

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Civil



# **PROPUESTA DE GUÍA PARA UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE INFORMACIÓN DE CONSTRUCCIÓN MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA NORMA ISO 12006 Y EL SOFTWARE REVIT**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Juan Jose Sarmiento Villegas**

**Código 20172651**

**Hazel Isabo Gomero Campos**

**Código 20131847**

**Asesor**

Ana Felicita Luna Torres

**Co-asesor**

José Antonio Taboada

Lima – Perú

Agosto del 2023



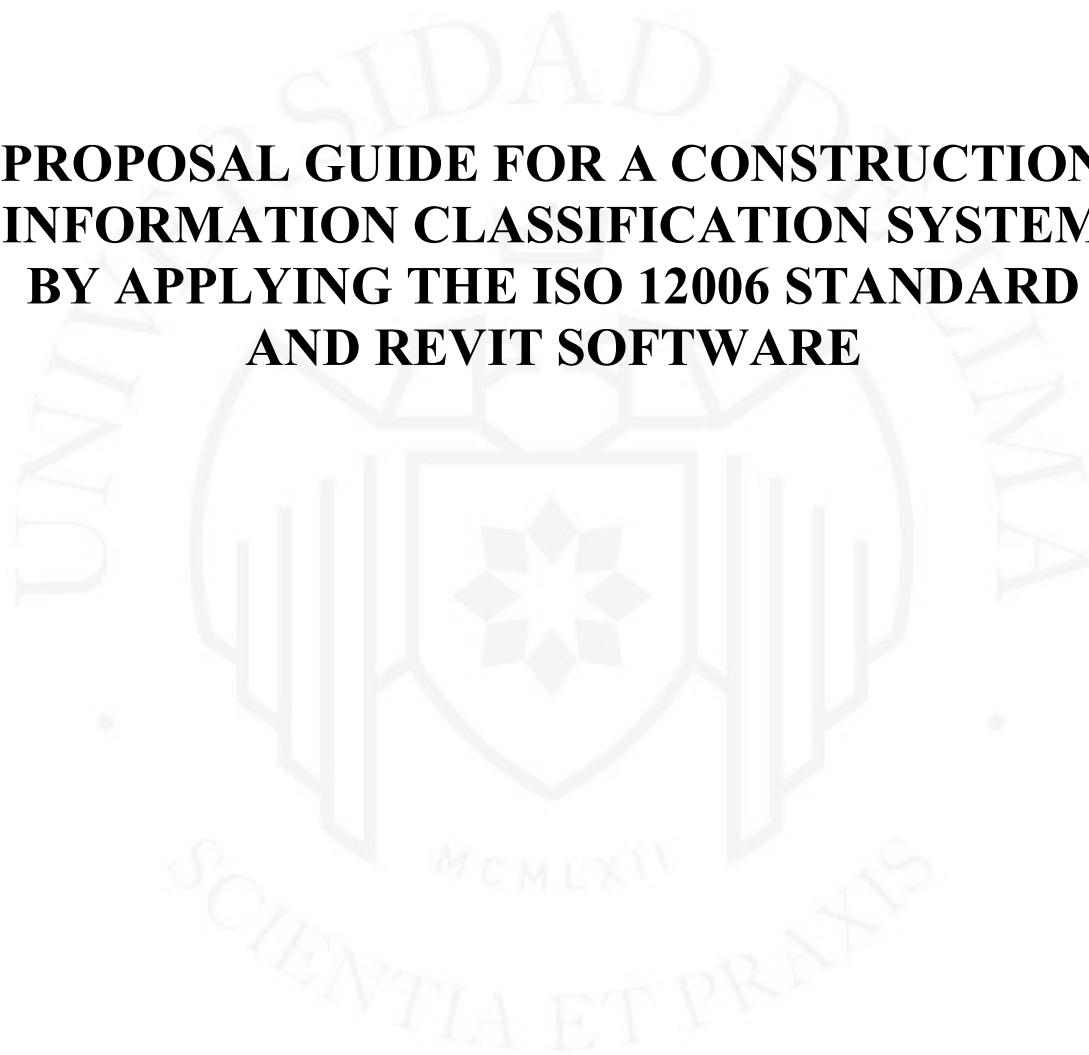
A Dios por darme su bendición y el don de la perseverancia. A mis padres, Jacqueline y Franklin, por el esfuerzo y sacrificio excepcional que realizan por mí para ser mejor persona y profesional. A mi abuela, Fanny, por siempre preocuparse y creer en mí. A mi abuelo, José Luis, que desde el cielo es mi guía y salvaguardia en todo momento. A mi hermano, Sebastián, por enseñarme día a día a ser mejor persona. A mi familia por ser mi motivación y estar siempre presentes.

Juan José Sarmiento

Primero quiero agradecer a Dios, por guiarme en cada paso que doy, ya sea de manera personal o profesional. A Rosario, mi mamá y la luz de mis ojos, por ser mi motivación, mi fortaleza y estar siempre a mi lado. A mi papá, Miguel, y mis hermanos, Axel e Itzel, por apoyarme en todo momento. A los profesores y a todas las personas que me apoyaron durante este proceso y aportaron un granito de arena para que este proyecto sea posible.

Hazel Gomero

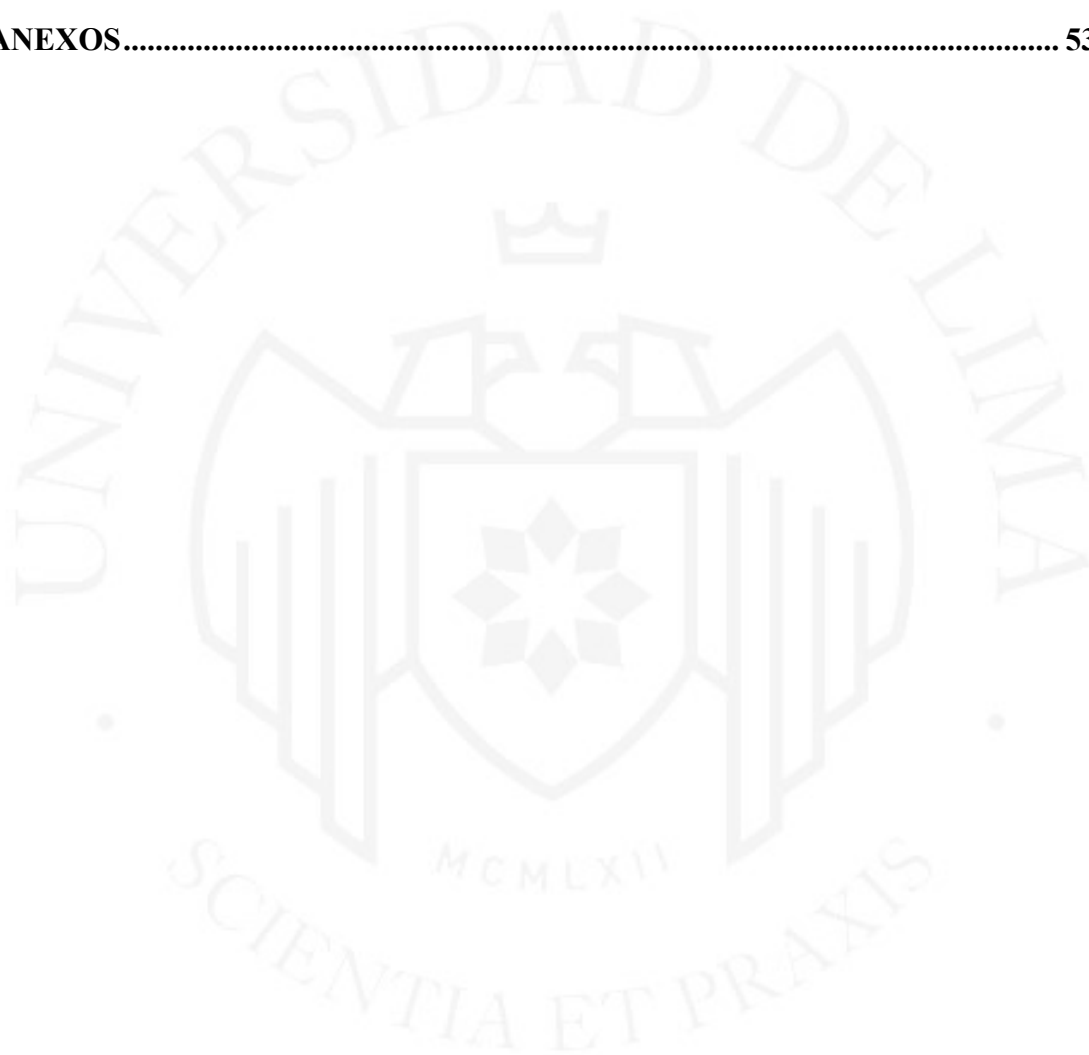
**PROPOSAL GUIDE FOR A CONSTRUCTION  
INFORMATION CLASSIFICATION SYSTEM  
BY APPLYING THE ISO 12006 STANDARD  
AND REVIT SOFTWARE**



# TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN .....</b>	<b>XI</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XII</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>2</b>
1.1 Marco teórico .....	2
1.1.1 International Organization for Standardization (ISO).....	2
1.1.2 ISO 12006-2 .....	2
1.1.3 ISO 12006-3 .....	3
1.1.4 Sistemas de clasificación globales (unificados) .....	3
1.1.5 Construction Specifications Institute (CSI).....	3
1.1.6 Sistemas de clasificación y su uso en Revit .....	4
1.1.7 Importancia de los Sistemas de Clasificación .....	5
1.1.8 Uso de los Sistemas de Clasificación en la industria .....	6
1.1.9 Educación para el uso de Sistemas de Clasificación.....	7
1.2 Estado del arte .....	8
1.2.1 Antecedentes .....	8
1.2.2 Contexto internacional .....	9
1.2.3 Caso de estudio 1.....	14
1.2.4 Caso de estudio 2.....	17
<b>CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA.....</b>	<b>22</b>
2.1 Área de estudio y aplicación .....	23
2.1.1 Ubicación.....	23
2.1.2 Características de la edificación .....	23
2.1.3 Necesidades .....	24
2.1.4 Normas y softwares .....	24
2.1.5 Diseño de recolección de datos .....	25
2.1.6 Procesamiento de datos .....	25
<b>CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>44</b>
3.1 Aplicación 1 .....	44

3.1.1 Caso 1: Clasificación con UniFormat .....	44
3.1.2 Caso 2: Creación de un Sistema de Clasificación .....	44
3.2 Aplicación 2 .....	45
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</b>	<b>47</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>50</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>53</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Propuestas ISO 12006-2: 2015, Uniclass 2015 y para el CICS Nacional .....	15
Tabla 1.2	Clasificación propuesta por la ISO 12006-2 y para un CICS Nacional .....	16
Tabla 2.1	Principios de especialización aplicados a las clases de objetos.....	33
Tabla 2.2	Clasificación - productos de construcción (accesorios y decoración).....	34
Tabla 2.3	Clasificación - espacios construidos, (instalaciones sanitarias y equipos)....	34
Tabla 3.1	Tabla resumen del Sistema de Clasificación UniFormat.....	44
Tabla 3.2	Resultado de Sistema de Clasificación según norma ISO 12006 .....	45



# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Línea de tiempo y evolución de normas ISO 12006-2 e ISO 12006-3 .....	9
Figura 1.2 Los datos de especificación se utilizan en la producción automática de varios otros documentos del proyecto.....	11
Figura 1.3 Desde el elemento de construcción a través del “resultado del trabajo” hasta el sistema Last Planner TM.....	12
Figura 1.4 Identificación de un objeto diseñado con ubicación y geometría a través de una vista espacial .....	19
Figura 2.1 Modelo 3D laboratorio de ingeniería sanitaria, hidráulica e hidrología.....	26
Figura 2.2 Desarrollo del Sistema de Clasificación UniFormat – Descripción de montaje .....	28
Figura 2.3 Desarrollo del Sistema de Clasificación Uniformat – descripción de montaje .....	29
Figura 2.4 Desarrollo del Sistema de Clasificación UniFormat - Asignación de código y descripción de montaje.....	30
Figura 2.5 Desarrollo Sistema de Clasificación UniFormat – Revisión de códigos.....	30
Figura 2.6 Desarrollo del Sistema de Clasificación UniFormat – Creación de lista .....	31
Figura 2.7 Desarrollo del Sistema de Clasificación UniFormat – Búsqueda de tipo, código y descripción de montaje.....	32
Figura 2.8 Desarrollo de la propuesta de Sistema de Clasificación – Creación de notas clave .....	36
Figura 2.9 Desarrollo de la propuesta de Sistema de Clasificación – Asignación de notas clave.....	37
Figura 2.10 Desarrollo de la propuesta de Sistema de Clasificación – Nota clave de elemento .....	38
Figura 2.11 Desarrollo propuesta de Sistema de Clasificación – Leyenda nota clave ..	39
Figura 2.12 Desarrollo de la propuesta de Sistema de Clasificación – Leyenda de nota clave – Edificación A2.....	41
Figura 2.13 Desarrollo de la propuesta de Sistema de Clasificación – Leyenda de nota clave – Edificación A2.....	41



Figura 2.14 Creación de un plano en Revit .....	42
Figura 2.15 Filtro para la leyenda de Notas Clave por plano .....	43
Figura 2.16 Colocación de la leyenda de Notas clave en el plano.....	43



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Tabla de equipos/accesorios – Laboratorio.....	54
Anexo 2: Clasificación UniFormat (Instalaciones Sanitarias).....	56
Anexo 3: Propuesta de clasificación según ISO 12006 .....	59



## RESUMEN

En el ámbito de la construcción a nivel internacional, se requiere estandarizar y catalogar los objetos y/o elementos que forman parte del ciclo de vida de proyectos, con la finalidad de facilitar el uso correcto de la información en todos los procesos relacionados a la construcción, como la cuantificación de acuerdo con las especificaciones técnicas, el cálculo de presupuestos, cuantificación de materiales, entre otros. Este tema ha tenido mayor importancia desde que la metodología BIM (*Building Information Modeling*) ha tenido mayor acogida al desarrollar proyectos de construcción, ya que permite realizar una pre-construcción del proyecto a través de modelación de objetos 3D orientados geoméricamente. (Convers Rivera, 2020)

La norma ISO 12006 se realizó para la organización de información de obras de construcción y consta de parte 2 - Marco de clasificación y parte 3 - Marco para información orientada a objetos, esta norma es aplicable a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. El Instituto Nacional de Calidad del Perú (INACAL) publicó estas normas a principios de abril del 2021; sin embargo, hasta la fecha, en nuestro país no se ha publicado un Sistema de Clasificación que emana de esta norma y facilite el intercambio y la comprensión de información por todos los involucrados. Por ello, el presente trabajo de investigación pretende ser una propuesta de guía, tanto para el sector público como el sector privado, con el propósito de incentivar a los involucrados en este rubro, con el fin de que empleen permanente la clasificación de todos los elementos que conforman un proyecto, aplicando la norma mediante el uso de la metodología BIM y, en un futuro cercano, crear un Sistema de Clasificación Nacional, apoyándose en los sistemas de clasificaciones globales como, en este caso, UniFormat. Esta investigación se aplicará en la ejecución del laboratorio de Ing. Sanitaria, Hidráulica e Hidrología de la carrera de Ingeniería Civil y en el edificio A2, ambos pertenecientes a la Universidad de Lima.

**Palabras clave:** Sistema de Clasificación de Información, ISO 12006-2, ISO 12006-3, BIM, UniFormat

## ABSTRACT

In the field of construction internationally, it's necessary to standardize and catalog the objects and/or elements that are part of the project life cycle, to facilitate the correct use of information in all processes related to construction, such as quantification according to technical specifications, calculation of budgets, quantification of materials, among others. This topic has been more important since the BIM (Building Information Modeling) methodology has been more popular when developing construction projects since it allows a pre-construction of the project to be carried out through the modeling of geometrically oriented 3D objects. (Convers Rivera, 2020)

The ISO 12006 standard was made for the organization of construction site information and consists of part 2 - Classification framework and part 3 - Framework for object-oriented information, this standard is applicable to the entire life cycle of a project. The National Quality Institute of Peru (INACAL for its acronym in Spanish) published these standards in early April 2021; however, to date, in our country a Classification System that emanates from this standard and facilitates the exchange and understanding of information by all stakeholders has not been published. For this reason, the present research work intends to be a guide proposal, both for the public sector and the private sector, with the purpose of encouraging those involved in this area, to permanently use the classification of all the elements that make up a project, applying the standard using the BIM methodology and soon, creating a National Classification System, relying on global classification systems such as, in this case, UniFormat. This research will be applied in the execution of the laboratory of Sanitary, Hydraulic and Hydrology Engineering of the Civil Engineering career and in the A2 building, both belonging to the University of Lima.

