes de software	Septiembre 21	.	Avanzado
	Elaboración de diagrama de flujo avanzado	Agosto 21	.	Avanzado
	En la metodología Scrum un proyecto se ejecuta en bloques temporales cortos y fijos, llamados sprint. Realización de bloques de código o script por cada funcionalidad del plugin	Septiembre 21		Iniciando
Inspección e interacción e incorporando el feedback	<b>Sprint Review:</b> Revisiones constantes de partes del producto con tutores			
	Se compondrá de cuatro partes partes <b>Sprint feedback:</b> evaluación (Prueba 1. En un grupo focal controlado) del plugin. <b>Sprint Review:</b> Se hará una revisión general del producto y evaluación del grupo focal con tutores			Sin iniciar
	<b>Sprint Retrospective:</b> Enfocando el proceso de mejora continua del equipo viendo en retrospectiva. Adaptación de mejoras.			

En este presente avance de tesis se muestra que se encuentra desarrollando la ejecución del Sprit<sup>10</sup>, haciendo la relación de listas de funcionalidades del plug-in con la definición del algoritmo y diagrama de flujo.

### ***3.2. Gestión del Backlog: Obtención de indicadores clave de normativas nacionales e internacionales NFPA.***

La NFPA (National Fire Protection Association) es una organización fundada en Estados Unidos en 1896, encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio, utilizados tanto por bomberos, como por el personal encargado de la seguridad (NFPA Spanish, 2020). Sus estándares conocidos como National Fire Codes recomiendan las prácticas seguras desarrolladas por personal experto en el control de incendios. Las normas NFPA son las más completas, con estándares de alta calidad en materia de incendios, usadas alrededor del mundo y principalmente en Latinoamérica donde hay poca normatividad al respecto.

Por su parte la norma NFPA 72, "Código de Alarmas Contra incendios ", establece los requerimientos mínimos para el diseño, instalación, ubicación, desempeño, inspección, prueba, y mantenimiento de sistemas de alarma contra incendio, equipos de aviso de incendio, equipos de aviso de emergencia y sus componentes (Grupo SACA, 2020). Según la norma NFPA 72 el objetivo de un sistema de detección de incendio basado en el desempeño es por lo general expresado en cuanto al tiempo y al tamaño del incendio que el sistema supone detectar, medido en unidades térmicas británicas por segundo (Btu/sec) o en kilowatts (KW).

Se hizo la revisión de esta norma de la cual se resumió la información que se puede consultar en el anexo 1. y las que actualmente regulan estas instalaciones en México, que son el reglamento de construcciones para la CDMX y la NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010

A continuación, se desglosan las síntesis de los principales indicadores del proceso de diseño para sistemas de detección de incendios.

#### **RESUMEN DE INDICADORES DE NORMATIVIDAD:**

Sí clima de localidad de construcción =< 0°C no instalar detector de humo convencional

Sí clima de localidad de construcción => 38°C no instalar detector de humo convencional

Si humedad relativa localidad por encima del 93% no instalar detector de humo convencional

Sí velocidad del aire superior a 1.5m/s no instalar detector de humo convencional

<sup>10</sup> (Bloque de código cortos y fijos)

### **Predicción de respuesta del detector RTI:**

La modelación con programas y ecuaciones actualmente publicadas que describen la dinámica de las columnas de humo / fuego que se deben tener en cuenta dos parámetros:

### **Temperatura de funcionamiento e índice de tiempo de respuesta RTI.**

El RTI es la cuantificación de la tasa de transferencia de calor desde el chorro de alta presión hasta el elemento sensor del detector por unidad de tiempo, expresado como una función de la temperatura del chorro de gases en el techo, la velocidad del chorro de gases y el tiempo.

Los detectores deben seleccionarse con el fin de **minimizar** esta diferencia de temperatura para **minimizar** el tiempo de respuesta. Sin embargo, se ha especificado un detector de calor con una temperatura nominal que exceda de alguna manera la temperatura ambiente más elevada normalmente esperada con el fin de evitar la posibilidad de un funcionamiento prematuro del detector de calor ante condiciones que no fueran de incendio.

### **Coberturas de detectores.**

Se debe considerar el uso de un detector con un espaciamiento máximo listado de 9.1 m × 9.1 m. Los principios derivados son igualmente aplicables a otros tipos. Y el espaciamiento hacia la pared es menor a ½ del espaciamiento listado. La cobertura en metros cuadrados es siempre inferior a 83.6m<sup>2</sup>.

### **Características audibles**

Sí nivel sonoro ambiental promedio => a 105 dBA usar uno o más aparatos de notificación visible.

Nivel de presión sonora total <= 110 dBA a la distancia auditiva mínima, duración máxima 60 seg.

Las señales audibles en modo público deben tener un nivel sonoro de al menos 15 dB sobre el nivel sonoro ambiental promedio o de 5 dB sobre el nivel sonoro máximo con una duración de al menos 60 segundos, el que fuera mayor, medido a 5 pies (1.5m) por encima del piso en el área requerida en la que el sistema va a brindar el servicio aplicando la escala de ponderación A (dBA).

Los dispositivos montados en paredes deben tener sus partes superiores por encima de los pisos acabados, a alturas de no menos de 90 pulg. (2.29 m) y debajo de los cielorrasos acabados a distancias no inferiores a 6 pulg. (150 mm).

Deben permitirse aparatos montados sobre cielorrasos embutidos.

### **Características visibles**

La tasa de destello = < dos destellos por segundo (2 Hz) => a un destello por cada segundo (1Hz) en todo el rango del voltaje listado del aparato.

Duración de los pulsos de luz = < 20 milisegundos con un ciclo de trabajo máximo del 40 por ciento.

Las luces utilizadas para la señalización de alarma de incendio ser transparentes o de color blanco y no deben exceder de 1000 cd (Candelas, intensidad efectiva).

Los aparatos montados en paredes deben ubicarse de manera que la totalidad del lente no esté por debajo de 2.03 m ni por encima de 2.44 m del piso acabado. El tamaño de la sala cubierta por una luz estroboscópica de un determinado valor debe reducirse al doble de la diferencia entre la altura de montaje mínima 2.03 m y la altura de montaje más baja real.

### **Fuentes de poder primaria**

Deben proveerse como mínimo dos suministros de energía independientes y confiables, uno primario y uno secundario.

El dispositivo UPS debe estar configurado de acuerdo con NFPA 111 para un sistema de Tipo O, Clase 24, Nivel 1.

### **Fuentes de poder secundaria**

El suministro de energía secundaria (sistema que funciona en una condición de no alarma) => **24 horas** y, al final de tal período, capacidad de hacer funcionar todos los aparatos de notificación de alarma que se utilicen para la evacuación = **5 minutos**

Los cálculos de baterías deben incluir un margen de seguridad mínimo del 20 % por encima de la capacidad en amperios-horas calculada requerida.

### 3.3. Sprint Planning meeting

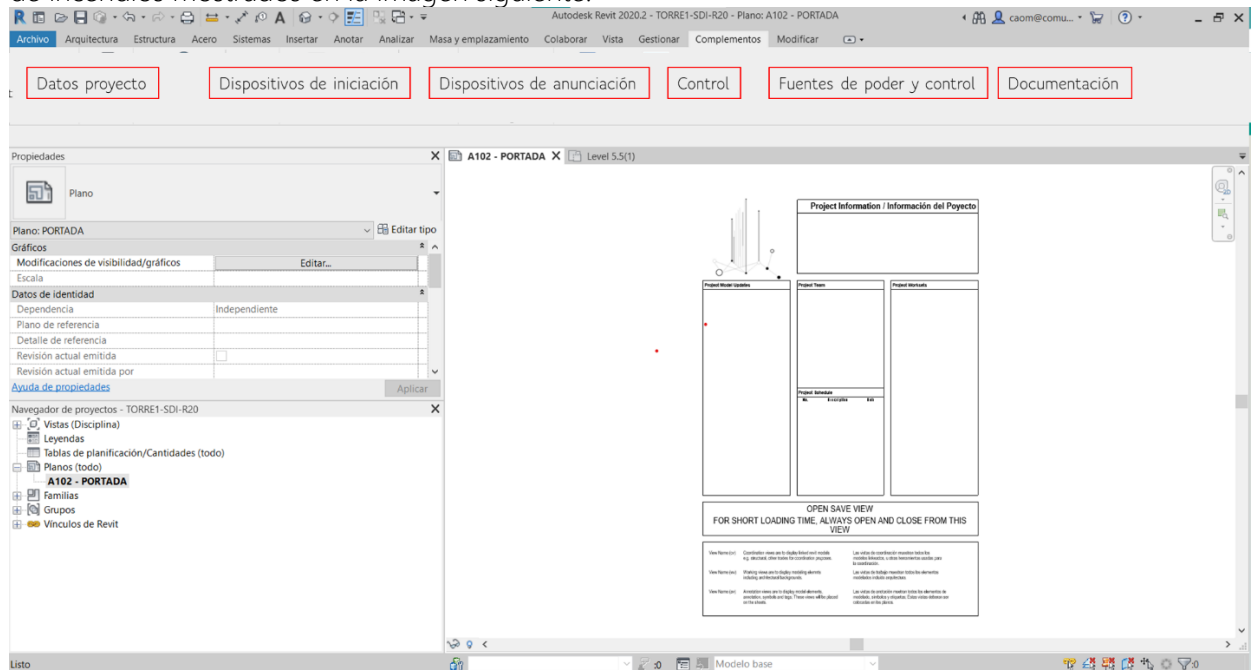


El Sprint es la unidad básica de trabajo para un equipo Scrum. Esta es la característica principal que marca la diferencia entre Scrum y otros modelos para el desarrollo ágil. Es una simple iteración llevada a cabo por los miembros del equipo. Un equipo puede completar varios sprints durante el desarrollo del proyecto (Lara, 2015).

Un Sprint inicia con un equipo que se compromete a realizar el trabajo y finaliza con la demostración de un entregable. El tiempo mínimo para un Sprint es de una semana y el máximo es de 4 semanas. Dentro del desarrollo de un Sprint se llevan a cabo ciertos eventos, estos reciben el nombre de Scrum Events o Eventos Scrum (Lara, 2015).

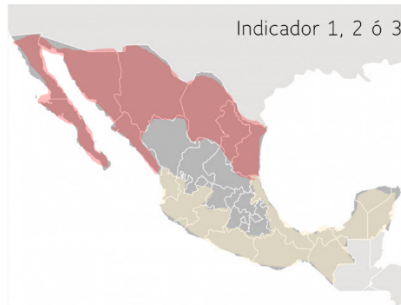
La adaptación de este paso al desarrollo del Plug-in recae en el desarrollo de bloques cortos y fijos que se realizan constantemente para probar en un modelo de Revit.

Son 7 principales funciones que obedecen a los componentes de un sistema de detección de incendios mostrados en la imagen siguiente:



Definición de funciones del Plug-in:

1. Datos del proyecto extraídos de la data del modelo:



- Indicador 1, 2 ó 3      3 referencias críticas para proyectos
- 1, Climas extremos: Temperaturas altas y bajas
  - 2, Climas templados: Se mantiene en un rango estable dependiendo la estación del año.
  - 3, Climas cálidos húmedos: Prevalece porcentaje de humedad alto y climas cálidos.

**1, Datos del proyecto**

Datos del proyecto  
Nombre del proyecto

Metros cuadrados  
 Numero de cajones de estacionamiento dentro del inmueble  
Numero de habitantes(usuario)  
Altura del edificio  
**\*\*NFPA 101 (PARAMETROS DE TIPO EDIFICIOS Y RIESGOS)**

Referencias del lugar  
 Selecciona emplazamiento del proyecto  
 -Coordenadas geográficas  
 -Mapa

Tipo de edificio/giro. RIESGO  
 Comercial    Residencial  
 Oficinas       Hospital  
                     Educación

Etapas del proyecto  
 SD            DD            CD

**2, Análisis de áreas y riesgos**

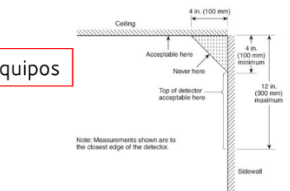
Rutas de evacuación (accesos y escaleras)  
 Zonas de riesgo: Cocinas, cuartos mecánicos  
 Cuartos eléctricos y de telecomunicaciones  
 Áreas comunes: Salones, oficinas, auditorios, habitaciones, etc.

2. Dispositivos de iniciación. Sembrado de dispositivos y análisis de coberturas

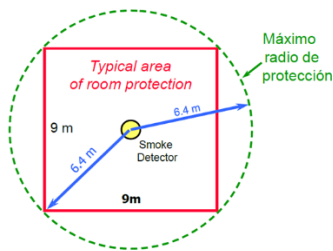
**1, Análisis de áreas y riesgos**

Rutas de evacuación (accesos y escaleras)  
 Zonas de riesgo: Cocinas, cuartos mecánicos, cuartos eléctricos y de telecomunicaciones  
 Áreas comunes: Salones, oficinas, auditorios, habitaciones, etc.

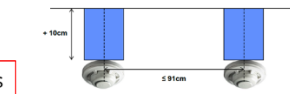
**3, Sembrado preliminar de dispositivos y equipos**



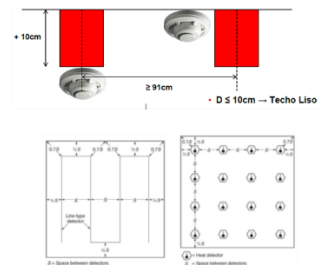
**2, Análisis de coberturas bajo norma**



**4, Sembrado final de dispositivos y equipos**



**5, Tagueado de dispositivos y circuitos**



### 3. Dispositivos de notificación. Análisis de Coberturas

1, Análisis de áreas y riesgos

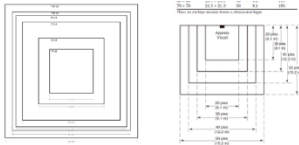
3, Sembrado preliminar de dispositivos y equipos

Diagrama unifilar

4, Ubicación final de dispositivos y equipos

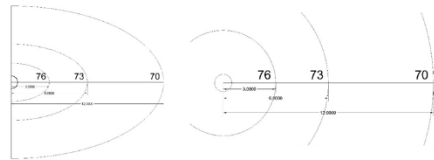
Tuberías (por usuario)

2, Análisis de coberturas bajo norma

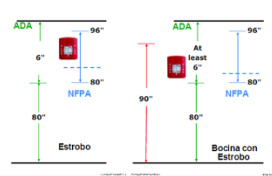


5, Tagueado de dispositivos

Diagrama unifilar final



Instalación de Dispositivos Visuales



Area de Oficinas	55 dBA
Area Educativa o de Estudio	45 dBA
Industria Ocupada	80 dBA
Institutos de Gobierno Ocupados	50 dBA
Area Mercantil Ocupada	40 dBA
Muelles y estructuras marinas	40 dBA
Lugares de asambleos	35 dBA
Residencia Ocupada	35 dBA
Almacenes Ocupados	30 dBA
Vías de alta densidad urbana	70 dBA
Vías de media densidad urbana	55 dBA
Vías rurales o suburbanas	40 dBA
Tarres de Oficinas Ocupadas	35 dBA
Estructuras subterráneas y edificios sin ventanas	40 dBA
Vehículos y buques	90 dBA

- NPPA: 15 dB sobre el nivel sonoro medio ambiente o 5 dB por encima del nivel máximo de sonido de 60 segundos, lo que sea mayor.
- ADA: Si se requiere, 15 dB sobre el nivel sonoro medio ambiente o 5 dB por encima del nivel máximo de sonido de 60 segundos, lo que sea mayor (un máximo de 120 dBA).

### 4. Control

1, Datos sobre otras disciplinas

- Que desea controlar en HVAC
- Que desea controlar en Control de accesos
- que desea monitorear y controlar de PCI (tableros, válvulas, sistemas de supresión, etc.)