**Keywords:** Information Classification System, ISO 12006-2, ISO 12006-3, BIM, UniFormat

# INTRODUCCIÓN

Actualmente, es necesario clasificar la información para mejorar el flujo de trabajo y optimizar todos los procesos que comprenden un proyecto. Algunas empresas han desarrollado su propio marco de clasificación; sin embargo, al ser interno, otras empresas o entidades públicas no podrían entenderlo cuando requieran intercambiar información respecto a un proyecto, lo que representaría un retraso de los procesos por el flujo de información. La meta data que se puede almacenar, para poder ser utilizada en los usos BIM, debe tener un sistema de clasificación acorde a lo que se requiera desarrollar para permitir un trabajo colaborativo en el ciclo de vida de un proyecto de construcción.

En nuestro país, aún no se tiene información disponible de aplicación de las normas ISO 12006-2 e ISO 12006-3 para un sistema de clasificación de información en la construcción. Es por esto por lo que, al desarrollar un sistema de clasificación que tenga como base estas normas, recientemente publicadas por el INACAL, se podrá seleccionar cada elemento, documento, partida y todo lo necesario del proyecto en estudio. Con esta clasificación esperamos desarrollar un estudio de caso que pueda ser utilizada, como una guía, por la empresa privada o el Estado que se encuentre empleando la metodología BIM a través del software Revit.

La presente tesis proporcionaría un aporte a la resiliencia y sostenibilidad del ODS 9 - Industria, Innovación e Infraestructura, la cual permitiría facilitar el desarrollo de infraestructuras resilientes mediante el apoyo financiero tecnológico y técnico, realizar mejoras en las instalaciones físicas para la educación inclusiva, mediante el desarrollo de infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes, de calidad, el acceso equitativo y asequible; y, sería un apoyo en el desarrollo tecnológico, la innovación y la investigación para diversificar la industria y valorizar los productos básicos.

# **CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE**

## **1.1 Marco teórico**

### **1.1.1 International Organization for Standardization (ISO)**

La Organización Internacional de Normalización o Estandarización (ISO) es un organismo no gubernamental e independiente, con sede en Ginebra, Suiza, encargado de incentivar el desarrollo de normas y estándares voluntarios y consensuados. Esta organización, a través de la creación de normas y estándares, tiene como fin mejorar la eficiencia de productos y servicios de las empresas, así como brindar soluciones ante los desafíos globales.

### **1.1.2 ISO 12006-2**

Esta parte de la Norma Técnica Peruana (NPT) ISO 12006 describe un marco para el desarrollo de sistemas de clasificación de medios construidos. Reconoce un grupo de títulos de tablas de clasificación recomendados para una categoría de clases de objetos de información relacionadas con puntos de vista particulares, por ejemplo, por función o forma, apoyados por definiciones. Señala en cada tabla cómo se relacionan las clases de objetos clasificadas, como una serie de subsistemas y sistemas, como en un modelo de información de construcción. Esta parte de la Norma Técnica Peruana ISO 12006 no proporciona el contenido de las tablas y tampoco un sistema completo de clasificación operativa, pero sí da ejemplos. Está destinada a ser utilizada por organizaciones que publican y desarrollan tales sistemas y tablas de clasificación, que pueden cambiar en detalle para adaptarse a las necesidades locales. Sin embargo, si esta parte de la ISO 12006 se aplica en el desarrollo de sistemas y tablas de clasificación locales, será más sencilla la armonización entre ellos. Esta parte de la Norma Técnica Peruana ISO 12006 se aplica para todo el ciclo de vida de los trabajos de construcción, que incluye información, documentación, diseño, construcción, operación y mantenimiento, e incluso demolición. Esto se aplica tanto a la construcción como a las obras de ingeniería civil, incluyendo servicios de ingeniería y paisajismo asociados. (INACAL, 2020a)

### **1.1.3 ISO 12006-3**

Esta parte de la NTP-ISO 12006 detalla un modelo de información que es independiente del lenguaje, y que es factible utilizar para el desarrollo de diccionarios que almacenan o proporcionan información para las obras. Además, permite que se puedan referenciar sistemas de clasificación, modelos de información, modelos de objetos y modelos de proceso dentro de un marco general y común. (INACAL, 2020b)

### **1.1.4 Sistemas de clasificación globales (unificados)**

Un sistema de clasificación es un procedimiento que consiste en agrupar, clasificar, organizar u ordenar elementos basados en criterios comunes, es decir, elementos con ciertas similitudes, para así poder comprenderlos de una manera más práctica y concisa.

En la industria de la construcción, podemos agrupar diversos y variados elementos, actividades o documentos. Dentro de la metodología BIM, un sistema de clasificación, apropiado para un determinado alcance, nos ayudará a crear documentación, actividades, presupuestos, simulaciones, entre otros procesos, de una manera práctica a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. (Autodesk, 2017)

### **1.1.5 Construction Specifications Institute (CSI)**

Fundada en 1948, CSI es una asociación nacional estadounidense sin fines de lucro de más de 7,000 miembros dedicados a mejorar la comunicación de la información de construcción a través del desarrollo continuo y la transformación de estándares y formatos, educación y certificación de profesionales para mejorar los procesos de entrega de proyectos. Los miembros de CSI trabajan incansablemente para comunicar de manera efectiva la visión de los diseñadores, las soluciones de los productores de materiales y las técnicas de los constructores para crear instalaciones excepcionales que cumplan con los objetivos de los propietarios de las instalaciones.

CSI se encarga de mejorar la comunicación de la información de construcción mediante:

- Una base de miembros diversificada de profesionales aliados involucrados en la creación y gestión del entorno construido.

- Desarrollo y transformación continua de estándares y formatos.
- Formación y certificación de profesionales para mejorar los procesos de entrega de proyectos.
- Creación de herramientas de práctica para ayudar a usuarios a lo largo del ciclo de vida de la instalación.

CSI trabaja con organizaciones en todo el mundo con el fin crear y mantener los estándares que guían la comunicación y documentación de la industria de la construcción, que incluyen:

- MasterFormat: el estándar de la industria para especificaciones, estimaciones y datos de productos.
- UniFormat: este formato organiza descripciones preliminares del proyecto, estimaciones de costos, objetos BIM e información inicial del proyecto.
- OmniClass: proporciona un método para clasificar todo el entorno construido a lo largo del ciclo de vida completo del proyecto. (CSI, 2021)

#### 1.1.6 Sistemas de clasificación y su uso en Revit

Las empresas CADD Microsystems y Autodesk realizaron un documento técnico con el fin de identificar el propósito y la necesidad de los sistemas de clasificación en general, especificándose en los predeterminados compatibles con Autodesk Classification Manager para Revit (UniFormat, MasterFormat, OmniClass, UniClass). Este artículo explora cómo Autodesk Classification Manager ayuda a respaldar el uso de sistemas de clasificación durante el diseño, construcción y operaciones de un proyecto.

La gestión de clasificación es una estrategia para clasificar el entorno construido. Hay varios sistemas de gestión de clasificación que se utilizan en todo el mundo. Los más comunes son los siguientes:

1. **MasterFormat**, Una lista maestra para organizar los resultados, los requisitos, los productos y las actividades del trabajo de construcción. Principalmente utilizado en licitaciones y especificaciones, MasterFormat se originó en América del Norte y es producido por el Instituto de



Especificaciones de Construcción (CSI) y Especificaciones de Construcción de Canadá (CSC).

2. **UniFormat**, Para organizar la información de construcción, organizada alrededor de las partes físicas de una instalación conocidas como elementos funcionales, y se utiliza principalmente para estimaciones de costos. UniFormat se originó en América del Norte y es producido por el Instituto de Especificaciones de Construcción (CSI) y Especificaciones de Construcción de Canadá (CSC).
3. **UniClass**, Para todos los aspectos que engloban el diseño y construcción. En particular, para organizar los materiales de la biblioteca y estructurar la literatura de productos y la información de proyectos. UniClass se originó en el Reino Unido y es producido por la Comité de Información de Proyectos de la Industria de la Construcción (CPIC) y la Especificación Nacional de Edificios (NBS).
4. **OmniClass**, Para la organización, clasificación y recuperación de información de producto para todos los objetos en el entorno construido. OmniClass se originó en América del Norte y es producido por las Especificaciones de Construcción Instituto (CSI) y Especificaciones de Construcción de Canadá (CSC). (Autodesk, 2017)

### **1.1.7 Importancia de los Sistemas de Clasificación**

Las actividades realizadas a lo largo del ciclo de vida de un proyecto generan una importante cantidad de datos e información que deben ser almacenados, recuperados, comunicados y utilizados por todas las partes involucradas.