3, reubicación final de dispositivos de control

5, Tagueado de dispositivos

2, Sembrado preliminar de dispositivos

- módulos monitores
- módulos relevadores
- módulos de control

### 5. Sembrado de equipos de alimentación y panel principal.

1, selección de Panel

3, Sembrado preliminar de equipos

- Panel principal, secundario
- Fuentes de poder remotas (sistema de alarmas para estrobos y sirenas) y auxiliares
- Amplificadores

2, Fuente de alimentación del panel

- Calculo de baterías
- calculo de voltaje del sistema

5, Reubicación final de panel principal

El suministro secundario de energía debe tener capacidad suficiente para operar bajo carga inactiva por un mínimo de 24 horas y 5 minutos en emergencia con sirenas o 15 minutos con bocinas.



## 6. Documentación

### 1, Descargar informe

#### Carátula

#### Datos generales del proyecto

#### Criterios de diseño

#### Normativas y reglamentos

#### Descripción de los sistemas

- Panel de control
- Red de comunicación
- Dispositivos del sistema
- Dispositivos de inicio
- Dispositivos de notificación
- Dispositivos de supervisión o control
- Materiales ( )

### 2, Descarga de cálculos

- Caída de tensión (notificar o edwards) (cuanta resistencia pone un calibre para alimentar un dispositivo con tales características a tal distancia)
- cálculo de diámetros de tuberías  
(30-40% tubo libre-revisar dato)

### 3, Descargar cálculo de baterías para panel, fuentes de poder y amplificadores

- Edwards
- Notifier
- Securiton
- Bosch
- Siemens
- Xtralis VESDA
- Safe

El suministro secundario de energía debe tener capacidad suficiente para operar bajo carga inactiva por un mínimo de 24 horas y 5 minutos en emergencia con sirenas o 15 minutos con bocinas.

### Descripción de botones:

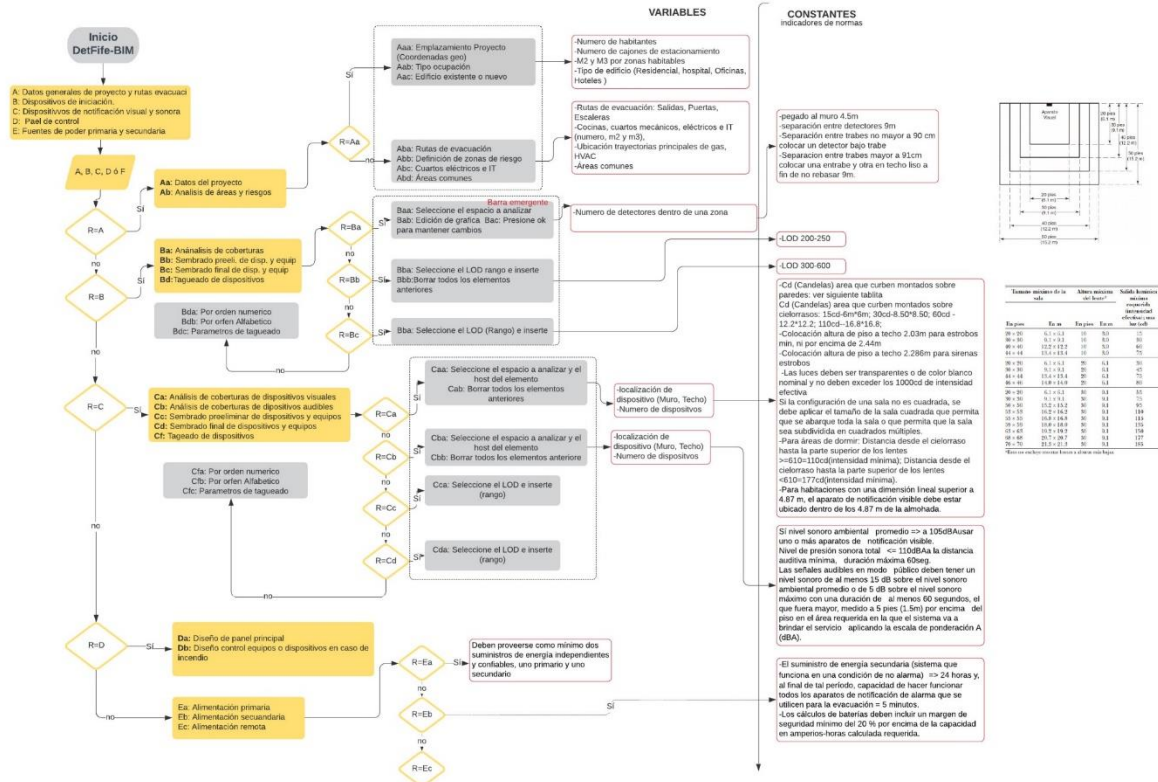
1. Command 1 – Datos de proyecto
2. Command 2 – Dispositivos de entrada:
3. Command 3 - Dispositivos Anunciación Visual
4. Command 4 – Dispositivos Anunciación sonora
5. Command 5 – Configuración panel de control.
6. Comando 6 – Cálculo alimentación eléctrica principal y secundaria.

### C# DetFireBIM

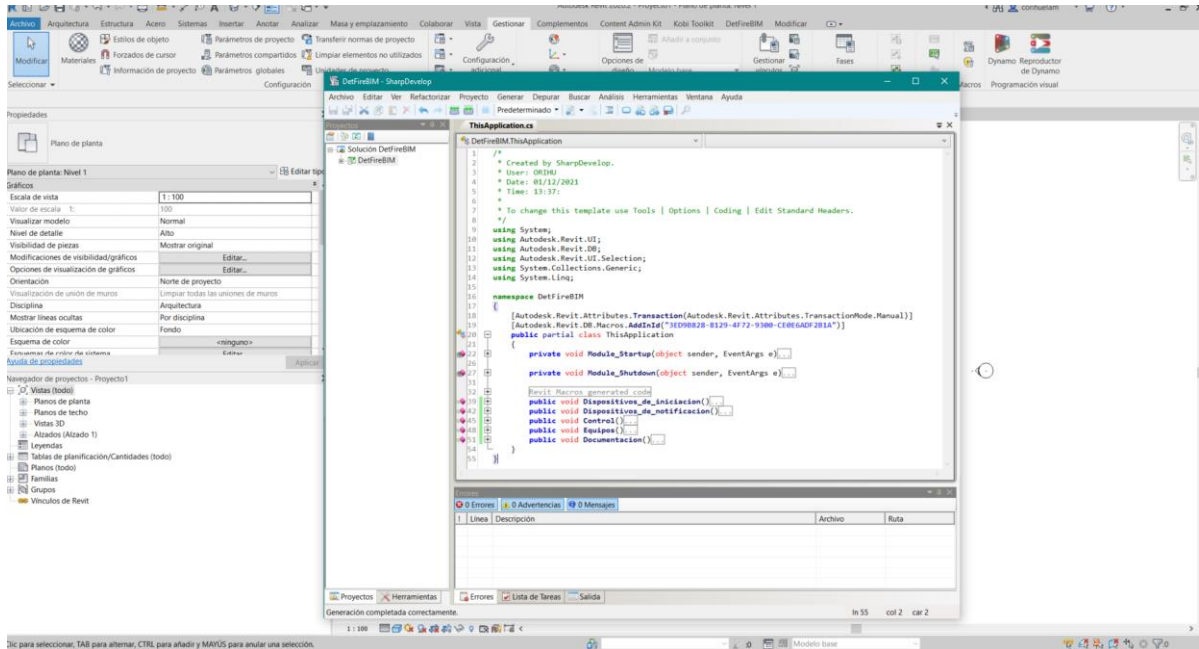
- Properties
- References
- Api.cs
- Command 1.cs
- Command 2.cs
- Command 3.cs
- Command 4.cs
- Command 5.cs
- Command 6.cs
- DataParser.cs

### 3.4. Ejecución del sprint

A continuación, se muestra un resumen del diagrama de flujo, así como la definición de variables y constantes del Plug-in de acuerdo con los indicadores extraídos de las normativas citadas.



Se pueden observar 5 principales componentes que contendrá en software desglosado en el apartado anterior.



### 3.5. Etapa de inspección, interacción incorporando el feedback método Scrum y desarrollo de grupo focal

Para la definición de esta etapa, la literatura dice que una vez que ya todo está maquetado, se deberá hacer la revisión del proceso, que no es más que la autocrítica o evaluación del trabajo tanto interna como externa (Mancuzo, 2020).

Es importante sumar opiniones constructivas y aportar soluciones viables.

Entre los pasos más importantes para realizar en esta fase tenemos:

- Demostrar y validar el sprint.
- General un feedback del sprint.

En este sentido la evaluación y al mismo tiempo la comprobación de la hipótesis se realizará a través de un focus grup o grupo focal. Kitzinger<sup>11</sup> lo define como una forma de entrevista grupal que utiliza la comunicación entre investigador y participantes, con el propósito de obtener información.

La técnica es particularmente útil para explorar los conocimientos y experiencias de las personas en un ambiente de interacción, que permite examinar lo que la persona piensa, cómo piensa y por qué piensa de esa manera. El trabajar en grupo facilita la discusión y activa a los participantes a comentar y opinar aún en aquellos temas que se consideran como tabú, lo que permite generar una gran riqueza de testimonios (Hamui Sutton & Varela, 2013).

<sup>11</sup> Kitzinger J. Qualitative Research: introducing focus group.

En la literatura se encontró que estos grupos focales pueden ser integrados de 12 a 4 participantes. El número que yo establecí es un total de 10 participantes.

**Modelos para la evaluación de la calidad para productos derivados del software según la normas ISO / IEC 9126 y 25000**



En la conjunción estos modelos se basan en la evaluación de acuerdo con las 6 partidas siguientes. De las cuales solo se tomaron en cuenta para el desarrollo del instrumento de medición y evaluación la Funcionalidad, la Usabilidad y la Portabilidad, porque son las que mejor se adecuan al tipo de producto generado así como las características a evaluar.

Calidad					
Funcionalidad	Fiabilidad	Usabilidad	Eficiencia	Mantenibilidad	Portabilidad
Adecuación Interoperabilidad Seguridad de acceso Cumplimiento de la funcionalidad	Madurez Tolerancia a fallos Capacidad de recuperación	Capacidad para ser entendido Capacidad para ser aprendido Capacidad para ser operado	Utilización de recursos	Capacidad para ser analizado Capacidad para ser cambiado Estabilidad Capacidad para ser probado	Instalación Cumplimiento de portabilidad

**Instrumento de medición: Diseño de la encuesta y descripción del proceso**

El instrumento de medición será una encuesta sobre la opinión de usuarios ante el producto (o plugin) y se basa principalmente en los dos modelos referentes a la calidad de productos derivados de software descritos línea arriba.

- La encuesta se llevará acabo de manera virtual en una sola ronda.
- Los resultados serán almacenados en una base de datos en Microsoft Excel.
- En la obtención de los resultados: se emplearán los principales estadísticos: que serán medidas de tendencia central y dispersión: Media, mediana, moda, máximo, mínimo y desviación típica. La media y la mediana nos indica la tendencia central de la distribución o conjunto de respuesta de expertos, al igual que la moda.

Métricas		
Máxima importancia  Menor importancia	<b>CARACTERÍSTICAS POR PRODUCTO</b>	<b>PUNTAJE</b>
	Funcionalidad	40
	Usabilidad	24
	Portabilidad	16
	<b>Total</b>	<b>80</b>
Máxima importancia  Menor importancia	<b>CARACTERÍSTICAS POR PROCESO</b>	<b>PUNTAJE</b>
	Planificación de sistemas	
	Organización	
	Controles generales	
	Metodología de desarrollo de sistemas	
	Entrega e implementación del sistema	
	Administración de la documentación	
<b>Total</b>	<b>20</b>	

Fuente: Propia

En las tablas anteriores: de lado izquierdo se muestran los puntajes asignados por máxima a menor importancia desde la perspectiva del usuario.

La tabla de lado izquierdo para la verificación del proceso de desarrollo de software desde la perspectiva de usuario y la de lado izquierdo estoy adicionando para verificación del proceso de desarrollo de software desde la perspectiva de ingeniería de software. Que pueda validar el proceso que se está desarrollando, y que esto posteriormente le pueda ayudar a compañeros del posgrado de arquitectura que tengan productos similares.

Así mismo, se evaluará si se logró eficientizar el proceso de diseño para estos sistemas de detección de incendios de acuerdo con apoyo del plugin propuesto. De acuerdo con el siguiente resumen de puntajes:



- Análisis de resultados
- Feedback a software (Según el método scrum)
- Conclusiones finales.

**Elección de participantes (10 Participantes):**

A continuación, se describen los perfiles de los participantes.

6 participantes:

- Cocimiento de arquitectura y aplicaciones BIM
- Conocimiento de sistemas de detección de incendios
- Conocimiento del software Autodesk Revit

2 participantes:

- Conocimiento de ingeniería y metodología de desarrollo de software

VII. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN  
(DESDE LA PERSPECTIVA DE USUARIOS)

**Objetivo:** El siguiente instrumento tiene como finalidad obtener la percepción del usuario del plugin, y de qué manera éste cumple con las necesidades y requerimientos para los que fue creado.

**Instrucciones:** Marque con una "X", en la casilla que lo requiere y llene los espacios en blanco de forma clara, precisa y concisa.

**Datos generales:**

Usuarios				
Nombre:				Funciones más frecuentes que desempeña en el plugin (Ser breve):
Sexo:	Masculino		Fecha:	
	Femenino		Lugar:	

## 1.USABILIDAD

a) Inteligibilidad							
N.	Preguntas	No aplica	Nunca	Pocas veces	Casi siempre	Siempre	
	¿Presentó alguna dificultad para entender las tareas a realizar en el sistema de información?			0,5	1	2	
	¿Las advertencias o mensajes de error son precisos?			0,5	1	2	
	¿Las advertencias o mensajes de error proponen una solución?			0,5	1	2	
	¿Las advertencias o mensajes de error utilizan un lenguaje no técnico o informático?			0,5	1	2	
	¿Qué tanta complejidad encuentra al desarrollar una tarea específica en sistema?			0,5	1	2	
							10
b) Facilidad de aprendizaje							
	¿Se entiende que datos se deben ingresar cuando un formulario del sistema se lo solicita?			0,5	1	2	
	¿Desde cualquier punto en el sistema, se puede cerrar sesión?			0,5	1	2	
	¿En caso de que el proceso requiera de varios pasos, es posible volver a los anteriores y cambiar datos?			0,5	1	2	
	¿El lenguaje usado en todo el sistema es estándar?			0,5	1	2	
	¿Se dan indicios o ayudas para completar información compleja?			0,5	1	2	
	¿El sistema le solicita volver a escribir la información solicitada anteriormente?			0,5	1	2	
	¿Es fácil de recordar como ejecutar varias tareas en el sistema?			0,5	1	2	
							14
c) Operabilidad							
N.	Preguntas	No aplica	Nunca	Pocas veces	Casi siempre	Siempre	
	¿El sistema tiene las funciones necesarias para trabajar con él?			0,5	1	2	
	¿Al hacer una petición al sistema, este se tarda en mostrar los resultados?			0,5	1	2	
	¿El sistema funciona de acuerdo con el trabajo a realizar?			0,5	1	2	
	¿Se observa fluidez al manipular el sistema?			0,5	1	2	
							10
d) Atractividad							
	¿El texto que se muestra en el sistema es legible y comprensible?			0,25	,5	1	
	¿Se despliega información excesiva?			0,25	,5	1	
	¿Los títulos son distintivos y descriptivos?			0,25	,5	1	
	¿Se hace uso de ventanas emergentes para mostrar información y mensajes de importancia?			0,25	,5	1	
							4
e) Cumplimiento de la usabilidad							
	¿Qué tan difícil considera usted que se le hizo aprender a manipular el sistema?			0,25	,5	1	
	¿Se le hace muy tedioso realizar una o varias tareas y/o procesos en el sistema de información?			0,25	,5	1	
							2

TOTAL = 40

## 2. FUNCIONALIDAD

a) Precisión						
N.	Preguntas	No aplica	Nunca	Pocas veces	Casi siempre	Siempre
	¿La información generada por el sistema, está de acuerdo con la requerida o necesitada por usted?			2	4	6
b) Idoneidad						
	¿Considera usted que el sistema cumple con las condiciones necesarias para desempeñar su trabajo/actividad?			1	2	4
c) Interoperabilidad						
	¿Es necesario acceder a información guardada o generada desde otro sistema de información?			1	2	4
	¿Considera usted que la información que se genera en el sistema puede ser utilizada y/o manipulada en otros sistemas?			1	2	4
e) Cumplimiento de la funcionalidad						
N.	Preguntas	No aplica	Nunca	Pocas veces	Casi siempre	Siempre
	¿Qué grado de complejidad podría observar usted en cuanto al funcionamiento del sistema?			1	2	3
	¿Considera que hay tiempos muertos entre procesos y que podrían optimizarse dichos procesos?			1	2	3

TOTAL = 24

## 3. PORTABILIDAD

a) Precisión						
N.	Preguntas	No aplica	Nunca	Pocas veces	Casi siempre	Siempre
	¿Considera que puede operar y trabajar en el sistema de información desde cualquier lado en el que usted se encuentre?			1	2	4
b) Facilidad de instalación						
	¿Considera que la instalación del sistema es fácil o no necesita de una instalación previa para manipularlo y trabajar en él?			1	2	3
c) Coexistencia						
	¿Cree usted que el sistema de información es coexistente a medio en el que se ejecuta?			1	2	3
d) Intercambiabilidad						
	¿El sistema puede ser usado en lugar de otro producto o sistema, construido para el mismo propósito?			1	2	3
e) Cumplimiento de la portabilidad						
	¿Considera que el acceso al sistema de información desde diferentes lugares es propicio para realizar sus funciones?			1	2	3

TOTAL = 16

¡Muchas gracias por su colaboración!