Los continuos avances en las tecnologías de *Smart Building Technologies*, *Building Information Modeling (BIM)* y las prácticas de construcción no solo han aumentado la cantidad y el detalle de datos generados e intercambiados, sino que también han aumentado las expectativas sobre su uso y su valor como un activo. Este aumento en la cantidad y tipos de información generada, y la subsecuente dependencia de la industria AEC<sup>1</sup> en ella, exige un estándar organizacional que pueda abordar el alcance completo

de esta información. Este permitirá y agregará certeza a la información comunicada entre partes separadas o distanciadas por kilómetros, países o continentes.

Las organizaciones industriales han comenzado a darse cuenta de que ahora es necesario y posible un mayor grado de armonización en la clasificación de la información. Esta armonización y reutilización de la información para múltiples propósitos es el núcleo del valor y el ahorro de costos que presentan los modelos de información de construcción.

Muchos propietarios y administradores de instalaciones insisten en tener acceso a toda la información generada durante un proyecto en desarrollo y actualizada a lo largo de la vida de una instalación. Quieren tener acceso a los datos que se utilizaron para impulsar decisiones, las opciones que se consideraron, los registros de esas opciones y decisiones, y la información utilizada para respaldar las decisiones tomadas. Necesitan esa información para administrar mejor sus instalaciones, ya que es probable que la información se convierta en un activo esperado o vendible que se transferirá a los futuros propietarios. Coordinar la producción, el almacenamiento y la recuperación de esa información es una tarea abrumadora.

El creciente comercio internacional de productos de construcción y la diversificación de los servicios de consultoría y contratación en diferentes lugares en diferentes momentos, hace que los principios aceptados nacional e internacionalmente para la organización de información y preparación de la documentación de construcción sean de vital importancia para la salud continua de la industria.

La estandarización de la presentación de dicha información perfecciona la comunicación entre todas las partes involucradas en los proyectos de construcción. Esto apoya al equipo del proyecto a entregar estructuras a los propietarios conforme con sus requisitos, tiempos y presupuestos. (Autodesk, 2017)

### **1.1.8 Uso de los Sistemas de Clasificación en la industria**

Cada una de las tres partes interesadas típicas del proyecto tiene diferentes objetivos para los sistemas de clasificación:

- Propietarios: organizar los datos de las instalaciones y la administración, planificación del desarrollo y estimaciones de costos.
- Contratistas: gestionar la construcción, programación y estimaciones de costos.
- Arquitectos e ingenieros: generar y gestionar especificaciones del proyecto.

Cada proyecto es diferente y tiene diferentes necesidades. Para un proyecto, se pueden usar múltiples clasificaciones y todos los elementos se pueden clasificar. Con mayor frecuencia, solo se utilizan uno o dos sistemas de clasificación y solo algunos elementos se clasifican, según las necesidades del proyecto, los datos que se recopilarán para la base de datos y el esfuerzo involucrado.

Los datos BIM también pueden incluir atributos que no son objetos, pero se pueden agregar para información en el proyecto o el nivel de la instalación. Puede ser tan simple como un valor para un atributo en una base de datos. (Autodesk, 2017)

### **1.1.9 Educación para el uso de Sistemas de Clasificación**

La mayoría de los arquitectos, ingenieros y contratistas aprenden a través de la experiencia profesional en proyectos. MasterFormat es a menudo la primera exposición a las clasificaciones porque se usa para escribir especificaciones que brindan pautas para la construcción de un proyecto. Algunos también obtienen experiencia en UniFormat para producir estimaciones de costos. En los Estados Unidos, el Instituto de Especificaciones de Construcción (CSI) ofrece clases y exámenes de certificación para capacitación formal. Los programas de licenciatura en arquitectura en las universidades de los Estados Unidos, en su mayoría, se centran en el diseño, la historia y la presentación, pero algunos incluyen un plan de estudios sobre BIM y clasificaciones. Estas se enseñan en detalle en los programas universitarios de posgrado, especialmente los relacionados con la gestión de la construcción. (Autodesk, 2017)

## **1.2 Estado del arte**

### **1.2.1 Antecedentes**

La norma ISO 12006 inicialmente se elaboró cuando había poca normalización internacional de sistemas de clasificación para la construcción. Bajo el título general de Construcción de Edificios – Organización de la información sobre obras de construcción, la ISO 12006 consta de:

- Parte 2: Marco de clasificación.
- Parte 3: Marco para la información orientada a objetos.

La primera edición de la ISO 12006-2 se publicó en noviembre del 2001 por el “Comité Técnico ISO/TC 59/SC13: Organización y digitalización de la información sobre edificaciones y trabajos de ingeniería civil, incluido el modelado de información de construcción (BIM)”, incluyendo 17 páginas. Su clasificación Internacional de Normas (ICS) es 91.010.01 Industria de la construcción en general. La segunda edición fue publicada en mayo del 2015 por el mismo comité, incluyendo 23 páginas. Actualmente se encuentra en la etapa 90.92 (Estándar Internacional por ser revisado). Ha sido revisada y confirmada en el año 2012, por lo que esta versión se encuentra vigente.

Por otra parte, la norma ISO 12006-3 fue publicada por primera vez en el año 2007 por el mismo comité menciona anteriormente, incluyendo 32 páginas. Su clasificación Internacional de Normas (ICS) es 91.010.01 Industria de la construcción en general. Sin embargo, le precede una norma relacionada a esta parte de la ISO 12006, conocida como ISO/PAS 12006-3 que se publicó en octubre del 2001, elaborada por el mismo Comité Técnico ISO/TC 59/SC13 y que incluye 24 páginas.

Además, esta tercera parte de la ISO 12006 será reemplazada por la ISO/CD 12006-3, que sería tomada como la segunda edición de la norma y actualmente se encuentra en desarrollo. Está en la etapa 30.60 (Cierre del período de votación/comentarios).

**Figura 1.1**

*Línea de tiempo y evolución de normas ISO 12006-2 e ISO 12006-3*



## 1.2.2 Contexto internacional

### International Group of Lean Construction

Fundada en 1993, el IGLC es una red internacional de personas que elaboran investigaciones, de la práctica y el mundo académico en arquitectura, ingeniería y construcción (AEC) que están seguros de que la práctica, la educación y la investigación de la industria AEC deben ser renovada de manera radical para responder a los desafíos mundiales que se avecinan.

Su objetivo es mejorar la satisfacción de las demandas de clientes y perfeccionar el proceso de AEC, tal como el producto. Es por ello, que están desarrollando nuevos métodos y principios para el desarrollo y elaboración de productos y gestión de la producción adaptados a la industria AEC, pero parecidos a los que define *Lean Construction*, que demostró tener tanto éxito en el mundo de la manufactura.

Las conferencias anuales son la actividad principal del IGLC, y sus ubicaciones rotan entre los continentes. La organización de la conferencia es gestionada de forma independiente por un grupo de voluntarios en cada país patrocinador. (IGLC, 2015)

En el año 2003, se realizó la onceava conferencia que cada año es dirigida por el Grupo Internacional de Lean Construction, llevándose a cabo en el estado de Virginia, Estados Unidos. En esta, el Instituto Tecnológico Danés presentó una conferencia acerca del modelado de información (BIM) orientado a objetos para su uso en *Lean Construction*, el cual también se encuentra documentado. En resumen, se trata de la reducción de cantidad de trabajo de convertir la documentación a la información exacta con la jerarquía de clasificación de la norma ISO 12006-2. Su objetivo es obtener

una estructura de datos orientada a los objetos para transportar información y obtener los “resultado del trabajo”, los cuales son el resultado de las actividades (transformación de recursos) que se encuentran en el plan de trabajo semanal utilizado en el *Last Planner System*.

Durante los últimos 10 a 15 años, se ha vuelto cada vez más obvio para el público danés que la industria de la construcción se está quedando cada vez más a la zaga del desarrollo en los países con los que normalmente se comparan a Dinamarca. Nuestra productividad en la industria es menor, el costo de los edificios es más alto y la calidad del producto terminado es más pobre.

Las “excusas” varían desde la falta de habilidad comercial hasta la forma de organizarse; la falta de estructura en la información del proyecto. La estructura de información utilizada en los proyectos daneses difiere de un proyecto a otro y no se aplican reglas comunes sobre cómo presentar la información (aunque se podría argumentar que la falta de estructura es la regla común en el sector). (Brondsted et al., 2003)

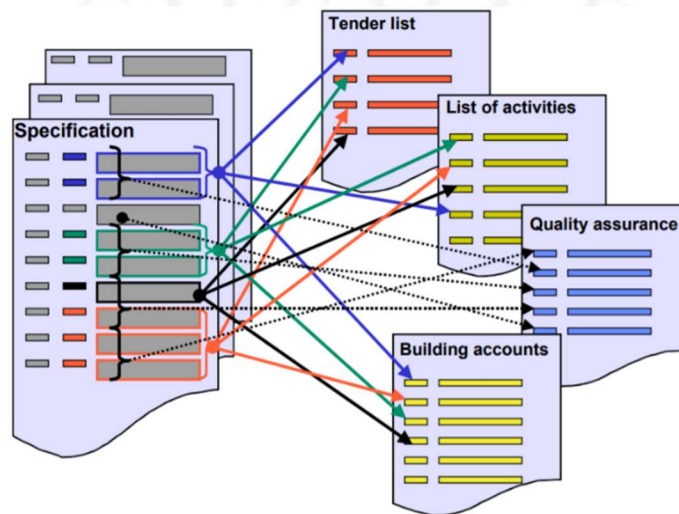
En síntesis, los autores mencionan que, a lo largo de los últimos años del siglo XX, la construcción en Dinamarca cada vez se encuentra más retrasada a comparación con otros países nórdicos. Asimismo, aluden a la falta de estructura de información utilizada en los proyectos daneses como una de las principales causas.

La finalización de un proyecto de construcción es ante todo una cuestión de comunicación, coordinación y organización. En un proyecto de construcción normal intervienen miles de elementos. Todos son diferentes en cuanto a tipo, dimensión, calidad, etc. La información sobre todos estos elementos tiene que ser comunicada entre un número cada vez mayor personas y empresas que participan en el proyecto de construcción. La mala gestión de la información se debe en parte a la gran cantidad de datos que hay que comunicar entre las distintas partes y el proyecto. La tecnología de información puede ayudar a reducir procesos repetidos y errores, pero lo más importante es que puede gestionar trabajos de información triviales de forma más rápida y sencilla.

En ese entonces, en los proyectos se utilizaba la *Danish Sfb-table*, una tabla creada de una colaboración internacional en la década de 1950 que ayuda a crear relaciones entre la información recopilada y los documentos. En esta tabla, los elementos de una edificación se pueden clasificar después. Su última revisión fue en el año 1988, hasta ese entonces. (Bronsted et al., 2003)

### Figura 1.2

*Los datos de especificación se utilizan en la producción automática de varios otros documentos del proyecto*



*Nota.* De “Object oriented information modeling for use in Lean Construction” por J. Bronsted, P. Walloe & K. Bindslev, 2003, p. 4.

Existe una tradición limitada para el uso de la *Sfb-table*: esto se debe a que los ingenieros de construcción pueden identificar su trabajo con la clasificación y el concepto de *Sfb-table*. El resultado ha sido, que las partes de las industrias de la construcción se han encontrado con un empleo diferente de los elementos constructivos de proyecto a proyecto y de colaborador a colaborador - con la oportunidad perdida de obtener una mejor eficiencia de ahorro.

Hoy (describiendo actualidad en el año 2003), todavía nos falta realizar un proyecto de construcción en su totalidad donde se utilice la estructura de información y donde se mida el resultado. El uso de un sistema común para la estructuración de la información contiene varias perspectivas en forma de ahorro de tiempo y racionalizaciones a través de una comunicación eficiente entre las partes en las industrias de la construcción.

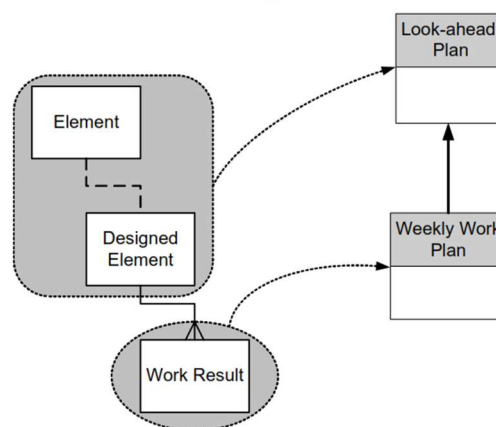
Los sistemas de información no deben utilizarse simplemente para automatizar un proceso mal diseñado. Los sistemas *Lean* pueden respaldar e ilustrar el trabajo de *Last Planner*<sup>TM</sup>, así como una ayuda para identificar y eliminar restricciones. Teniendo esto en cuenta, el resultado del Proyecto de Clasificación ha sido utilizado como base para el desarrollo de herramientas informáticas para el *Last Planner* en el diseño integrado y para la información de mantenimiento durante el ciclo de vida de edificios.

El *Last Planner System* o Sistema de Último Planificador es una metodología de planificación colaborativa que se lleva a cabo con todos los involucrados en la obra, especialmente con los ingenieros partes del *staff*, y los capataces de cada especialidad. Consiste en programar las actividades semanales para aumentar el control y el flujo de trabajo sin interrupciones. Es parte de la filosofía *Lean Construction*.

En esta instancia, los autores plantean realizar un Proyecto de Clasificación como base para optimizar el uso del *Last Planner System*, utilizando la norma ISO 12006-2. En el Proyecto de Clasificación se tomó la decisión de trabajar con una estructura de datos correspondiente a ISO 12006-2. El nivel más bajo de granularidad se estableció en “Resultado del trabajo”, análogo al resultado de una actividad. En el *Last Planner System*, este es el nivel exacto, que se utiliza en el plan de trabajo semanal y se puede agregar a los elementos de construcción en el plan anticipado. (Brondsted et al., 2003)

### Figura 1.3

Desde el elemento de construcción a través del “resultado del trabajo” hasta el sistema *Last Planner*.



Nota. De “Object oriented information modeling for use in Lean Construction” por J. Brondsted, P. Walloe & K. Bindslev, 2003, p. 7.



La falta actual de estructura de datos orientada a objetos significa que las herramientas *del Last Planner System* no aprovechan al máximo su potencial. Los objetos ("Resultados del trabajo") no contienen ninguna de la información agregada por los diseñadores, información sobre los productos exactos, recursos, geometría, etc., aunque toda esta información está disponible y almacenada en otros documentos. El *Last Planner System* ofrece una metodología para realizar un seguimiento de las limitaciones, pero la información necesaria aún debe recuperarse manualmente. (Brondsted et al., 2003)

Tener un modelo 3D del edificio totalmente orientado a objetos sería la situación ideal, tiene ventajas de visualización y simulación, y el objeto contiene información sobre atributos relevantes. Luego, los objetos se pueden usar directamente en el *Plan Lookahead* y en el plan de trabajo semanal del *Last Planner* en diferentes niveles de agregación. (Brondsted et al., 2003)

Posteriormente, en la conferencia los autores exponen una tesis de maestría, realizada por dos estudiantes de la Universidad de Aalborg en la segunda mitad del año 2001, la cual consiste en el trabajo de desarrollo de un Plan de Trabajo Semanal prototipo. Aquí, logran detallar los materiales, el elemento de construcción del que forma parte la tarea, descripciones, etc., donde si se realizan cambios en los modelos originales, las tareas se actualizan automáticamente. Asimismo, si una tarea del plan de trabajo semanal se retrasa, se actualiza automáticamente en el *Lookahead*. (Brondsted et al., 2003)

La Agencia Nacional Danesa para la Empresa y la Vivienda ha puesto en marcha la "Iniciativa de construcción digital". Una parte de esta iniciativa es *The Digital Foundation*, que tiene el propósito de crear una estructura de datos orientada a objetos en preparación para la integración de datos entre todas las partes involucradas en el proceso de construcción a lo largo del ciclo de vida del edificio.

Los autores concluyen mencionando que su país, Dinamarca, debe iniciar a invertir en la construcción y las tecnologías que ayudan a optimizar procesos y calidad. Específicamente, se refieren a sistemas clasificación y estructuras de datos orientada a objetos que puedan integrar a todas las partes involucradas. Asimismo, asumen que en el futuro la técnica CAD 2D y 3D será reemplazada por la construcción de modelos, la

mayor parte de las licitaciones se realizarán a través de internet y que las técnicas de visualización y simulación introducidas por los modelos mencionados serán ampliamente utilizadas. (Brondsted et al., 2003)

### **1.2.3 Caso de estudio 1**

En la tesis “Contribuciones a un Sistema de Clasificación de Información de Construcción Nacional de acuerdo con la norma ISO 12006” - 2017, la autora, Teresa Melo, pretende contribuir a la definición de un Sistema Nacional de Clasificación de la Información en la Construcción (CICS) para que represente la complejidad de los procesos en el sector Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operación (AECO) y que contribuya al desarrollo de modelos BIM, modernizando el proceso de la planificación, el diseño, la construcción, la operación y finalmente el mantenimiento de los proyectos. Recalca que la Norma ISO 12006-2: 2015 propone una estructura para el desarrollo del CICS y, a partir de ella, definió una propuesta de CICS nacional, plasmada en una guía de soporte técnico del DNP (Documento Normativo Portugués), que presenta el análisis y estudio de esta norma internacional y su aplicación en Portugal. De esta forma, se pretende definir las tablas de clasificación relevantes y las codificaciones a ser consideradas en un CICS nacional.