### **3.6. Conclusiones**

Hasta aquí se han encontrado indicadores puntuales sobre los 5 grupos clasificados para el diseño de detección de incendios que son: Dispositivos de iniciación, dispositivos de anunciación, fuentes de alimentación eléctrica, control y alimentación del sistema. Los indicadores se manejan en rangos, coberturas, máximos, mínimos, en cuanto a dispositivos de anunciación visible coberturas, tipos de detectores de acuerdo con requerimientos del proyecto y restricciones sobre sus usos en condiciones de clima extremo. Se han analizado y adaptado los pasos del método Scrum para el desarrollo de aplicativos. En el siguiente capítulo se evidencia el desarrollo de los pasos anteriores en forma de propuesta y el desarrollo que se logró tener del aplicativo en esta etapa de maestría.

## CAPÍTULO 4.

### Propuesta sobre el desarrollo de un software BIM para sistemas de detección de humos y alarmas

Plug-in para automatización y gestión del diseño de sistemas contra incendio en BIM con paquetería de Autodesk Revit delineado con los estatutos de las normativas vigentes nacionales en México y las NFPA de EE.UU.

#### 4.1. Interfaz grafica, nombre del software y manifiesto

Aplicación: DetFireBIM

Revit Plataforma: Arquitectura, MEP

Revit Versión: 2020

Lanzado por primera vez para: 2020.1

Versión: 1.0

Lenguaje de programación: C#

Nivel de habilidad: Medio

Categoría: MEP

Tipo: ExternalApplication

Logo:



Asunto:

Automatizando el diseño de sistemas de detección de humos de acuerdo con normativas mexicanas e internacionales. Emplazamiento de detectores de acuerdo con el área y altura del room o habitación y posterior análisis de coberturas para detectores de humo y temperatura, así como estaciones manuales, evidenciando zonas críticas. Análisis de coberturas de dispositivos de anunciación visual, evidenciando zonas críticas. Análisis de coberturas de dispositivos de anunciación sonora, evidenciando zonas críticas. Cálculo de alimentación eléctrica primaria y cálculo de alimentación secundaria para un estado de operación en 24 horas sin energía eléctrica y 2 horas funcionando el sistema. Se contempla para esta etapa solo edificios cuyo giro sea habitacional, comercial y oficinas.

### **Algoritmo:**

```
// Obtener el documento activo de Revit
//Almacenar información del proyecto, referente a la detección de humos y alarmas, incluye
seleccionar el tipo de clima del emplazamiento del proyecto (solo hay tres opciones: climas
extremos, climas templados y climas cálidos húmedos); Nombre del proyecto; Tipo de giro del
edificio, etapa del proyecto (nivel de desarrollo del proyecto), metros cuadrados de
construcción, numero de cajones de estacionamiento, y numero de habitantes (usuarios).
```

```
*// datos recuperados del proyecto: Numero de cajones de estacionamiento, cuartos de riesgo,
metros cuadrados de construccion
```

```
// Crear una lista para obtener y almacenar las habitaciones (rooms)
```

Detectores

```
//Evaluar la geometría de las habitaciones de acuerdo con los parámetros obtenidos de las
normativas
```

```
//emplazamiento de detectores, diferenciando dos tipos mediante un parámetro compartido,
dependiendo sí el nombre del room es una habitación genérica o si el nombre es igual a alguna
de los siguientes tipos de habitaciones: Cuarto de máquinas, cuartos eléctricos y cocinas, para
estos casos se emplazará un detector de temperatura, para el resto serán detectores de humos.
//Emplazamiento de estaciones manuales. Se pide al usuario seleccionar una posición en la
pantalla que tenga un host (muro) y se contemplaran como constantes las dimensiones de
emplazamiento que marca la norma
```

Alarmas (Sirenas estrobo)

```
// emplazamiento de sirenas estrobo, la interfaz selecciona sirena o estrobo y la interfaz pide
seleccionar un host (muro o plafón) para insertar el elemento de acuerdo con los parámetros
normativos. Manda un mensaje de error si no encuentra alguno de estos dos tipos de host.
```

Cálculo de caída de tensión

```
// Dependiendo de la distancia máxima para alimentar al ultimo dispositivo se calcula que caída
de tensión tiene el sistema eléctrico para proponer un calibre de cable adecuado.
```

Cálculo de baterías del panel principal, fuentes de poder y amplificadores

```
//Tomando como base Excel de dos marcar securiton y edwars, este plug-in interactúa con el
dato final de la hoja de cálculo para reflejarlo en el informe.
```

```
//Descarga de informe o memoria descriptiva
```

De acuerdo con los datos de inicio, caída de tensión, cálculo de baterías del sistema y propuesta del diámetro de tubería, se puede descargar una plantilla de informe de un sistema para análisis preliminar.

**Resumen:**

1. Siembra detectores y analiza coberturas.
2. Analiza coberturas de dispositivos de anunciación visual y sonora.
3. Cálcula fuente alimentación eléctrica primaria y secundaria.
4. Taguea dispositivos
5. Exporta memoria descriptiva del proyecto

**Clases:**

Autodesk.Revit.DB.Mechanical.SpaceFilter  
Autodesk.Revit.DB.Architecture.RoomFilter  
Autodesk.Revit.DB.ElementCategoryFilter  
Autodesk.Revit.DB.FilteredElementCollector  
Autodesk.Revit.DB.LogicalOrFilter  
Autodesk.Revit.DB.Architecture.Room  
Autodesk.Revit.DB.Mechanical.Space  
Autodesk.Revit.DB.BuiltInCategory  
Autodesk.Revit.DB.SpatialElementGeometryCalculator  
Autodesk.Revit.DB.SpatialElementGeometryResults  
Autodesk.Revit.DB.SpatialElementBoundarySubface  
Autodesk.Revit.DB.Solid  
Autodesk.Revit.DB.Face  
Autodesk.Revit.IU  
Autodesk.Revit.Attributes

**Archivos de proyecto:**

.exe

**Descripción:**

Este archivo contiene una clase Rooms que hereda de la interfaz IExternalApplication que significa que es una aplicación que se desarrolla desde visual studio e implementa el método Boundary; para recuperar las geometrías de una habitación en dos dimensiones y el método level para saber la altura de entre piso y asignar una altura al detector.

La clase FamilySymbol para insertar la familia.

**Funcionalidades:**

Detectores

- Recupere todas las habitaciones (espacio) compruébelos por separado.
- Seleccionar primero habitaciones que sean: Cuartos electromecánicos y cocinas. A estos se les asigna detector de calor. Al resto, detector de temperatura.
- Recupera el área de la habitación, evalúa esta área
- Si el área es  $\leq 70\text{m}^2$  entonces emplaza un detector en el centro de la habitación en roof o ceiling.
- Si el área es  $> 70\text{m}^2$  entonces evalúa el perímetro, según sus lados genera puntos medios de las caras o faces traza perpendiculares o offsets y distribuye puntos. El primero separado de 4m de ambos extremos los subsiguientes cada 9m.
- Si la distancia entre primeros dos extremos es menos que 18m no coloca nada, si la distancia es igual a 9m coloca un detector en este punto

**Implementación que se tomó con referencia del ejemplo de plug-in en el foro de la api de Revit:**

- Para recuperar todos los elementos Room en el documento actual, se crea RoomFilter
- Para recuperar la geometría de salas y espacios, se utiliza SpatialElementGeometryCalculator. Construya este objeto y pase cada elemento a su método CalculateSpatialElementGeometry().
- Se obtiene el sólido que representa la sala/espacio de SpatialElementGeometryResults.GetGeometry()
- Para obtener Caras del objeto sólido, se usa la propiedad Solid.Faces .
- Para cada cara, obtenga el SpatialElementBoundarySubface(s) relacionado(s) de SpatialElementGeometryResults.GetBoundaryFaceInfo().
- Para ver si el elemento límite es un techo ElementFilter.PassesElement() - usin ElementCategoryFilter (BuiltInCategory for Roof y Roof Soffit se OST\_Roofs y OST\_RoofSoffit por separado)..
- Elements.Face es una clase base; las clases derivadas son PlanarFace, PlanarFace, ConicalFace, CylindricalFace, RevolvedFace, HermiteFace y RuledFace.
- Las propiedades PlanarFace.Origin y Normal se utilizarán para comprobar si dos caras planas son coincidentes. Tal vez las normales de las caras son opuestas, y luego podemos calcular la distancia del proyecto utilizando el método Face.Project (XYZ) para verificar si el punto está en la cara.
- Se utilizarán conicalFace.Axis, las propiedades Origin y el método get\_Radius(int) para comprobar si dos ConicalFaces son coincidentes.
- Se utilizarán CylindricalFace.Axis, las propiedades Origin y el método get\_Radius(int) para comprobar si dos CylindricalFaces son coincidentes.
- Las propiedades RevolvedFace.Axis, Origin yCurve se usarán para comprobar si dos RevolvedFace son coincidentes; para obtener puntos de curva, utilice el método Curve.Tessellate().
- Las propiedades HermiteFace.Points y MixedDerivs se pueden usar para comprobar si dos HermiteFaces son coincidentes.

- RuledFace.get\_Curve(int) y get\_Point(int) se pueden usar para recuperar la curva y los puntos de RuledFace y, a continuación, usar esos puntos y curvas para comprobar si dos RuledFaces son coincidentes.

## 4.2. Manual de usuario. En proceso

### Instrucciones:

1. Ejecute Revit, dibuje algunas habitaciones (espacios) y luego vincule los techos a ellos, puede ajustar los parámetros "Límite superior" y "Desplazamiento de límite" de Las habitaciones (espacios), "Nivel base" y "Desplazamiento base desde el nivel" de los techos. Un modelo de ejemplo de arquitectura (RoofsRooms.rvt) con Rooms y un modelo de ejemplo MEP (MEPRoofsRooms.rvt) con Space se proporcionan en la carpeta de proyecto de ejemplo.

2. Ejecute el comando externo, el comando mostrará los resultados de la comprobación de límites.

## 4.3. Publicación en Autodesk APP STORE



### Datos:

Código abierto

Gratuito

La API de Revit permite exportar un documento de Revit, o una parte del mismo, a varios formatos para su uso con otro software. La clase Documento tiene un método Export () sobrecargado que iniciará una exportación de un documento utilizando el exportador integrado en Revit (cuando esté disponible). Para necesidades más avanzadas, algunos tipos de exportaciones se pueden personalizar con un complemento de Revit.

Mediante el siguiente manifiesto.

```
public bool ExportViewToRTV ( documento de documento , vista de vista , nombre de ruta de cadena ) { RTVExportOptions dwfOptions = new RVTEExportOptions (); // exportar con cuadro de recorte y geometría de área y habitación
```

```
rvtOptions . CropBoxVisible = verdadero ;  
rvtOptions . ExportingAreas = true ;  
rvtOptions . ExportTexture = false ; ViewSet vistas = nuevo  
  ViewSet ();  
vistas . Insertar ( ver ); return ( documento . Exportar ( Ruta . GetDirectoryName ( ruta ), Ruta  
. GetFileNameWithoutExtension ( ruta ), vistas , rvtOptions )); }
```

#### 4.4. Conclusión sobre el producto

Se hizo una exploración exhaustiva de la construcción de un plug-in para Revit, en las anteriores líneas se alcanza a visualizar el alcance al que se llegó a desarrollar en esta fase de la maestría, no fue posible llegar a ejecutar de forma clara las líneas de código porque es necesario seguir ampliando los conocimientos de la api de Revit desde el punto de vista de un programador y seguir entendiendo la estructura de un producto de esta índole, sin embargo existe un avance significativo sobre el primer acercamiento con este tipo de productos desde la perspectiva de un arquitecto.

## CAPÍTULO 5.

### Potencial de análisis y procesamiento de BIG DATA

Actualmente se ha hecho necesario incorporar sistemas cibernéticos a todas las ramas de la vida diaria incluyendo el ejercicio profesional y la investigación especializada. Estamos ante una nueva revolución industrial conocida como industria 4.0. donde hay una tendencia inevitable de adaptarnos a los recursos tecnológicos que incluyen el internet, dispositivos siempre conectados e información por todos lados.

El potencial que existe sobre el tratamiento de datos masivos o Big Data en la industria de la construcción recae en la cantidad de datos generados por la humanidad y el provecho que últimamente se ha obtenido de ellos. Los datos ya no se contemplan como algo fijo cuya utilidad desaparecería en cuanto se alcanzaba el objetivo para el que habían sido recopilados. Por el contrario, los datos se están convirtiendo en la materia prima del negocio, capaz de crear una nueva forma de valor económico. En el siglo XX, el valor económico se desplazó de las infraestructuras físicas, como la tierra y las fábricas, a los intangibles, como las marcas y la propiedad intelectual. Estos se expanden ahora a los datos, que se están convirtiendo en un activo corporativo importante, un factor económico digital y el fundamento de nuevos modelos económicos (Mayer-Schonberger & Cukier, 2015).

Algunos datos importantes: Como antecedente la humanidad había producido antes de 2003 - 5 exabytes en la totalidad de la información, pero de 2003 en adelante generamos alrededor de 2.5 exabytes de datos todos los días con variación en los tipos de datos... desde los 2013 Google ya recibía más de 3 mil millones de consultas diarias de las cuales todas las ha archivado (Mayer-Schonberger & Cukier, 2015). Hay una tendencia a acumular enormes bases de datos de proyectos debido a los múltiples recursos de datos que provienen de varias partes interesadas. se pueden obtener a partir de correo electrónico, redes sociales, sensores teléfonos móviles, entre otros (Demirdogen, Isik, & Arayici, 2019).

¿Por qué muchas empresas en el mundo se están convirtiendo en negocios basados en datos? Si miramos a nuestro alrededor, muchos tipos de empresas pequeñas o grandes están pasando por una transformación digital. Lo único que importa para los propietarios es que su empresa se adapte a los nuevos modelos de negocios (Pellegrino & Bottiglieri, 2021)... Los datos son rentables hoy en día. Google y Facebook, por ejemplo, construyeron un imperio recopilando datos de las personas y analizándolos, por lo que hoy en día las empresas de publicidad pueden incluso predecir lo que compraremos mañana. Si intentamos recordar lo que nos encontrábamos haciendo o buscando en internet en mayo del 2009, seguramente no, pues Google lo hace. Los datos que proporcionamos a esas empresas son tan vastos que se ha encontrado el nuevo termino para nombrarlos "Big Data".