El modelo de clasificación propuesto resultó de la revisión de otra metodología propuesta en la fase inicial, el estudio de los principios y organización del sistema de clasificación del Reino Unido, Uniclass2015, y la ayuda de la herramienta ProNIC. En la tabla a continuación se comparan directamente las tablas de referencia más relevantes y el CICS propuesto. (Melo Poêjo, 2017)

**Tabla 1.1***Propuestas ISO 12006-2: 2015, Uniclass 2015 y para el CICS Nacional*

ISO 12006-2: 2015		Uniclass2015		Propuesta CICS	
Abreviatura	Tabla	Abreviatura	Tabla	Abreviatura	Tabla
A.2	Construction information	FI	Form of information	IC	Información de construcción
A.3	Construction products	Pr	Products	Pr	Productos
A.4	Construction agents	-	-	Ag	Agentes
A.5	Construction aids	TE	Tools and Equipment	FE	Herramientas y equipo
A.6	Management	PM	Project management	GD	Gestión y dirección
A.7	Construction process	-	-	Po	Procesos de construcción
A.8	Construction complexes	Co	Complexes	Em	Empresas
A.9	Construction entities	En	Entities	En	Entidades
A.10	Built spaces	SL	Spaces/ locations	EL	Espacios / lugares
A.11	Construction elements	EF	Elements/ functions	E/F	Elementos/ Funciones
A.12	Work results	-	-	-	-
A.13	Construction properties	-	-	Pp	Propiedades
-	-	Ac	Activities	-	-
-	-	Ss	Systems	Ss	Sistemas
-	-	Zz	CAD	Zz	CAD

*Nota.* Adaptado de *Contribuciones a un Sistema de Clasificación de Información de Construcción Nacional de acuerdo con la norma ISO 12006*, por Teresa Melo, 2017

El modelo de clasificación que se propone en este caso de estudio tiene como base el análisis de la norma ISO 12006-2: 2015, ya que ésta da las pautas para la formación de un CICS que incluya todas las fases de construcción y sea integral para que pueda ser adaptado por cualquier organización. Define un marco para los sistemas de clasificación de información relacionados con la industria e identifica un conjunto de tablas recomendadas, así como sus nomenclaturas. La tabla a continuación resume las abreviaturas y designaciones de las tablas de clasificación propuestas por la Norma ISO 12006-2: 2015, así como las características de las tablas propuestas para un posible CICS, según la realidad portuguesa. (Melo Poêjo, 2017)

**Tabla 1.2***Clasificación propuesta por la ISO 12006-2 y para un CICS Nacional*

ISO 12006-2: 2015			Propuesta Nacional CICS		
Abr.	Tabla	Abr.	Tabla	Principio de especialización no propuesto	Definición
A.2	Información de construcción	IC	Información de construcción	Contenido	Estructurar las formas de comunicarse (p. Ej., Contrato, horarios, mapa de cantidades, etc.)
A.3	Productos de construcción	Pr	Productos	Función	Especifica los productos individuos utilizados en la construcción (Ej., productos primarios, clavos, etc.)
A.4	Agentes de Construcción	Ag	agentes	Función que desempeña	Especifica aquellos involucrados en el proceso de construcción (Ej., Cliente, Contratista, etc.)
A.5	Ayuda de Construcción	FE	Herramientas y equipo	Función	Describe objetos que se aplican en mantenimiento y construcción (Ej., Vehículos - Camión de basura)
A.6	Gestión	GD	Gestión y dirección	Actividades de gestión o dirección	Especifica las actividades de gestión (por ejemplo, administración, costos, etc.)
A.7	Procesos de construcción	Po	Procesos de construcción	Actividades de construcción	Describe las actividades vinculado al proceso constructivo (Ej., preparación para el inicio del trabajo, etc.)
A.8	Tipos de Construcción	Em	Empresas	Función	Describe los proyectos de forma general (Ej., Infraestructura de transporte, Infraestructura industrial, etc.)
A.9	Entidades	En	Entidades	Función	Describe cosas concretas (Ej., carreteras, puentes, túneles)
A.10	Espacios / lugares	EL	Espacios / lugares	Función	Describe lugares donde se pueden considerar múltiples actividades o solo una actividad (Ej., aulas, cocinas, etc.)
A.11	Elementos	E/F	Elementos/ funciones	Posición y forma	Reúne a los principales componentes de una estructura (Columnas, muros, etc.)
A.12	Resultados de trabajo	-	-	-	-
A.13	Propiedades de Construcción	Pp	Propiedades	Tipo de propiedad	Estructurar las propiedades y características de objetos físicos (peso, densidad, comportamiento frente fuego)
-	-	Ss	Sistemas	Función	Conjunto de componentes que en su totalidad crea un elemento o realiza una función (Ej., techo inclinado, con su aislamiento, tejas, estructura, etc.)
-	-	zz	CAD	Función	Organizar archivos CAD (Ej., Leyendas, Elementos Topográfico, etc.)

*Nota. Adaptado de Contribuciones a un Sistema de Clasificación de Información de Construcción Nacional de acuerdo con la norma ISO 12006, por Teresa Melo, 2017*

Las tablas propuestas fueron elegidas para formar parte de un CICS nacional, porque en estas tablas es posible enmarcar características que se consideraron relevantes para el sector AECO.

En conclusión, a través del análisis y estudio de las diversas Normas ISO, en particular la Norma ISO 12006-2: 2015, el sistema de clasificación de información de construcción del Reino Unido, Uniclass2015, y la herramienta portuguesa ProNIC<sup>1</sup>, fue posible concluir sobre la mejor manera de estructurar el CICS nacional y definir qué tablas son relevantes para él. Esta propuesta siguió la estructura propuesta por ISO 12006-2: 2015, con algunos ajustes, y se complementó con conceptos existentes en Uniclass2015. (Melo Poêjo, 2017)

De esta manera, se pudo alcanzar el objetivo principal de la tesis de Melo “Contribuciones a un Sistema de Clasificación de Información de Construcción Nacional de acuerdo con la norma ISO 12006” (2017), que fue la elaboración de una Guía DNP<sup>2</sup>, que puede convertirse en parte integral de la colección portuguesa, haciendo de esta Guía Técnica para la aplicación de la ISO 12006-2: 2015 un paso importante para la implementación de un sistema de clasificación a nivel nacional. La Norma ISO 12006-2: 2015 establece pautas generales para desarrollar un sistema de clasificación en el sector de la construcción y/o desarrollar las respectivas tablas de clasificación. Se espera que esta Guía facilite la adaptación nacional.

#### **1.2.4 Caso de estudio 2**

En el artículo sobre ISO 12006-2 e IFC<sup>3</sup> – Requisitos previos para la coordinación de normas de clasificación e interoperabilidad, por Andrés Ekholm en 2005, menciona que la norma ISO 12006-2 se ha desarrollado para armonizar diferentes sistemas de clasificación nacionales y regionales. Es aplicado en todo el mundo para el desarrollo y elaboración de sistemas de clasificación para el uso diario en la industria de la construcción, mientras que las IFC están destinadas a permitir el intercambio efectivo de información dentro de la industria. Además, explica que una integración de IFC con ISO

---

<sup>1</sup> ProNIC, Protocolo para la Normalización de la Información en la Construcción.

<sup>2</sup> DNP, se refiere a Documento Normativo Portugués.

<sup>3</sup> IFC (Industry Foundation Classes) es un formato de datos que tiene como finalidad permitir el intercambio de un modelo de información sin la pérdida o la distorsión de los datos que contiene.