El salto hacia la digitalización no fue forzosamente desde que se inventó la primera computadora en 1950, si no desde que se empezó a difundir la web mundial en los años 90.

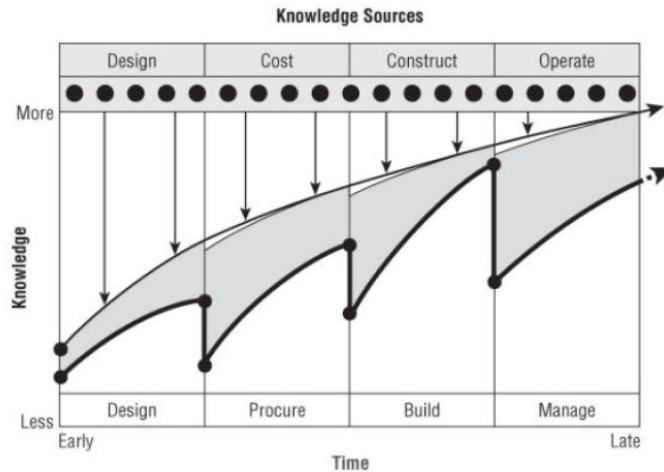


Desde entonces las compras, la banca, el trabajo, la salud, la educación, etc. Cambiaron para siempre... Los datos se están convirtiendo en una herramienta fundamental para conocer y comprender el mundo que nos rodea (Pellegrino & Bottiglieri, 2021).

Información referente a la industria de la construcción: un consultor en Shandong, China estimó que un ciclo de un proyecto genera alrededor de 10TB de datos (Xiao, Lui, & Ren, 2020). Por su parte, referente a la Industria de la construcción en los EE.UU. en 2019 ya se tenía alrededor de 51 petabytes y el promedio de datos almacenados en una firma son de 231 terabytes (Demirdogen, Isik, & Arayici, 2019)

Por su parte en el modelado de la información o (BIM) por cada vez un mayor número de despachos en la industria de la construcción en México y el mundo está representando un almacenamiento de datos completo y servicios de gestión porque BIM es una construcción digital (Demirdogen, Isik, & Arayici, 2019). Un modelo BIM que consta de información semántica y geométrica debe integrarse con otros métodos tanto para gestionar y obtener información necesaria sin crear un cuello de botella en el software. Los administradores de infraestructura que usan BIM en las fases operativas de un proyecto requieren recopilar ahora los datos dinámicos que producen demasiada información. En ese contexto Big Data analítica ha cobrado importancia para superar el volumen, variedad y velocidad en el procesamiento para la creación de datos BIM (Demirdogen, Isik, & Arayici, 2019).

La actual problemática sobre el desaprovechamiento de esto datos es porque existe una pérdida de datos en cada fase como se muestre en la figura siguiente realizada por (M. Bilal, et al., "Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends", *Advanced engineering informatics*, vol. 30(3), pp. 500-521, 2016.) según el estudio mientras que la línea negrita representa la utilización de métodos no colaborativos, la capa fina representa un entorno colaborativo utilizando BIM (Demirdogen, Isik, & Arayici, 2019). La línea negrita también muestra la pérdida de datos, para superar la pérdida de datos se debe utilizar un entorno BIM colaborativo. Si un entorno BIM se combina con Big Data analítica, los valores ocultos de BIM y todos los datos pueden ser extraídos, gestionados, clasificados, almacenados para su uso en diferentes proyectos.



**Figure 4. “The BIM curve shows loss of data without interoperability at project milestones” (Bernstein, [adapted from [20]])**

Qué pasaría si en la industria de la construcción en México sacáramos provecho de todos esos datos como lo han hecho otras industrias como la del cine y la publicidad y no solo la dejamos almacenada en discos duros tendríamos la oportunidad de mejorar de gran manera la industria.

Por lo anterior podemos observar que la industria de la construcción tiene un gran potencial sobre aprovechamiento de datos masivos, por la forma en la que estos se están generando de una manera exponencial. Y en la presente investigación se busca evidenciar de manera conceptual este potencial y crear un puente base sobre el Plug-in propuesto, para que posteriormente a esta investigación se pueda desarrollar un tratamiento de estos datos que se puedan almacenar en una base de datos en la nube y por último, se puedan explotar en la etapa de operación y mantenimiento de estos sistemas con un visualizador Big Data para medir el rendimiento, de los componentes ofrecidos por los proveedores en México, el rendimiento del sistema en sí, así como su eficiencia y eficacia.

### 5.1. Fundamentos del Big Data

El concepto Big Data o también conocidos como datos masivos, se acuñó en la década de los 2000 (Mayer-Schonberger & Cukier, 2015).

#### Definición

Big data analítica es un concepto que integra las 3V: volumen, variedad y velocidad. Según Demirdogen 2019, un terabyte es suficiente para describir un conjunto de datos como Big Data.

Por su parte Mayer y Cukier (en (Mayer-Schonberger & Cukier, 2015)) dicen que no existe una definición rigurosa. Solo que en un principio la idea era que el volumen de información

había aumentado tanto sobre todo en las últimas 3 décadas que la que se examinaba ya no cabía en la memoria que los ordenadores empleaban para procesarla, por lo que los ingenieros necesitaban modernizar las herramientas para poder analizarla. Por lo que este es el origen de nuevas tecnologías de procesamiento de datos como MapReduce de Google, y su equivalente de código abierto Hadoop que surgió de Yahoo.

*Los Big Data, los datos masivos se refieren a cosas que se pueden hacer a gran escala, pero no a una inferior, para extender nuevas percepciones o crear nuevas formas de valor. Pero esto no es más que el principio. La era de los datos masivos pone en cuestión la forma en que vivimos e interactuamos con el mundo. De la misma forma que el telescopio nos permitió vislumbrar el universo y el microscopio nos permitió comprender los genes, las nuevas técnicas de recopilación y análisis de enormes volúmenes de datos nos ayudaran a ver el sentido de nuestro mundo que apenas intuimos (Mayer-Schonberger & Cukier, 2015).*

Los tipos de datos pueden estar de forma estructurada, no estructurada, o semiestructurada, los datos tabulares se consideran datos estructurados. Los videos, imágenes, sensores en los edificios y otros datos visuales son ejemplos de datos no estructurados (Demirdogen, Isik, & Arayici, 2019).

*Antes de los datos masivos (incluso hoy en nuestros días), nuestro análisis se limitaba habitualmente a someter un reducido número de hipótesis que definíamos con precisión antes incluso de recopilar datos. Desde el siglo XIX la sociedad ha dependido de las muestras cuando ha tenido que hacer frente a cifras elevadas. Sin embargo, la necesidad del muestreo es un síntoma de escasez informativa, un producto de las restricciones naturales sobre la interacción con la información durante la era analógica (Mayer-Schonberger & Cukier, 2015).*

Esencialmente los datos masivos consisten en hacer predicciones...Los datos masivos están distribuidos en innumerables servidores del mundo.

Según el método de Min Chen y Thomas Erl, la estructura de Big data se separó en 5 pasos y todos los pasos incluyen subprocesos: **1. Capa de datos** (los datos recopilados de diferentes recursos son clasificados en estructurados, no estructurados y semiestructurados) **2. Capa de agregación de datos**, 3 pasos importantes: a) se leen los datos de diferentes recursos; b) "motores de transformación" os datos recopilados, que pueden estar en diferentes formatos (datos estructurados, semiestructurados y no estructurados), se convierten a un "formato de datos estándar"; c) los datos procesados se transfieren a bases de datos que se utilizan en el big data. Por lo tanto, se pueden realizar análisis avanzados. **3. Capa de análisis los datos** registrados en las bases de datos se procesan en computación paralela para hacer un análisis. **4. Capa exploración de información**, los usuarios obtienen los resultados de los análisis para tomar decisiones informadas. **5. Capa de gobierno de datos**: administración del ciclo de vida de los datos, privacidad y seguridad (Demirdogen, Isik, & Arayici, 2019).

## 5.2. Aplicaciones de Big data en la industria de la construcción.

Con el término Big Data, se hace referencia a la tecnología que permite, de manera sistemática, trabajar con grandes conjuntos de datos. Se habla de cantidades de información que no pueden ser procesadas por las herramientas tradicionales.

Entre las funcionalidades de Big Data, nos encontramos con:

- Captura de datos.
- Almacenamiento.
- Análisis.
- Búsqueda.
- Intercambio.
- Transferencia.
- Visualización.
- Consulta.
- Actualización.
- Privacidad de la información.
- Fuentes de datos.

Elementos más específicos referentes al flujo de trabajo en BIM desde Revit.

Podemos automatizar,  
Documentación

Modelo de suelos y techos a partir de modelado de muros y establecimiento de los conocidos como habitaciones.

Podemos analizar:

Ciclos de vida y costos energéticos antes de que se construya determinado proyecto.  
Analizar comportamientos de áreas de acuerdo con la normatividad del sitio.

Con el mismo análisis podemos graficar los mismos comportamientos de áreas, alturas y volúmenes

En resumen, el tratamiento de esta información básicamente puede servir para analizar, mejorar la toma de decisiones soportada por datos y automatizar flujos de trabajo repetitivos, tediosos y reorganizar los tiempos y recursos para mejorar todo el ciclo de diseño, construcción, operación y mantenimiento hasta la demolición de las edificaciones.

### **5.3. Listado de beneficios de análisis y procesamiento Big Data**

Algunos sectores están posicionados para obtener mayores ganancias con el uso de Big Data.

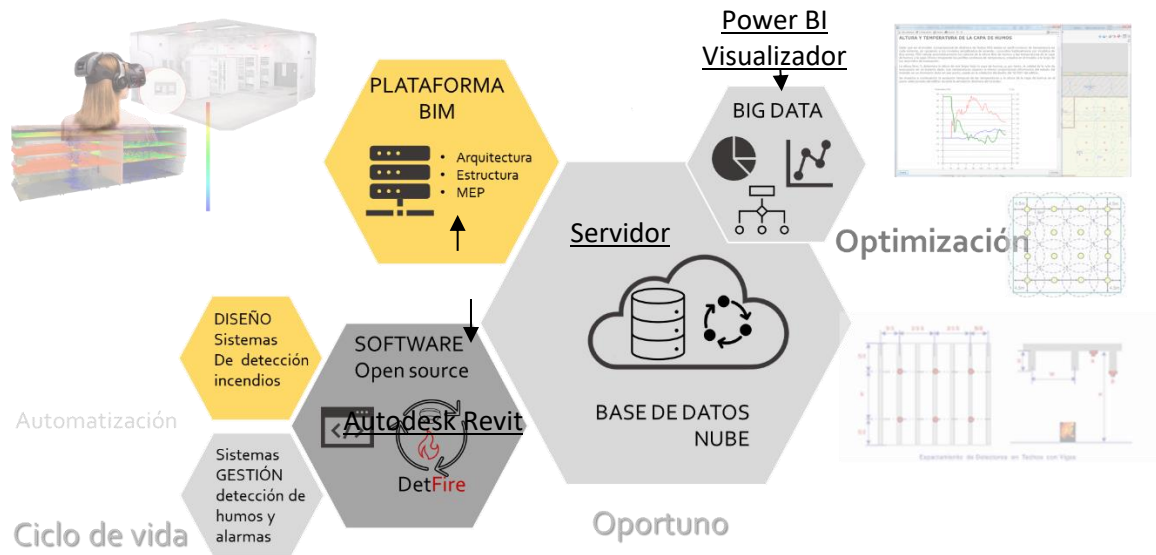
La aplicación de Big Data analítica presenta características importantes para su uso en la industria de la construcción.

Para descubrir las causas fundamentales de la construcción deficiente, el rendimiento de los proyectos, para realizar consultas en tiempo real, para mejorar el proceso en la toma de decisiones, mejorar la productividad, revelar nuevos diseños y servicios en la industria de la construcción (Demirdogen, Isik, & Arayici, 2019).

- Relaciones con el cliente
- Inteligencia de negocios (negocios precisos, mejor planificación y previsión e identificación de raíz de causas de los costos) detecciones de fraude, cuantificación de riesgos, tendencias del mercado y decisiones en tiempo real.
- Conocer el comportamiento de los clientes a partir de clics (Demirdogen, Isik, & Arayici, 2019).
- Identificación de nuevos mercados
- Cumplimiento de normativas
- Más competitivo y extrayendo valor significativo
- Diferenciación de producto
- Mayor productividad
- Gestión eficiente de recursos
- Tener mejores aciertos en las predicciones sobre diferentes comportamientos del consumidor.

Soluciones en la nube y los centros de datos

**5.4. Diagrama para la construcción de base de datos inteligente operable con software BIM desarrollado.**



En el gráfico presente se muestra el diagrama conceptual de a dónde va la presente investigación.

Este plugin propuesto es operable con una metodología que ya demandan los mercados internacionales de construcción. En ese apartado posterior se buscará que los datos construidos por usuarios en tiempo real desde el Plug-in operable en Revit puedan almacenarse en una base de datos en la nube y posteriormente se hará un visualizador de análisis Big Data como Power BI de estos datos construidos por usuarios en tiempo real, que permitirán comparar y visualizar el diseño con lo que se instaló de manera real en la obra y con lo que se encuentra en operación para los sistemas de detección de incendios. Así como hacer comparativas de eficiencias de dispositivos, respuestas ante incendios, etc.

## CONCLUSIONES GENERALES

### Sobre el diseño de sistemas de detección de incendios:

-La literatura ayudo a sustentar la relevancia de retomar desde la arquitectura el mejoramiento del proceso de diseño de sistemas de detección de incendios, automatizando dicho proceso de diseño, por dos puntos principales:

-Existen códigos nacionales (como la constitución en su artículo 4) e internacionales que demarcan el derecho del ciudadano a habitar en espacios seguros (que no solo tienen que ver con la delincuencia si no también con los fenómenos naturales y artificiales) y con calidad interior, y la arquitectura toma parte de estos elementos normativos para su ejercicio.

-La arquitectura es una disciplina que si bien su principal función entre otras cosas es crear y recrear espacios habitables una de parte de ello es que los espacios también tengan la característica de ser seguros: desde que los elementos estructurales y divisorios sean estables ante fenómenos naturales también lo sean ante fenómenos artificiales. El fuego como fenómeno artificial que representa uno de los mayores riesgos en los inmuebles y puede generar graves pérdidas humanas y materiales. Atacar a este fenómeno artificial desde el mejoramiento del diseño con la conjunción de la tecnología y las normativas no solo amplia el campo de actuación de la arquitectura, nos hace más conscientes de este fenómeno con un elevado nivel de riesgo nos ayuda a incluir estos sistemas de prevención en nuestro proyectuar\* y lo que nos lleva al siguiente punto,

### Sobre el producto:

-Podemos descartar la importancia de integrar herramientas, procesos en estos flujos tecnológicos actuales para prepararnos mejor ante las demandas del mercado pero sobre todo para mejorar nuestro quehacer arquitectónico, y aunque si bien de momento el plugin es para un sistema de instalaciones de detección de incendios, pueden retomarse como modelo metodológico para el proceso de diseño arquitectónico en general, donde estas tecnologías nos ayudaran a reducir las brechas de abstracción del diseñador sobre las normativas e información relevante y la aplicación directa de estas, mejorando la objetividad del proyecto.

-En el sentido de incorporar nuevas herramientas para mejorar nuestro quehacer arquitectónico me encontré con la reciente visión de análisis con perspectiva de la IA (inteligencia artificial) que esta revolucionando la forma en la que abordamos el quehacer arquitectónico y sus múltiples problemáticas en todas las dimensiones. Y su uso cada vez más explorado está siendo capaz de cambiar de manera significativa la propuesta de estos complementos de software que se basan en una programación básica en vez la incorporación de la inteligencia artificial aborda también el aprendizaje máquina que retroalimentando bases de datos mejorando sus respuestas y análisis de manera muy progresiva.

- Se hizo una exploración exhaustiva de la construcción de un plug-in para Revit, Se busco madurar lo más que se pudo el desarrollo de dicho producto sin embargo, no fue posible llegar a ejecutar de forma clara las líneas de código porque es necesario seguir ampliando los conocimientos de la api de Revit desde el punto de vista de un programador y seguir

entendiendo la estructura de un producto de esta índole, sin embargo existe un avance significativo sobre el primer acercamiento con el desarrollo este tipo de productos desde la perspectiva de un arquitecto.

#### Prospectiva

Se busca continuar con el desarrollo e implementación del producto y con la propuesta de tratamiento de datos masivos o big data.

Parte de fuente de información sería a través de los datos construidos por usuarios del plugin DetFireBlm en tiempo real.

Este tipo de producto puede ser aplicado tanto en el sector público y privado, desde la dirección de obras de la unam, el servicio de transporte colectivo en el metro de la cdmx y en despachos privados que por la magnitud de los proyectos por normativa tengan que incorporar estos sistemas.



## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**BIM. Building Information Modeling.** Es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción en su ciclo de vida. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D).

**BAM. Building Assembly Modeling.** Según Patrick MacLeamy es la fase siguiente después del diseño se construcción que se refiere al ensamblaje del edificio dice que de forma representativa por cada dólar que se gasta en la fase de diseño, se gastan otros 20 adicionales en la etapa constructiva del proyecto. Esta etapa es utilizada por los contratistas.

**BOOM. Building Optimization Operation Modeling.** También según Patrick MacLeamy menciona que es la fase que le sigue al BAM. Corresponde a la parte de operaciones y mantenimiento del edificio. Así como se gastan 20 dólares en la etapa constructiva para esta etapa de mantenimiento se gastan 60 más, alrededor de 50 años.

**Big data. Datos masivos, macrodatos.** Se refieren a cosas que se pueden hacer a gran escala, para extraer nuevas percepciones o crear nuevas formas de valor.

Big data es un término que describe el gran volumen de datos – estructurados y no estructurados – que inundan una empresa todos los días. Pero no es la cantidad de datos lo importante. Lo que importa es lo que las organizaciones hacen con los datos. El big data puede ser analizado para obtener insights que conlleven a mejores decisiones y acciones de negocios estratégicas. Los big data están brotando por todas partes y utilizándolos adecuadamente proporcionaran una gran ventaja competitiva a las organizaciones y empresas.

**Internet de las cosas. IoT.** es un concepto que se refiere a una interconexión digital de objetos cotidianos con internet.

**Minería de datos.** Es un campo de la estadística y las ciencias de la computación referido al proceso que intenta descubrir patrones en grandes volúmenes de conjuntos de datos.<sup>12</sup> Utiliza los métodos de la inteligencia artificial, aprendizaje automático, estadística y sistemas de bases de datos. El objetivo general del proceso de minería de datos consiste en extraer información de un conjunto de datos y transformarla en una estructura comprensible para su uso posterior.

**Automatización.** Merriam Webster sugiere una interesante definición de automatización: método de controlar automáticamente la operación de un aparato -artefacto, proceso o sistema integrado por diversos componentes a través de medios mecatrónicos electrónicos y computacionales (ST Derby, 2005, pp. 8).

**Gestión.** El término gestión es utilizado para referirse al conjunto de acciones, o diligencias que permiten la realización de cualquier actividad o deseo. Dicho de otra manera, una gestión se refiere a todos aquellos trámites que se realizan con la finalidad de resolver una situación o materializar un proyecto. En el entorno empresarial o comercial, la gestión es asociada con la administración de un negocio.

**Ciclo de vida de un proyecto BIM.** Comprende todas las fases implicadas en un proyecto desde la fase de anteproyecto en la etapa de diseño, pasando por su construcción, control de costos y tiempos en la etapa de construcción/dirección de obra. Hasta llegar

**Enfoque sistémico:** representa la secuencia lineal de acontecimientos. En el camino pueden aparecer "ramas", pero siempre es una secuencia de pasos que necesitamos realizar. tiene como punto principal el concepto del sistema, que es un conjunto de elementos interrelacionados con un objetivo común.

**Eficiencia.** Es la 'capacidad de disponer de alguien o algo para conseguir el cumplimiento adecuado de una función

**Recursos.** es una fuente o suministro del cual se produce un beneficio. Normalmente, los recursos son materiales u otros activos que son transformados para producir un beneficio y en el proceso pueden ser consumidos o no estar más disponibles.

**TRL.** Niveles de Madurez tecnológica. son los bloques constitutivos de un método para estimar la madurez de las tecnologías durante la fase de adquisición de un programa, este concepto fue desarrollado en la NASA durante la década de 1970. El uso de TRLs permite discusiones consistentes y uniformes sobre la madurez técnica en diferentes tipos de tecnología.<sup>1</sup> El TRL de una tecnología se determina mediante una Evaluación de Madurez Tecnológica (TRA) donde se examinan los conceptos del programa, los requisitos y las capacidades tecnológicas demostradas

**NFPA.** National Fire Protection Association. es una organización fundada en Estados Unidos en 1896, encargada de crear y mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio, capacitación, instalación y uso de medios de protección contra incendio, utilizados tanto por bomberos, como por el personal encargado de la seguridad. Sus estándares conocidos como National Fire Codes recomiendan las prácticas seguras desarrolladas por personal experto en el control de incendios.

**RTI.** Índice de tiempo de respuesta

**ADS.** Espacios acústica mente distinguibles.

**UPS-** Suministros de energía ininterrumpida (Uninterruptible Power Supplies).

**SLC. Signaling Line Circuits. Clase A, Clase B. Clase N o clase X pag 126**

**SLC. Clase A. pag 76**Una vía debe ser designada como clase A cuando se desempeño sea el siguiente:

1. Incluye una vía redundante

2. La capacidad operativa continua al producirse una única apertura, y la única falla de apertura debe derivar en el aviso de una señal de falla

**NOM-002-STPS-2010.** Norma Oficial Mexicana para las Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

Sistemas de detección de incendios. Están diseñados para detectar la presencia no deseada de fuego, mediante la supervisión de los cambios ambientales asociados con la combustión. En general, un sistema de alarma contra incendios se clasifica según sea accionado automáticamente, accionado manualmente, o ambos. Los sistemas de alarma automática de incendios tienen la intención de notificar a los ocupantes del edificio para evacuar en caso de incendio u otra emergencia, informar del hecho a un lugar fuera de las instalaciones con el fin de llamar a los servicios de emergencia, y para preparar la estructura y sistemas asociados para controlar la propagación del fuego y del humo

**Construcción 4.0.** Es un cambio total de paradigma que se asienta sobre dos pilares fundamentales: La industrialización de los procesos constructivos. Y la digitalización que transformará los diferentes modelos de negocios. Una visión general que nos acerca cada día a la industrialización del sector por medio de innovaciones revolucionarias provenientes de otras industrias como, por ejemplo, la automovilística

**Software libre. Open source.** Otorga a los usuarios de manera adecuada las denominadas cuatro libertades: libertad de usar, estudiar, distribuir y mejorar, de lo contrario no se trata de software libre.

**Software de propietario o privativo.** Por el contrario, al software libre no existe una forma libre de acceso a su código fuente, el cual solo se encuentra a disposición de su desarrollador y no se permite su libre modificación, adaptación o incluso lectura por parte de terceros.

**C#.** Es un lenguaje de programación multiparadigma desarrollado y estandarizado por la empresa Microsoft como parte de su plataforma .NET. Es uno de los lenguajes de programación diseñados para la infraestructura de lenguaje común.

**Microsoft Visual Studio.** Es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para Windows y macOS. Es compatible con múltiples lenguajes de programación, tales como C++, C#, Visual Basic .NET, F#, Java, Python, Ruby y PHP. permite a los desarrolladores crear sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno compatible con la plataforma .NET.

**Api Revit.** API son las siglas en inglés de «Application Programming Interface». «Revit API» y programación en Revit son la misma cosa. Incluso se podría decir que el API son los «macros» de Revit (aunque en realidad el tema va un poco más allá).

**Autodesk Revit.** es un software de Modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling), para Microsoft Windows, desarrollado actualmente por Autodesk. Permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico.

**Power BI.** significa Power Business Intelligence, y es un software que proporciona a los usuarios que no tienen conocimientos de programación un conjunto de herramientas para visualizar, generar informes y compartir datos. La interfaz de usuario es bastante intuitiva para los usuarios que ya tienen un poco de experiencia con Excel. Power BI se usa a menudo para encontrar información dentro de los datos de nuestra organización. Puede ayudarnos a conectar diferentes conjuntos de datos y crear imágenes y gráficos atractivos.

**MEP.** Se refiere a las tres disciplinas de ingeniería con las que trabaja Revit, Mechanical, Electrical & Plumbing.

**Diagrama de flujo.** diagrama de actividades es la representación gráfica de un algoritmo o proceso. Se utiliza en disciplinas como programación, economía, procesos industriales y psicología cognitiva.

**Algoritmo.** En matemáticas, lógica, ciencias de la computación y disciplinas relacionadas, es un conjunto de instrucciones o reglas definidas y no-ambiguas, ordenadas y finitas que permite, típicamente, solucionar un problema, realizar un cómputo, procesar datos y llevar a cabo otras tareas o actividades.<sup>2</sup> Dados un estado inicial y una entrada, siguiendo los pasos sucesivos se llega a un estado final y se obtiene una solución.

**Test Unitario o prueba unitaria.** es una forma de comprobar el correcto funcionamiento de una unidad de código. Por ejemplo, en diseño estructurado o en diseño funcional una función o un procedimiento, en diseño orientado a objetos una clase. Esto sirve para asegurar que cada unidad funcione correcta y eficientemente por separado.

**MapReduce.** Es un modelo de programación para dar soporte a la computación paralela sobre grandes colecciones de datos en grupos de computadoras y al commodity computing. Creada por google.

**Apache Hadoop.** Es un entorno de trabajo para software, bajo licencia libre, para programar aplicaciones distribuidas que manejen grandes volúmenes de datos (big data).<sup>1</sup> Permite a las aplicaciones trabajar con miles de nodos en red y petabytes de datos. Hadoop se inspiró en los documentos de Google sobre MapReduce y Google File System (GFS).

## BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA

- A. Mocada, J. (2021). NFPA Journal en español. *La revista de la National Fire Protection Association*, 1-2. Obtenido de <https://www.nfpajla.org/columnas/punto-de-vista/405-sistemas-de-deteccion-de-incendios>
- Astigarraga, E. (2003). El método Delphi. *Facultad de CC.EE. y Empresariales. ESTE*, 14.
- Autodesk. (17 de Noviembre de 2013). *Autodesk WikiHelp*. Obtenido de <http://wikihelp.autodesk.com/Revit/enu/2014/Help/3665-Developers>
- Bueno, G. (2019). La interfaz intuitiva de monitoreo y control a gran escala. *ContraIncendio*, 54.
- Cianciulli, P. L. (1981). *Inceñdios florestais : prevenção e combate*. São Paulo: Livraria Nobel.
- D+S. (2019). *web.archive*. Obtenido de D+S Diagnóstico y soluciones: <https://web.archive.org/web/20160122141105/https://www.diagnosticoysoluciones.com/sobre-nosotros/>
- Demirdogen, G., Isik, Z., & Arayici, Y. (2019). Building Information Modeling (BIM) and BIG Data Analytics for Construction Industry. *International Journal of Advances in Mechanical and Civil Engineering*, 7.
- editores, L. (2019). Normas y certificaciones contra incendios. *Revista contra incendio*, 2.
- Espinoza Meza, A. A. (2013). *Manual para elegir una metodología de desarrollo de software dentro de un proyecto*. Pirua: UNIVERSIDAD DE PIRUA.
- Grupo SACA. (2020). *SACA.COM*. Obtenido de <https://saca.com.mx/es/>
- Hamui Sutton, A., & Varela, R. M. (2013). "La técnica de los grupos focales". *Elsevier*, 55-60.
- Hauri, D. (2021). *Helbling Group*. Obtenido de <https://www.helbling.ch/reference/software-for-fire-detection-technology/?lang=en>
- Honeywell. (2015). Introducción a la tecnología básica del sistema de detección de humos. Todos los derechos reservados. CDMX, México.
- Mancuzo, G. (10 de Julio de 2020). *Compara Software*. Obtenido de <https://blog.comparasoftware.com/fases-metodologia-scrum/>
- Mayer-Schonberger, V., & Cukier, K. (2015). *Big Data, La revolución de los datos masivos*. Madrid: Turner Noema.
- Negrete Ramos, D. M. (2019). Urge dotar de infraestructura al proceso de evaluación de la conformidad. *Contraincendio*, 16-19.
- Nery González, P. A. (2019). Focos rojos. *Contraincendio*, 46-47.
- NFPA Spanish. (2020). *National Fire Protection Association*. Obtenido de <http://www.nfpa.org/categoryList.asp?categoryID=218>

- Oppenweb. (2019). *Openweb*. Obtenido de Scrum para el manejo de proyectos en el área de desarrollo web: <https://opperweb.com/scrum-para-el-manejo-de-proyectos-en-el-area-de-desarrollo-web/#:~:text=Scrum%20es%20una%20metodolog%C3%ADa%20%C3%A1gil,un%20marco%20de%20trabajo%20colaborativo>.
- Oreja , C. D. (2019). Nociones básicas de un sistema de detección de incendios. *Innovación, seguridad electrónica*, 1-5. Obtenido de [https://revistainnovacion.com/nota/10467/nociones\\_basicas\\_de\\_un\\_sistema\\_de\\_deteccion\\_de\\_incendios/](https://revistainnovacion.com/nota/10467/nociones_basicas_de_un_sistema_de_deteccion_de_incendios/)
- Orihuela Martínez , C. A. (2017). "Construcción de metodologías BIM (Building Information Modeling) y los gestores de la información arquitectónica". *Tesis de licenciatura*. CDMX.
- Pérez, M. Á. (2020). Sólo 30% de los inmuebles en México con sistema de incendio. *Teorema ambiental revista técnico ambiental*, 2-3.
- Ramos Rodríguez , M. P. (2010). *Manejo del fuego*. La habana, Cuba: Félix Varela.
- Xiao, X., Lui, J., & Ren, L. (2020). "Study on Construction Engineering Management Based on BIM from the Perspective of Big Data". *2020 International Conference on Computer Information and Big Data Applications (CIBDA)*. Shandong, China: Departament of Highway and Architecture.
- Zepeda, R. (2019). ArchiCAD versus Revit, ¿cuál elegir? *ArchDaily*, 1 y 2.

## BLIOGRAFIA CONSULTADA

- Bidal, M. (2015).** Analysis of critical features and evaluation of BIM software: towards a plug-in for construction waste minimization using big data. Brisol entreprice, Research and innovation centre (Beric), University of the West of England, Brisol, UK.
- Bosché, F., Guillemet, A. (2014).** Tracking the bulding status of MEP Works: Assessiong the value of a Scan vs BIM system, Journal of Computing in Civil Engineering, 28(4).
- Casas, J.F. et al., (2014).** "Design of a sound pressure level acquisition and analysis system", TECCIENCIA, Vol. 9 No. 17, 61-66, 2014, DOI: <http://dx.doi.org/10.18180/tecciencia.2014.17.8>, Colombia.
- Divin. N. (2020).** "BIM by using Revit API and Dynamo. A review". Peterthe Great st. Petesburg Polytechnic University. Russian Federation. Journal AlfaBuild.
- Revista Mas seguridad,(2020)** servicios informativos de y para la industria. Redacción M'S. enero 22, 2020. "Sólo el 30% de los inmuebles en México tienen sistemas de detección de incendio". México. 2020
- Albornoz, G., S., Chereau, M., Jean-Pierre, Ayala S., (2016).** "Guía de Autoinstrucción N°1. El Fuego y los Incendios". N° de registro: 266329, ISBN: 978-956-9682-09-4. 1º edición, Mayo 2016. Chile.
- Aisha Siddiqa, Ibrahim Abaker Targio Hashem, Ibrar Yaqoob, Mohsen Marjani, Shahabuddin Shamsirband, Abdullah Gani, Fariza Nasaruddin, (2016)** "A survey of big data management: Taxonomy and state-of-the-art", Journal of Network and Computer Applications, Volume 71, Pages 151-166, ISSN 1084-8045, (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084804516300583>). Malaysia.
- Muhammad Bilal, Lukumon O. Oyedele, Junaid Qadir, Kamran Munir, Saheed O. Ajayi, Olugbenga O. Akinade, Hakeem A. Owolabi, Hafiz A. Alaka, Maruf Pasha (2016),** "Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends, Advanced Engineering Informatics", Volume 30, Issue 3, Pages 500-521, ISSN 1474-0346, <https://doi.org/10.1016/j.aei.2016.07.001>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034616301938>)
- Maida, EG, Pacienza, J. (2015).** "Metodologías de desarrollo de software [en línea]". Tesis de Licenciatura en Sistemas y Computación. Facultad de Química e Ingeniería "Fray Rogelio Bacon". Universidad Católica Argentina. Disponible en: <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/522>
- BRE. (2011).** SMARTStart. Disponible en: <http://www.smartwaste.co.uk/smartstart/about.jsp>.