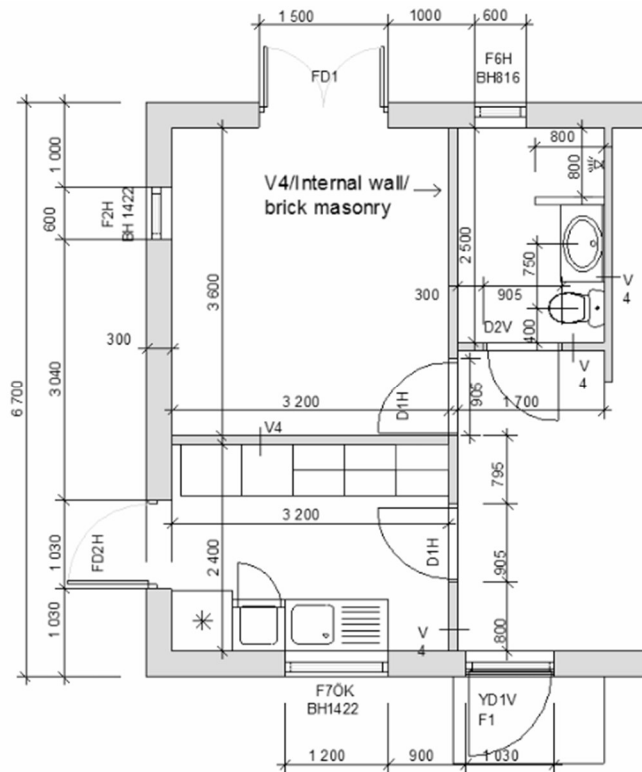
12006-2 facilitaría y aceleraría la aplicación práctica diaria de la gestión de información basada en objetos.

Según (Ekholm, 2005), las vistas en construcción y gestión de instalaciones son las siguientes:

- Vistas sobre entidades de construcción: La separación de clases de las vistas espacial, funcional y de composición y las posibilidades de combinarlas es característica de varios procesos en la construcción y la gestión de instalaciones.
- Vistas en el diseño: Durante el diseño, la clasificación de edificios apoya la determinación incremental de las propiedades del objeto diseñado. Al principio, el objeto diseñado se identifica a través de una vista espacial, se determina la ubicación y la geometría. Luego, el objeto está determinado funcionalmente y se puede clasificar como *elemento*. Cuando se ha determinado la solución técnica de una parte, se puede clasificar como *Elemento diseñado y Resultado del trabajo*, según se puede apreciar en la figura a continuación.

## Figura 1.4

*Identificación de un objeto diseñado con ubicación y geometría a través de una vista espacial*



Nota. De "ISO 12006-2 and IFC – Prerequisites for coordination of standards for classification and interoperability" por A. Ekholm, 2005.

La secuencia es la misma en el diseño en base a dibujos y en el CAD en base a modelos 3D, el diseñador empieza definiendo objetos de diseño, representando partes de construcción por geometría, y determina de forma incremental la función y la solución técnica. Sin embargo, las principales aplicaciones CAD de modelado 3D integran los dos primeros pasos y requieren que un diseñador cree una instancia de un objeto de diseño de una clase "elemento" con parámetros de geometría predefinidos, por ejemplo, una pared como placa vertical. En este caso, el objeto ya está determinado por la función de acuerdo con la definición de la clase "Elemento". Se podría argumentar que el software CAD orientado a objetos se adaptaría mejor al proceso de diseño si estos dos pasos no se combinan.

- Vistas en especificación y cálculo de costos: La IFC no puede manejar el cálculo de costos ya que no identifica clases basadas en diferentes vistas. En cambio, el cálculo de costos se habilita asociando instancias de *IfcProduct*<sup>4</sup>, como *IfcBuildingElement*<sup>5</sup>, *IfcConstructionresource*<sup>6</sup> y *IfcCostItem*<sup>7</sup> relacionado. Parecería menos engorroso usar clases predefinidas como en la ISO 12006 *Resultado de trabajo* para un mejor manejo.

• Vistas en otros estándares: La relevancia de distinguir clases en diferentes puntos de vista no es exclusivo de la ISO 12006, sino que es común en otros estándares. Por ejemplo, en la norma de la industria IEC 61346 “Sistemas, instalaciones, equipos y productos industriales”, desarrollada para la clasificación de *objetos técnicos*, por razones similares a la ISO, distingue entre objetos identificados desde tres puntos de vista diferentes, el funcional: *función*, la composición: *producto* y la espacial: *ubicación* (IEC 2000). No hay problema de principio para integrar diferentes vistas en el mismo modelo o esquema. Esto muestra una posible solución que integra una vista funcional o espacial con una vista de composición. Una vista de aspecto se refiere a un cierto subconjunto de la composición total del objeto modelado, mientras que la vista de composición incluye la composición del objeto, como unidades de ensamblaje o resultados de trabajo de los que está hecho el objeto.

En el artículo se concluye que, las clases IFC Core extensión e interoperabilidad, no pretenden ser equivalentes a las clases de clasificación, pero deben verse como una especie de marcadores de posición para la información sobre la instancia modelada. Las propiedades de la instancia se determinan mediante asociaciones con *GeometryResources*, *PropertySets* y otras clases en IFC. En consecuencia, para que una instancia de IFC se clasifique como elemento de la ISO 12006, debería asignársele un

---

<sup>4</sup> *IfcProduct*, representación abstracta de cualquier objeto que se relacione con un contexto geométrico o espacial.

<sup>5</sup> *IfcBuildingElement*, representación abstracta de todos los elementos que participan en un sistema de construcción.

<sup>6</sup> *IfcConstructionresource*, representación abstracta que identifica un tipo de recurso material en un proyecto de construcción.

<sup>7</sup> *IfcCostItem*, representación abstracta del costo de bienes y servicios, la ejecución de obras por un proceso, el costo del ciclo de vida y más.



conjunto de propiedades equivalente al de la definición de "elemento". También, menciona que, en la práctica, IFC no ha logrado establecer la separación prevista entre los elementos del modelo y la clasificación. Las clases IFC tienen, en gran medida, nombres similares a los utilizados en los sistemas de clasificación. Un ejemplo es el *IfcWall*, que también en IFC se define por su función como envolvente. Los ejemplos de esto no son independientes del rol funcional. Esto no habría sido problemático si la IFC hubiera reconocido el hecho y se hubiera adherido a ISO 12006 o cualquier otro marco de clasificación.

Con respecto a la integración, los sistemas de clasificación adheridos en la ISO 12006 se utilizan a diario en varios países para la estructuración de información tanto manual como computarizada. IFC aborda cuestiones de interoperabilidad y resulta una inversión considerable de tiempo y dinero. Si la IFC y la ISO se armonizaran, se facilitaría y aceleraría la integración de la práctica diaria con la gestión de información basada en objetos. Por otro lado, la ISO 12006 y la IFC apoyan procesos ligeramente diferentes, pero, existe una superposición significativa entre los marcos. La ISO está desarrollada para soportar especificaciones, cálculo de costos, capas CAD, sistemas PDM<sup>8</sup>, desarrollo breve, etc. para los procesos de construcción y administración de instalaciones. IFC tiene un alcance similar, pero las necesidades de los sistemas CAD y la definición de objetos CAD estaban inicialmente enfocados. (Ekholm, 2005)

---

<sup>8</sup> PDM, Product Data Management, es un sistema para administrar los datos de diseño y los procesos de ingeniería desde una única ubicación central.

## CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

Para realizar una clasificación de los elementos de un proyecto de construcción hemos visto la necesidad de familiarizarnos con la norma ISO 12006-2 y la norma ISO 12006-3, así como con el sistema global UniFormat y los mencionados anteriormente.

La recolección de información y los casos de estudio nos proveerán un mayor entendimiento de los significados y comprensión de la Norma ISO 12006-2 y la ISO 12006-3. La teoría nos servirá como un marco de referencia, por lo que nuestro proceso de investigación nos ayudará a identificar las variables y conceptos clave del estudio. Por lo tanto, nuestra investigación nos asistirá a reconocer la más conveniente manera de clasificar estos elementos para nuestro proyecto (esto será variable, dependerá de cada proyecto, ya que cada uno es único, y de la fase donde se aplique la clasificación), para adaptarnos y, en caso se requiera, complementarlos con sistemas de clasificación ya establecidos y así poder aplicarlo para todo el ciclo de vida de este. Esto será concluido posteriormente en la aplicación en la ampliación del laboratorio de Ing. Sanitaria, Hidráulica e Hidrología de la carrera de Ingeniería Civil y en el edificio A2, ambos de la Universidad de Lima. Por lo tanto, nuestra investigación representa un enfoque cualitativo, ya que se va a describir, comprender, interpretar y aplicar las variables que sean necesarias para su desarrollo.

La finalidad de la metodología es dada como describir la gestión de la información en un proyecto de construcción; sin embargo, la finalidad del trabajo de investigación es la aplicación y generación de la metodología, apoyándonos en el Sistema de Clasificación UniFormat, el cual se encuentra actualmente alineado a las normas ISO 12006-2 y la ISO 12006-3, por lo que este estudio es de carácter exploratorio y descriptivo.