- Castells, M. (1996).** La era de la información. Economía, Sociedad y cultura. Vol. 1. Sociedad red, Editorial Alianza, paginas 645. México.
- Cheng, T., Venugopal, M., Teizer, J., y Vela, P. A. (2011).** Performance evaluation of ultra-wideband technology for construction resource location tracking in harsh environments, *Automation in Construction*, 20 (8) pp. 1173-1184.
- Divin. N.** "BIM by using Revit API and Dynamo. A review". Peterthe Great st. Petesburg Polytechnic University. Russian Federation. *Journal AlfaBuild* 2020.
- E.A. Pärn, D.J. Edwards.** "Conceptualising the FinDD API plug-in: A study of BIM-FM integration, *Automation in Construction*". Volume 80 Pages 11-21,ISSN 0926-5805. Facultad de tecnología, medio ambiente e ingeniería, Birmingham, Reino Unido. 2017
- Gómez T., Rosales L.** 2010. "Criterios de selección de metodologías de desarrollo de software". *Revista Industrial Data*. Vol. 13, núm. 2. pp.70-74. Universidad Nacional Mayor de San Marcos lima, Perú.
- IAARC. (2018).** 35th International Symposium on Automation and Robotics in Construction "Barriers Analysis to Effective Implementation of BIM in the Construction Industry". Berlín, Alemania.
- Jin Z., Gambatese J.** "BIM for temporary structures: Development of a Revit API Plug-in concrete formwork". CSCE Annual Conference. Oregon State University, USA. June 2019.
- López, A. (2016),** Una revolución llamada BIM, *Revista Técnica Cemento Hormigón*, no. 974. España.
- Loyola, M. (2016).** Encuesta Nacional BIM 2016: Informe de Resultados. Santiago: Universidad de Chile. Disponible en: [www.bim.uchilefau.cl](http://www.bim.uchilefau.cl)
- Maida, EG, Pacienza, J.** "Metodologías de desarrollo de software [en línea]". Tesis de Licenciatura en Sistemas y Computación. Facultad de Química e Ingeniería "Fray Rogelio Bacon". Universidad Católica Argentina, 2015. Disponible en: <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/522>
- Salgado, M. (2014).** Oracle apuesta por Big Data con tecnología y proyectos. <http://www.computerworld.es/big-data/oracle-apuesta-por-big-data-con-tecnologia-yproyectos>.
- Landauer, C. (1998)** Data, information, knowledge, understanding: computing up the meaning hierarchy. *Systems, Man, and Cybernetics*, (3) 2255-2260.



**Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2019).** Estrategia para la implementación del modelado de la información de la construcción (MIC) en México. Subsecretaría de egresos unidad de inversiones. México.

**Vázquez ,G. (2019),** Implementación de métodos, herramientas y técnicas para el análisis de Big Data. Tesis. UNAM, México.

**Takim, R., Harris, M. y Hadi, A. (2013).** Building Information Modeling (BIM): A new paradigm for quality of life within architectural, engineering and construction (AEC) industry, *Procedia – Soc. Behav. Sci.* 101.

**NMX-C-527-1-ONNCCE-2017.** Industria de la construcción modelado de la información de la construcción especificaciones, Parte 1 Plan de ejecución para proyectos. México.

**NFPA 72.** "Código Nacional de Alarmas de Incendio y señalización". National Fire Protection Association. ISBN: 978-145591856-0. Edición 2016

**NFPA 170.** "Símbolos de seguridad contra fuegos" National Fire Protection Association. ISBN: 978-145591856-0. Edición 2016

**NFPA 101.** "Código de seguridad humana". National Fire Protection Association. Quincy 2010.

**NOM-002-STPS-2010.** "Guía Informativa de la Norma Oficial Mexicana". Publicó el Diario Oficial de la Federación. 2010.

**NMX-C-527-1-ONNCCE-2017.** "Industria de la construcción modelado de la información de la construcción especificaciones, Parte 1 Plan de ejecución para proyectos". México

**INDECOPI, (2012).** Norma técnica peruana NTP 350.021. Clasificación de los fuegos y su representación gráfica. 2012-05-09.3ª edición.

**Arnal L., Betancourt M.** 2010. "Reglamento de construcciones de CDMX". Editorial trillas. ISBN 968-24-7188-5.

**MARTÍNEZ REYES, Obed H.,**" análisis, definición y construcción de un instrumento de evaluación de calidad de software producido con métrica v3, IIES-UNAH". *Revista Economía y Administración*, Vol. 9, No.2, 2018.

**MORENO, JORGE JAIR; BOLAÑOS, LILIAM PAOLA; NAVIA, MANUEL ALEJANDR,** "Exploración de modelos y estándares de calidad para el producto software". (Spanish). En: *UIS Ingenierías* 9 (1), pág. 39–53. 2010.

**NORMA ISO/IEC 9126.** Calidad del producto software.

**NORMA ISO 25000.** SQuaRE (System and Software Quality Requirements and Evaluation).

## Referente a la Documentación

La documentación de diseño, aceptación y finalización de los nuevos sistemas debe cumplir con los requisitos mínimos.

### **Documentación mínima requerida:**

- 1) Resumen narrativo por escrito, en el que se indique el propósito y descripción del sistema
- 2) Diagrama de montantes
- 3) Disposición de los planos de plantas en los que se muestren las ubicaciones de todos los dispositivos, equipos de control y equipos de estación. En los que en cada hoja se indique lo siguiente:
  - a. Orientación
  - b. Escala gráfica
  - c. Identificación del uso de la habitación
  - d. Características del edificio que afectarán la ubicación de los dispositivos iniciadores y aparatos de notificación
- 4) Secuencia de operación en una matriz de entrada/salida o en formato narrativo.
- 5) Planillas de datos técnicos de los equipos
- 6) Cálculo de la capacidad y reducción de las baterías
- 7) Cálculo de caída de voltaje para los dispositivos y aparatos instalados en paredes
- 8) Elevación de la altura de montaje para los dispositivos y aparatos de notificación.
- 9) Donde ser requiera la notificación a los ocupantes, los niveles de presión sonora mínimos que deben ser generados por los aparatos de notificación en las áreas cubiertas aplicables.
- 10) Diagramas de vías entre la unidad de control y la estación de supervisión y los equipos de comunicaciones compartidas.
- 11) Registro de finalización.
- 12) Para los sistemas basados en software, una copia de software específico.
- 13) Planos de registro (conforme a obra).
- 14) Registros, retención de registros y guarda de registros.
- 15) Registro completo de inspección y prueba.
- 16) Documentación complementaria opcional: Documentación de análisis de riesgos, documentación del diseño basado en el desempeño, documentación del plan de respuesta a emergencias.

Los documentos de diseño del sistema se deben identificar el nombre y la información de contacto del diseñador.

Todos los planos del sistema de alarma de incendio deben utilizar los símbolos descritos en NFPA 170 u otros símbolos aceptables para la autoridad competente.

Los documentos del diseño deben incluir los niveles de presión sonora ambiente y los niveles de presión sonora de diseño audible.

## Dispositivos de iniciación.

- **NFPA 72, 2016. Capítulo 17. Detectores.** (detectores con sensores de calor 17.6; Detectores con sensores de humo 17.7; Detectores con sensores de energía radiante 17.8; Detectores de gas 17.10)

El desempeño, selección, uso y ubicación de dispositivos iniciadores, automáticos o manuales, incluyendo estaciones manuales que se utilicen para asegurar la alerta emitida en el debido tiempo a fines de la seguridad humana y protección de un edificio deben cumplir con los requisitos mínimos de la norma.

El propósito de esta norma NFPA 72: Los dispositivos manuales y automáticos de inicio deben contribuir con la seguridad humana, la protección contra incendios y la conservación de la propiedad mediante el suministro de un medio confiable para señalar otro equipo dispuesto para monitorear los dispositivos iniciadores en respuesta a esas señales.

### **Requisitos generales**

Los dispositivos iniciadores deben ser soportados de forma independiente a su unión con los conductores del circuito. Así mismo deben instalarse de manera que faciliten la inspección, prueba y mantenimiento periódicos.

Donde los detectores de incendio están instalados en lugares ocultos a más de 10 pies (3.0 m) por encima del piso terminado o en arreglos donde el indicador de alarma o supervisión del detector no es visible para el personal de respuesta, los detectores deben estar provistos de una indicación remota de alarma o supervisión en una ubicación aceptable para la autoridad competente.

### -NFPA 72, 2016. Capítulo 17.5.3. Coberturas del detector.

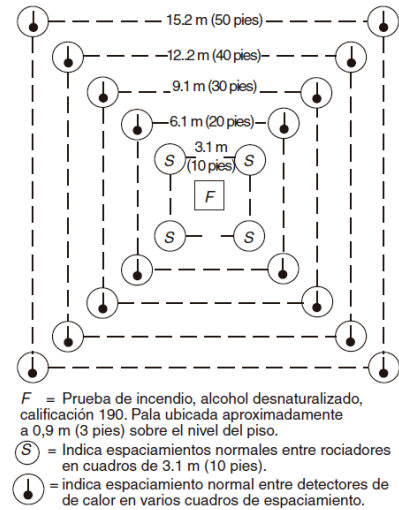
Cobertura total (completa). La cobertura total de un edificio o de una parte de un edificio, debe incluir todas las habitaciones, antecorredores, áreas de almacenamiento, sótanos, áticos, altillos, espacios por encima de cielorrasos suspendidos y otras subdivisiones y espacios accesibles.

No deben requerirse detectores por debajo de cielorrasos reticulados abiertos si existen todas las siguientes condiciones:

- (1) La malla del reticulado en su menor dimensión es de 6.4 mm o superior.
- (2) El espesor del material no excede la mínima dimensión.
- (3) Los huecos constituyen por lo menos el 70 por ciento del área del material del techo.

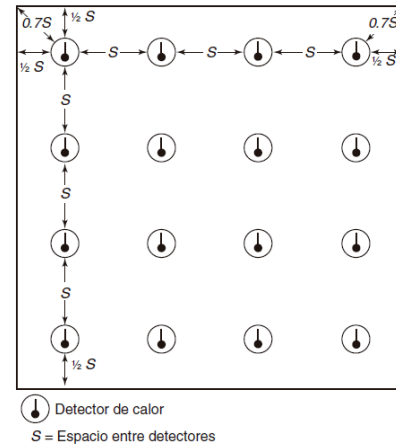
Los espaciamientos lineales máximos sobre cielorrasos planos para los detectores de calor de tipo puntual deben ser determinados por ensayos de incendio a escala real. Ver siguiente figura.

Figura. Disposición de la prueba de incendios. Fuente: NFPA 72.



Estas pruebas asumen que los detectores deben instalarse en un patrón de uno o más cuadrados, cada uno de cuyos lados equivale al espaciamiento máximo determinado en el ensayo, como se lo ilustra en la Figura siguiente:

Figura. Detectores de calor tipo puntual. Fuente: NFPA 72.

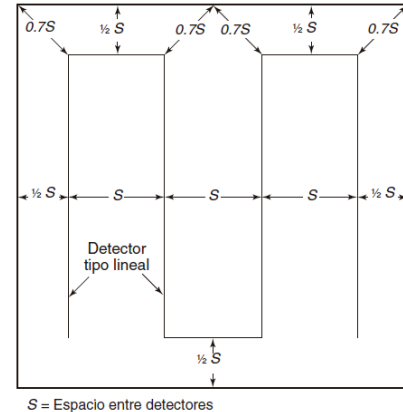


El detector a probar se ubicará en una esquina del cuadrado para encontrarse a la mayor distancia posible del incendio, pero permaneciendo dentro del cuadrado. Así, la distancia desde el detector al incendio debe ser siempre el espaciamiento de prueba multiplicado por 0.7 y debe poder ser calculado como se lo demuestra en sig. Tabla:

Espaciamiento de prueba		Distancia de prueba máxima desde el incendio al detector (0.7D)	
pies	m	Pies	m
50 × 50	15.2 × 15.2	35.0	10.7
40 × 40	12.2 × 12.2	28.0	8.5
30 × 30	9.1 × 9.1	21.0	6.4
25 × 25	7.6 × 7.6	17.5	5.3
20 × 20	6.1 × 6.1	14.0	4.3
15 × 15	4.6 × 4.6	10.5	3.2

La siguiente figura ilustra la disposición del espaciamiento del cielorraso plano para los detectores de calor de tipo lineales.

Una vez determinada la correcta distancia de prueba máxima, se debe poder intercambiar las posiciones del incendio y del detector. El detector se encontrará ahora en el medio del cuadrado, y el certificado especifica que el detector es adecuado para detectar un incendio que ocurra en cualquier lugar del cuadrado – incluso en la esquina más alejada del mismo.



Al proyectar las instalaciones del detector, los diseñadores trabajan en términos de rectángulos, ya que las superficies de los edificios son generalmente de formas rectangulares. Sin embargo, el patrón de propagación del calor desde una fuente del incendio no posee forma rectangular. En un cielorraso plano, el calor se propaga en todas las direcciones en un círculo en constante expansión. Así, la cobertura de un detector no es en realidad un cuadrado sino más bien un círculo cuyo radio es el espaciamiento lineal multiplicado por 0.7.

Para simplificar, se debe considerar el uso de un detector con un espaciamiento listado de 30 pies × 30 pies (9.1 m × 9.1 m). Los principios derivados son igualmente aplicables a otros tipos. Y el espaciamiento hacia la pared es menor a 1/2 del espaciamiento listado.

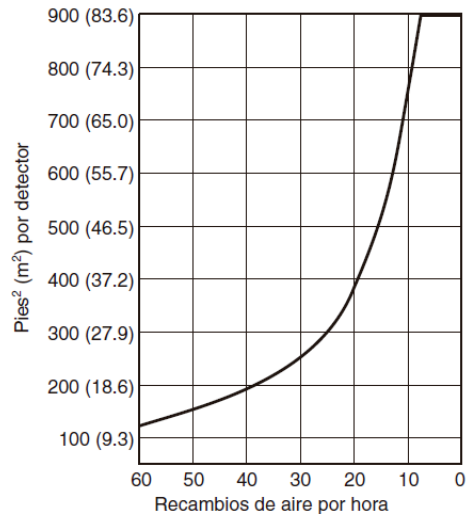
- NFPA 72, 2016. Tabla 17.7.6.3.3.2. Espaciamiento para detectores de humo basado en el movimiento del aire.

Minutos por cambio de aire	Cambios de aire por hora	Espaciamiento por detector	
		pies <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
1	60	125	12
2	30	250	23
3	20	375	35
4	15	500	46
5	12	625	58
6	10	750	70
7	8.6	875	81
8	7.5	900	84
9	6.7	900	84
10	6	900	84

**Tabla.** Espaciamiento de los detectores de humo según el movimiento de aire (no para aplicarse a espacios debajo de pisos ni encima de techos falsos). **Fuente:** NFPA 72.

**Figura.** Áreas con elevado movimiento de aire (No utilizar para espacios por debajo del piso ni por encima del techo falso). **Fuente:** NFPA 72.

- NFPA 72, 2016. Tabla 17.6.2.1. Clasificación de temperatura y codificación por color para detectores de incendio sensores de calor.



La documentación del diseño de la detección de calor debe establecer el objetivo de desempeño requerido del sistema.

Los detectores de incendio sensores de calor tipo puntual de temperatura fija deben ser clasificados de acuerdo con su temperatura de funcionamiento, con forme a lo especificado en la sig. Tabla:

Clasificación de temperatura	Rango de temperatura nominal		Máxima temperatura de cielorraso		Codificación por color
	°F	°C	°F	°C	
Baja*	100-134	39-57	80	28	Sin color
Normal	135-174	58-79	115	47	Sin color
Intermedia	175-249	80-121	155	69	Blanco
Elevada	250-324	122-162	230	111	Azul
Muy elevada	325-399	163-204	305	152	Rojo
Extra elevada	400-499	205-259	380	194	Verde
Ultra elevada	500-575	260-302	480	249	Naranja

\*Solo para la instalación en áreas con ambientes controlados. Las unidades deben estar marcadas para indicar la máxima temperatura ambiental de instalación.

**Tabla.** Clasificación de temperatura y codificación por color para detectores de incendios sensores de calor. **Fuente:** NFPA 72.

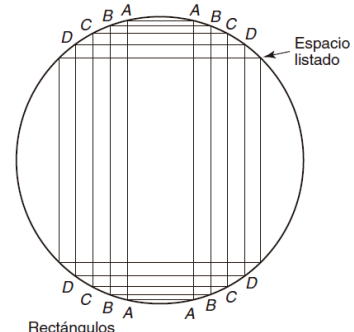
Estos detectores deben estar marcados con su temperatura de funcionamiento listada o su rango de funcionamiento y su índice de tiempo de respuesta (RTI) en su instalación. La certificación de temperatura del detector debe ser al menos de 11°C por encima de la temperatura máxima prevista para cielorraso.

En el caso de espaciamiento mínimo entre detectores el espacio mínimo no será menor a 0.4 veces la altura del cielorraso.

Un detector sensor de calor montado íntegramente sobre un detector de humo debe estar listado para un espaciamiento no inferior a 15.2m.

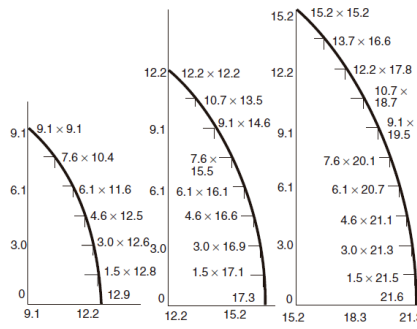
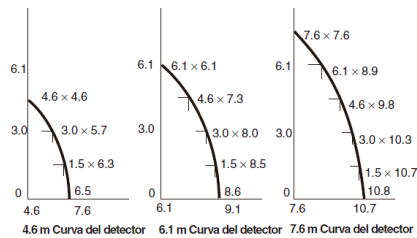
Las áreas de un tamaño grande que excedan las dimensiones rectangulares de la siguiente figura, requieren detectores adicionales:

Figura. Espaciamiento del detector, superficies rectangulares. Fuente: NFPA 72.



- Rectángulos
- A = 3.1 m x 12.5 m = 38.1 m<sup>2</sup> (10 pies x 41 pies = 410 pies<sup>2</sup>)
  - B = 4.6 m x 11.9 m = 54.3 m<sup>2</sup> (15 pies x 39 pies = 585 pies<sup>2</sup>)
  - C = 6.1 m x 11.3 m = 68.8 m<sup>2</sup> (20 pies x 37 pies = 740 pies<sup>2</sup>)
  - D = 7.6 m x 10.4 m = 78.9 m<sup>2</sup> (25 pies x 34 pies = 850 pies<sup>2</sup>)
- Espacio listado = 9.1 m x 9.1 m = 83.6 m<sup>2</sup> (30 pies x 30 pies = 900 pies<sup>2</sup>) para detectores de calor únicamente

Nota: Los detectores de humo no están listados para espaciamiento. Utilice las recomendaciones de cobertura del fabricante y esta figura.

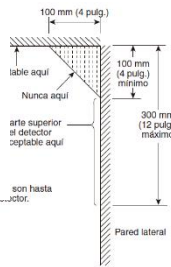


Nota: Todas las medidas están en metros.

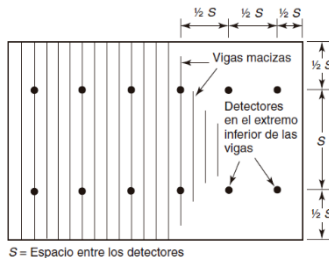
Por lo general, la ubicación adecuada de los detectores puede verse facilitada al dividir la superficie en múltiples rectángulos de las dimensiones que puedan ajustarse con mayor precisión. Ver siguiente figura:

Figura: Rectángulos típicos para las curvas del detector desde 4.6m a 15.2 m. Fuente: NFPA 72.

La siguiente figura ilustra la ubicación de montaje apropiada para los detectores.



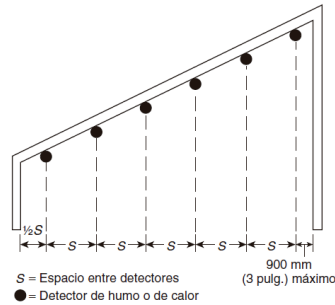
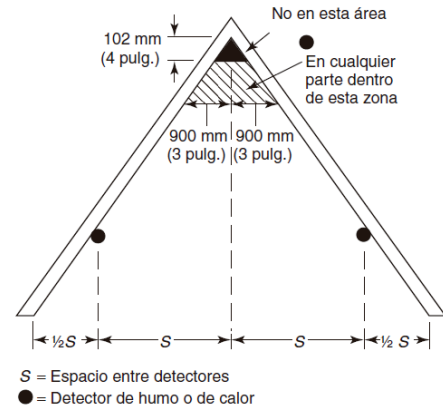
Disposición del espaciamiento de los detectores, para la construcción con viguetas macizas. Ver siguiente figura:



S = Espacio entre los detectores

Disposición del Espaciamiento del Detector de Humo o Calor, Cielorrasos con Pendiente (Tipo a Dos Aguas). Ver siguiente figura.

Disposición del Espaciamiento del Detector de Humo o Calor, Cielorrasos con Pendiente (inclinados). Ver siguiente figura.



- NFPA 72, 2016. Tabla 17.6.3.5.1. Reducción del espaciamento para detectores de calor basada en la altura de cielorraso.

Altura del cielorraso mayor de (>)		Hasta e inclusive		Multiplicar espaciamento listado por
En pies	En m	En pies	En m	
0	0	10	3.0	1.00
10	3.0	12	3.7	0.91
12	3.7	14	4.3	0.84
14	4.3	16	4.9	0.77
16	4.9	18	5.5	0.71
18	5.5	20	6.1	0.64
20	6.1	22	6.7	0.58
22	6.7	24	7.3	0.52
24	7.3	26	7.9	0.46
26	7.9	28	8.5	0.40
28	8.5	30	9.1	0.34

- NFPA 72, 2016. Capítulo 17.7.3. Ubicación y espaciamento (de los detectores de humo).

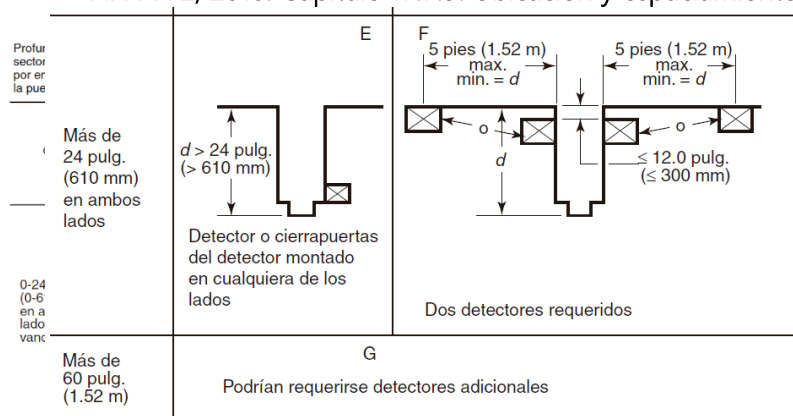


Figura. Requisitos de ubicación de los detectores para las secciones de pared. Fuente: NFPA 72.



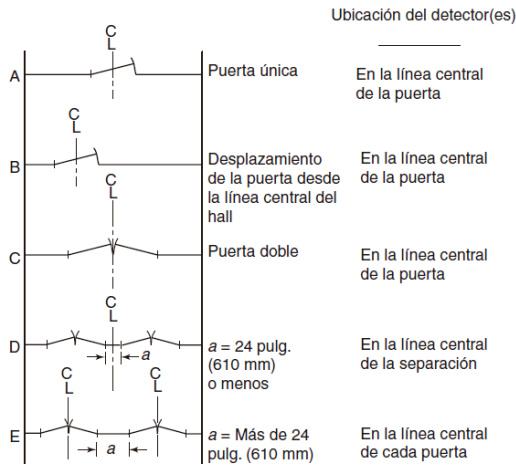


Figura. Requisitos de ubicación de los detectores para puertas simples y dobles. Fuente: NFPA 72.

Figura. Requisitos de ubicación a +/-24 pulg. (0.6 m) de los detectores para grupos de vanos de puertas. Fuente: NFPA 72.

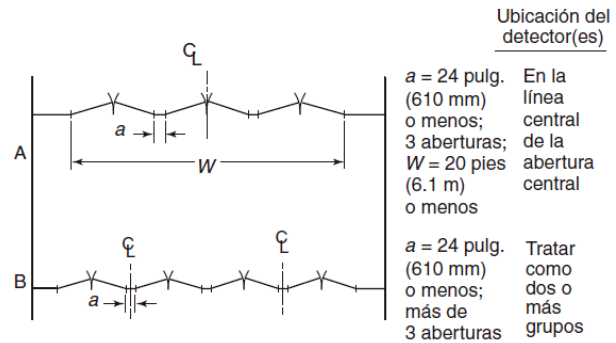
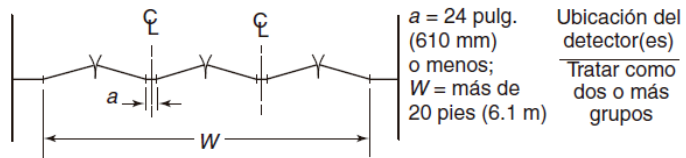


Figura. Requisitos de ubicación a +/-24 pulg. (0.6 m) de los detectores para grupos de vanos de puertas de más de 20 pies (61cm) de ancho. Fuente: NFPA 72.



Los detectores de humo no deben instalarse si cualquiera de las siguientes condiciones existiese, salvo que estuviesen específicamente diseñados y certificados para estas condiciones esperadas:

- 1) Temperaturas por debajo de los 0°C
- 2) Temperaturas por encima de los 38°C
- 3) Humedad relativa por encima del 93%
- 4) Velocidad del aire superior a 105m/s

La ubicación de los detectores de humo debe basarse en la evaluación de las fuentes ambientales potenciales de humo, humedad, polvo o gases e influencias eléctricas o mecánicas para minimizar alarmas falsas.

- NFPA 72, 2016. Capítulo 17.7.3.6. Detección temprana por muestreo de aire.

Cada puerto de muestreo de un detector de humo de tipo muestreo de aire debe tratarse como detector de tipo puntual con el propósito de ubicación y espaciamento. El tiempo máximo de transporte de muestra de aire desde el puerto más lejano de muestreo hasta el detector no debe exceder los 120 segundos. Las redes de tuberías de muestreo deben diseñarse con base a, y deben estar apoyadas en, los sólidos principios de la dinámica de los fluidos para garantizar el correcto desempeño.

Las tuberías de sistema de muestreo deben estar conspicuamente identificadas como "TUBO DE MUESTREO DEL DETECTOR DE HUMO – NO ALTERAR" de la siguiente manera:

- (1) En donde las tuberías cambian de dirección o se ramifican
- (2) A cada lado de las penetraciones de las paredes, pisos u otras barreras
- (3) En intervalos en las tuberías para suministrar visibilidad dentro de del espacio, pero no mayor a los 20 pies (6.1 m)

- NFPA 72, 2016. Capítulo 17.7.3.7. Detector de humo de proyección de luz.

Los detectores de humo de tipo haz proyectado deben estar ubicados de acuerdo con las instrucciones publicadas del fabricante. Un detector de humo de tipo haz proyectado debe considerarse equivalente a una fila de detectores de humo de tipo puntual para aplicaciones de cielorrasos a nivel y con pendientes.

La trayectoria de luz de los detectores de tipo haz proyectado deben mantenerse libre de obstáculos opacos en todo momento.

- NFPA 72, 2016. Capítulo 17.7.4. Calefacción, ventilación y aire acondicionado.

En los espacios por debajo del piso falso y por encima del cielorraso que se utilizan como plenums de HVAC, los detectores deben listarse para el ambiente anticipado. Los espaciamentos y las ubicaciones del detector deben seleccionarse en base a los patrones de flujo de aire anticipado y tipo de incendio.

Los detectores ubicados en ductos o plenums ambientales no deben utilizarse como sustitutos de detectores de áreas abiertas.

- NFPA 72, 2016. Capítulo 17.7.5.4.2. Detectores de humo para ductos de aire.

**Sistema de aire de suministro.** Donde la detección de humo en el sistema de aire de suministro sea requerida por otras normas de NFPA, se deben instalar uno o más detectores listados para la velocidad del aire presente y que esté/n ubicado/s en el ducto de suministro de aire, aguas abajo tanto del ventilador como de los filtros.

**Sistema de aire de retorno.** si la detección de humo en el sistema de aire de retorno es requerida por otras normas de NFPA, uno o más detectores listados para la velocidad

del aire presente se deben colocar en el lugar en que el aire abandona cada compartimiento de humo o en el sistema de ductos antes de que el aire ingrese al sistema de aire de retorno común a más de un compartimiento de humo.

Los detectores de ductos de aire deben instalarse de manera que obtengan una muestra representativa de la corriente de aire. Debe permitirse que dicha instalación se lleve a cabo mediante cualquiera de los siguientes métodos:

- (1) Montaje rígido dentro del ducto.
- (2) Montaje rígido a la pared del ducto con el elemento sensor penetrando hacia el interior del ducto.
- (3) Instalación fuera del ducto con tubos de muestreo rígidamente montados penetrando hacia el interior del ducto.
- (4) Instalación a través del ducto con haz de luz proyectado.

**- NFPA 90A, 2015. Capítulo 6.4. Detección de humo para control automático.**

Deben permitirse detectores de humo que sean parte de un sistema de protección de áreas abiertas que abarque la habitación, corredor o espacio cerrado a cada lado de la puerta cortahumo y que estén ubicados y espaciados según lo requerido para llevar a cabo el servicio de liberación de las puertas cortahumo.

Los detectores de humo que se utilicen exclusivamente para el servicio de liberación de puertas cortahumo deben estar ubicados y espaciados según lo requerido.

Donde la liberación de puertas cortahumo se lleve a cabo directamente desde el/los detectores/es de humo, el/los detectores/es deben estar listados para el servicio de liberación.

Los detectores de humo deben ser de tipo fotoeléctrico, ionización u otro tipo aprobado. La cantidad de detectores requeridos debe determinarse de acuerdo con lo establecido en Si las puertas van a cerrarse en respuesta al humo que fluye en cualquier dirección, se deben aplicar los requisitos establecidos.

**Aparatos de notificación visual y sonora.**

El desempeño, ubicación y montaje de los aparatos de notificación utilizados para iniciar o dirigir la evacuación o reubicación de los ocupantes, o para suministrar información a éstos o al personal, deben cumplir con el presente apartado.

El propósito de los aparatos de notificación es proveer los estímulos para iniciar las acciones de emergencia y suministrar información a usuarios, personal de respuesta a emergencias y ocupantes.

- NFPA 72, 2016. Capítulo 18.4. Características audibles.

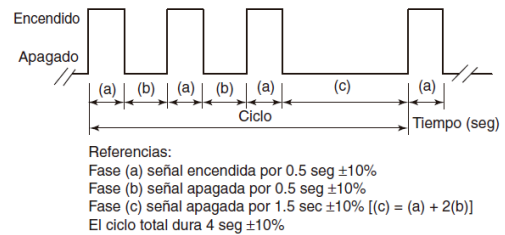
Un nivel sonoro ambiental promedio superior a 105 dBA debe requerir el uso de uno o más aparatos de notificación visible de acuerdo donde la aplicación sea de modo público cuando la aplicación sea de modo privado.

El nivel de presión sonora total producido por la combinación del nivel de presión sonora ambiental con todos los aparatos de notificación audible en funcionamiento no debe exceder de 110 dBA a la distancia auditiva mínima.

Los niveles de presión sonora de diseño que van a ser producidos por los aparatos de notificación para las diversas áreas de cobertura deben ser documentados para su aplicación durante las pruebas de aceptación del sistema.

Con el fin de cumplir con los requisitos del patrón de señales audibles de alarma utilizado para notificar a los ocupantes de un edificio sobre la necesidad de evacuación (salir del edificio) o reubicarse (desde un área hacia otra) debe ser la señal normalizada de alarma de evacuación que consiste en un patrón temporal de tres pulsos ver figura siguiente:

- (1) Una fase de "encendido" que dura 0.5 segundos  $\pm$  10 por ciento.
- (2) Una fase de "apagado" que dura 0.5 segundos  $\pm$  10 por ciento para tres períodos de "encendido" sucesivos.
- (3) Una fase de "apagado" que dura 1.5 segundos  $\pm$  10 por ciento.



A fin de garantizar que las señales audibles en modo público se escuchen con claridad, excepto cuando estuviera permitido de otra manera, deben tener un nivel sonoro de al menos 15 dB sobre el nivel sonoro ambiental promedio o de 5 dB sobre el nivel sonoro máximo con una duración de al menos 60 segundos, el que fuera mayor, medido a 5 pies (1.5m) por encima del piso en el área requerida en la que el sistema va a brindar el servicio aplicando la escala de ponderación A (dBA).

**Documentación.** La documentación del análisis y diseño debe ser presentada a la autoridad competente y debe contener la siguiente información:

- (1) Datos de frecuencia para el ruido ambiente, incluida la fecha, hora y ubicación en que las mediciones fueron tomadas para los entornos existentes o los datos proyectados para entornos aún no construidos.
- (2) Datos de frecuencia del aparato de notificación audible.
- (3) Cálculos del umbral enmascarado efectivo para cada conjunto de datos sobre el ruido.
- (4) Declaración del nivel de presión sonora que podría

### Ubicación de los aparatos de notificación audible para un edificio o estructura.

Si la altura del cielorraso lo permite y a menos que fuera permitido de otra manera, los aparatos montados en paredes deben tener sus partes superiores por encima de los pisos acabados, a alturas de no menos de 2.29 m y debajo de los cielorrasos acabados a distancias no inferiores a 150 mm.

Deben permitirse aparatos montados sobre cielorrasos embutidos.

### Capítulo 18.5. Características visibles.

El diseñador del sistema de notificación visible debe documentar las salas y espacios que contarán con notificación visible y aquellos en los que no se proveerá notificación visible.

#### Características de luz, color y pulso.

La tasa de destello no debe exceder de dos destellos por segundo (2 Hz) ni ser inferior a un destello por cada segundo (1 Hz) en todo el rango del voltaje listado del aparato. La duración máxima de los pulsos de luz debe ser de 20 milisegundos con un ciclo de trabajo máximo del 40 por ciento.

Las luces utilizadas para la señalización de alarma de incendio únicamente o para señalar la intención de una evacuación completa deben ser transparentes o de color blanco nominal y no deben exceder de 1000 cd (intensidad efectiva).

Las luces utilizadas para señalar a los ocupantes que busquen información o instrucciones deben ser transparentes, de color blanco nominal o de otro color según lo requerido por el plan de emergencias y por la autoridad competente para el área o edificio.

#### Ubicación de los aparatos.

Los aparatos montados en paredes deben ubicarse de manera que la totalidad del lente no esté por debajo de 2.03 m ni por encima de 2.44 m del piso acabado. los aparatos visibles montados sobre pared deben ser montados a 150 mm o menos del cielorraso. El tamaño de la sala cubierta por una luz estroboscópica de un determinado valor debe reducirse al doble de la diferencia entre la altura de montaje mínima 2.03 m y la altura de montaje más baja real.

**Tabla.** Espaciamiento en salas para aparatos de notificación visible montados sobre paredes.

Tamaño máximo de la sala		Salida luminica mínima requerida [intensidad efectiva (en CD)]	
		Una luz por sala	Cuatro luces por sala (una luz por pared)
En pies	En m		
20 × 20	6.10 × 6.10	15	NA
28 × 28	8.53 × 8.53	30	NA
30 × 30	9.14 × 9.14	34	NA
40 × 40	12.2 × 12.2	60	15
45 × 45	13.7 × 13.7	75	19
50 × 50	15.2 × 15.2	94	30
54 × 54	16.5 × 16.5	110	30
55 × 55	16.8 × 16.8	115	30
60 × 60	18.3 × 18.3	135	30
63 × 63	19.2 × 19.2	150	37
68 × 68	20.7 × 20.7	177	43
70 × 70	21.3 × 21.3	184	60
80 × 80	24.4 × 24.4	240	60
90 × 90	27.4 × 27.4	304	95
100 × 100	30.5 × 30.5	375	95
110 × 110	33.5 × 33.5	455	135
120 × 120	36.6 × 36.6	540	135
130 × 130	39.6 × 39.6	635	185

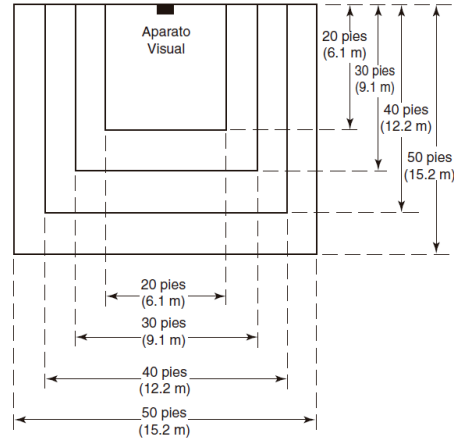
NA: No acceptable

Tabla. Espaciamiento en salas para aparatos visibles montados sobre cielorrasos. Fuente: NFPA 72.

Tamaño máximo de la sala		Altura máxima del lente*		Salida luminica mínima requerida (intensidad efectiva); una luz (cd)
En pies	En m	En pies	En m	
20 × 20	6.1 × 6.1	10	3.0	15
30 × 30	9.1 × 9.1	10	3.0	30
40 × 40	12.2 × 12.2	10	3.0	60
44 × 44	13.4 × 13.4	10	3.0	75
20 × 20	6.1 × 6.1	20	6.1	30
30 × 30	9.1 × 9.1	20	6.1	45
44 × 44	13.4 × 13.4	20	6.1	75
46 × 46	14.0 × 14.0	20	6.1	80
20 × 20	6.1 × 6.1	30	9.1	55
30 × 30	9.1 × 9.1	30	9.1	75
50 × 50	15.2 × 15.2	30	9.1	95
53 × 53	16.2 × 16.2	30	9.1	110
55 × 55	16.8 × 16.8	30	9.1	115
59 × 59	18.0 × 18.0	30	9.1	135
63 × 63	19.2 × 19.2	30	9.1	150
68 × 68	20.7 × 20.7	30	9.1	177
70 × 70	21.3 × 21.3	30	9.1	185

\*Esto no excluye montar lentes a alturas más bajas.

Espaciamiento en salas para aparatos visibles montados en paredes.



## Fuentes de poder.

### - NFPA 72, 2016. Capítulo 10.6.3. Fuente de poder.

Las disposiciones de esta sección deben aplicarse a los suministros de energía que se utilicen para sistemas de alarma de incendio de instalaciones protegidas, sistemas de alarma de estación de supervisión, sistemas públicos de notificación de alarma de emergencia y sistemas y equipos de comunicaciones de emergencia.

Deben proveerse como mínimo dos suministros de energía independientes y confiables, uno primario y uno secundario.

Cada suministro de energía debe tener la capacidad adecuada para la aplicación.

### - NFPA 72, 2016. Capítulo 10.6.5. Fuente de alimentación primaria.

Suministros de energía ininterrumpida (Uninterruptible Power Supplies o UPS). El dispositivo UPS debe estar configurado de acuerdo con NFPA 111 para un sistema de Tipo O, Clase 24, Nivel 1.

## Circuito ramal.

El circuito ramal que abastece al/los equipo/s de alarma de incendio o al/los sistema/s de comunicaciones de emergencia debe ser alimentado por uno de los siguientes:

- (1) Servicio general de electricidad.
- (2) Un generador accionado por motor o su equivalente, donde una persona capacitada para su funcionamiento esté en servicio en todo momento.

(3) Un generador accionado por motor o su equivalente dispuesto para la cogeneración con un servicio general de electricidad, donde una persona capacitada para su funcionamiento esté en servicio en todo momento.

El circuito ramal que abastece al/los equipo/s de alarma de incendio o al/los sistema/s de comunicaciones de emergencia no debe alimentar ninguna otra carga.

#### **Protección mecánica.**

El/los circuito/s ramal/es y las conexiones deben estar protegidos contra daños físicos.

#### **Continuidad de los suministros de energía.**

El suministro de energía secundaria debe automáticamente suministrar energía al sistema de las instalaciones protegidas en diez segundos o menos, siempre el voltaje del suministro de energía primaria sea insuficiente para el funcionamiento requerido del sistema.

El suministro de energía secundaria debe automáticamente suministrar energía a la instalaciones y equipos de la estación de supervisión en sesenta segundos o menos, siempre que el voltaje del suministro de energía primaria sea insuficiente para el funcionamiento requerido del sistema.

Debe permitirse que las baterías de almacenamiento utilizadas específicamente para el sistema o el UPS dispuesto conforme a las disposiciones de NFPA 111 complementen el suministro de energía secundaria para garantizar el funcionamiento requerido durante el período de transferencia.

#### **- NFPA 72, 2016. Capítulo 10.6.7. Fuente de alimentación secundaria.**

Funcionamiento con energía secundaria.

El funcionamiento con energía secundaria no debe afectar el desempeño requerido de un sistema o de las instalaciones de la estación de supervisión, incluidas las indicaciones y señales de alarma, de supervisión y de falla.

El suministro de energía secundaria debe tener una capacidad suficiente como para que el sistema funcione con una carga quiescente (sistema que funciona en una condición de no alarma) por un mínimo de 24 horas y, al final de tal período, debe tener la capacidad de hacer funcionar todos los aparatos de notificación de alarma que se utilicen para la evacuación o de dirigir la ayuda hacia el lugar de una emergencia por cinco minutos, a menos que se permita.

Los cálculos de baterías deben incluir un margen de seguridad mínimo del 20 por ciento por encima de la capacidad en amperios-horas calculada requerida.

El suministro de energía secundaria para el servicio de comunicaciones de emergencia de incendio por voz/ alarma en el edificio debe tener la capacidad de hacer funcionar

el sistema con una carga quiescente por un mínimo de 24 horas y luego debe tener la capacidad de hacer funcionar el sistema durante un incendio u otra condición de emergencia por un período de 15 minutos a la carga máxima conectada.

El suministro secundario de energía debe tener capacidad suficiente para operar bajo carga inactiva por un mínimo de 24 horas y 5 minutos en emergencia con sirenas o 15 minutos con bocinas.

- NFPA 70, 2014. Artículo 517.32. Línea de seguridad humada.
- NFPA 70, 2014. Artículo 517.42. Conexión automática a línea de seguridad humada.
- NFPA 70, 2014. Artículo 760. Sistemas de alarma contra incendio.

### Control.

- NFPA 72, 2016. Capítulo 21.6. Evacuación de ocupantes por elevadores.  
Estado del ascensor.

Donde uno o más ascensores estén específicamente indicados y asignados para uso de los ocupantes para la evacuación durante un incendio.

Operación de evacuación de los ocupantes (occupant evacuation operation u OEO) con el uso de ascensores. Deben emitirse señales de salida del sistema de alarma de incendio hacia el/los controlador/es de ascensores para implementar la operación de evacuación de los ocupantes.

### **Evacuación parcial.**

Donde un ascensor o un grupo de ascensores estén asignados para ser usados por los ocupantes para la evacuación, deben aplicarse las disposiciones para una evacuación parcial.

**Iniciación.** Deben emitirse una o más señales de salida para iniciar la operación de evacuación de los ocupantes en ascensores al momento de la detección automática o manual de un incendio en uno o más pisos específicos de cualquiera o de ambos de los siguientes:

- (1) La activación de cualquier dispositivo automático iniciador de alarma de incendio del edificio, diferente de un dispositivo iniciador que se utilice para la Operación de rellamado de emergencia Fase I.
- (2) Activación de medios manuales en el centro de comando de incendios por parte del personal autorizado o a cargo de la emergencia.

- NFPA 72, 2016. Capítulo 21.7. Calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC).

Las disposiciones deben aplicarse al método básico por el cual un sistema de alarmas de incendio produce una interfaz con los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC).



Si están conectados al sistema de alarmas de incendio que brinda servicio a las instalaciones protegidas, todos los dispositivos de detección utilizados para ocasionar el funcionamiento de las compuertas cortahumo, compuertas cortafuego, control de ventiladores, puertas cortahumo o puertas cortafuego de los sistemas HVAC deben ser monitoreados para verificar su integridad.

Las conexiones entre los sistemas de alarmas de incendio y el sistema HVAC a los fines de monitoreo y control deben funcionar y ser monitoreadas de acuerdo con las normas de NFPA aplicables.

Los detectores de humo montados en los conductos de aire de los sistemas HVAC deben iniciar una señal de supervisión.

Los detectores de humo montados en los conductos de aire de los sistemas HVAC de un sistema de alarma de incendio sin una ubicación constantemente atendida ni estación de supervisión deben estar permitidos para iniciar una señal de alarma.

Los detectores de humo montados en los conductos de aire de los sistemas HVAC deben estar permitidos para iniciar una señal de alarma, cuando sea requerido en otras leyes, códigos o normas aplicables.

**- NFPA 72, 2016. Capítulo 21.9. Bloqueo eléctrico de puertas.**

Las disposiciones de esta Sección deben aplicarse a los métodos de conexión de los dispositivos de liberación que mantienen abiertas las puertas y persianas y a los dispositivos integrales de liberación que mantienen las puertas y persianas abiertas, cierrapuertas dispositivos de detección de humo.

Todos los dispositivos de detección utilizados para el servicio de liberación que mantiene abiertas las puertas y persianas deben ser monitoreados para verificar su integridad.

No debe requerirse que los sujetadores magnéticos de puertas y persianas que permiten que las puertas se cierren ante la pérdida de energía operativa cuenten con una fuente de energía secundaria.

- NFPA 70, 2014. Artículo 645.10. Desconexiones principales.
- NFPA 92, 2015. Capítulo 6.4. Control de sistema de humo.
- NFPA 92A, 2009. Capítulo 6.4. Activación y desactivación de control de humos.
- NFPA 101, 2015. Capítulo 9.6.5. Funciones de seguridad contra incendios.

**Documento fundamentado del Proyecto de investigación:**

La automatización y el potencial análisis big data del diseño Arquitectónico en BIM. Su aplicación en los sistemas de Detección de incendios

**Que postula:**

Arq. Claudia Angelica Orihuela Martínez.

**Comité Tutor:**

Dr. Carlos Bigurra Alzati

Mtro. Ernesto Ocampo

Mtro. Guillermo Sepúlveda

Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura  
Campo de conocimiento: Tecnologías.



INSTITUTO  
DE INVESTIGACIONES  
HISTÓRICAS