Según el tipo de investigación, se busca una visión general de la gestión de la información en un proyecto de construcción, basado en la norma ISO 12006. En el Perú, hasta la fecha, no se tiene conocimiento de que se haya realizado la aplicación de esta norma, por lo que no se cuenta con una guía aplicativa que pueda servir para el Estado y el sector privado, es decir, no se encuentra alineada a estos estándares, sino solo con un listado de clasificación para el metrado de las partidas de construcción en las obras de

edificación y habilitación urbana, las cuales se describen dentro de la Norma Técnica de Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas.

## **2.1 Área de estudio y aplicación**

Se requiere identificar el procedimiento a seguir para plantear una propuesta de clasificación de la información en la gestión de un proyecto de construcción mediante la norma ISO 12006, usando un modelo 3D elaborado con Revit y con apoyo del Sistema de Clasificación UniFormat, mediante su aplicación en dos edificaciones: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria, Hidráulica e Hidrología y Edificio A2.

### **2.1.1 Ubicación**

El Laboratorio de Ing. Sanitaria, Hidráulica e Hidrología de la carrera de Ingeniería Civil y el Edificio A2 se ubican en la Universidad de Lima, la cual tiene como dirección Avenida Javier Prado Este 4600, Santiago de Surco, 15023, Lima.

### **2.1.2 Características de la edificación**

**Edificación 1:** Laboratorio de Ingeniería Sanitaria, Hidráulica e Hidrología (S2H)

En este laboratorio mencionado, se estudia el saneamiento de espacios donde se ejecuta alguna actividad humana, el comportamiento que tienen los líquidos en función de sus propiedades, y en general, el agua, su ocurrencia, circulación, distribución y propiedades químicas, mecánicas y físicas en la atmósfera, la superficie terrestre y los cuerpos de agua. La calidad de estudios realizados en el laboratorio está garantizada debido a que cuenta con un equipamiento moderno y es manejado por un grupo de profesionales experimentados.

Por otro lado, tiene como objetivo brindar a los universitarios un entorno favorable para la ejecución de trabajos académicos, proyectos de docencia e investigaciones científicas en dicho rubro. También tiene como objetivo ofrecer apoyo técnico especializado a la industria.

El proyecto en estudio consiste en la ampliación de los laboratorios de Ingeniería Civil de la Universidad de Lima. El laboratorio de Ingeniería Sanitaria, Hidráulica e

Hidrología, que forma parte de este complejo, se complementará con modificaciones de espacio y ubicación, cambios en especialidades, la llegada de nuevos equipos y accesorios, entre otros.

## **Edificación 2: Edificio A2**

Es la edificación de Estudios Generales de la Universidad de Lima, la cual se encuentra próxima a la Avenida Manuel Olguín.

El objetivo de los Estudios Generales es que los alumnos egresados tengan las competencias necesarias y adecuadas para expresar un pensamiento lógico con capacidad de análisis, generalización, abstracción y asociación, enfocado a la solución de problemas.

### **2.1.3 Necesidades**

Aplicación metodológica de las Normas ISO 12006-2 y 12006-3 a un proyecto de construcción, con el fin de realizar una propuesta de guía y conocer cómo clasificar la información de un proyecto, para que pueda ser utilizado por los involucrados en el sector construcción. Asimismo, incentivar a la creación de un Sistema Nacional de Clasificación para su uso habitual.

### **2.1.4 Normas y softwares**

Aplicaremos las siguientes normas directamente a nuestra investigación.

- Norma ISO 12006-2: Marco de clasificación
- Norma ISO 12006-3: Marco para la información orientada a objetos
- Software Autodesk Revit 2021

Se obtendrán los datos a través de la revisión, observación y análisis documental de los siguientes estándares de clasificación.

- Sistema de clasificación UniFormat
- Sistema de clasificación personalizado

### **2.1.5 Diseño de recolección de datos**

Teniendo en cuenta que las áreas de estudio son el nuevo laboratorio de Ingeniería Sanitaria, Hidráulica e Hidrología (S2H) y el Edificio A2 de la Universidad de Lima, la recolección de datos para la organización de la información para el caso del proyecto será a partir de los planos de Arquitectura e Instalaciones Sanitarias proporcionados por el cliente.

Para el caso del espacio asignado, se requiere organizar la información de todos los elementos que conforman las edificaciones. En este caso, nos basaremos en las especialidades de Arquitectura e Instalaciones Sanitarias.

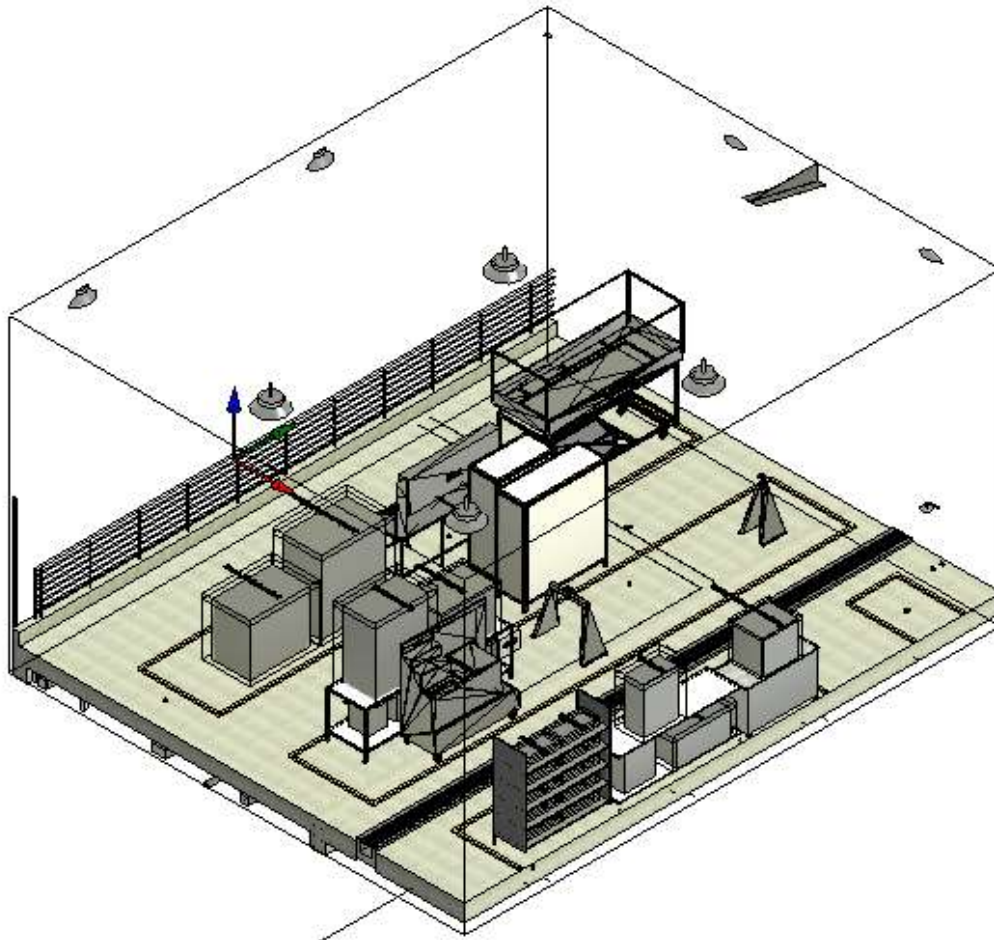
### **2.1.6 Procesamiento de datos**

#### **2.1.6.1 Edificación 1: Laboratorio de Ingeniería Sanitaria, Hidráulica e Hidrología**

Para el proyecto en estudio, primero se elaboró el modelado de Arquitectura e Instalaciones Sanitarias, considerando los equipos y los detalles para la elaboración del Sistema de Clasificación.

**Figura 2.1**

*Modelo 3D laboratorio de Ingeniería Sanitaria, Hidráulica e Hidrología.*



Para el desarrollo de la clasificación del modelo BIM, al tener el propósito de ser una guía, se realizarán dos tipos de evaluación.. Para la primera, utilizaremos el Sistema de Clasificación global UniFormat; sin embargo, como el laboratorio cuenta con equipos y accesorios peculiares, clasificarlo con UniFormat sería de una manera muy genérica. Por lo tanto, la segunda evaluación se basará en crear nuestro Sistema de Clasificación, donde agregaremos también a las Instalaciones Sanitarias.

### **Caso 1: Clasificación con UniFormat**

El Sistema de Clasificación UniFormat se asigna a nivel de tipos de familia. Eso significa que los tipos de sistema que pertenecen a familias de sistema sí pueden tener código UniFormat. Para hacer efectiva esta clasificación, se realizarán los siguientes pasos,

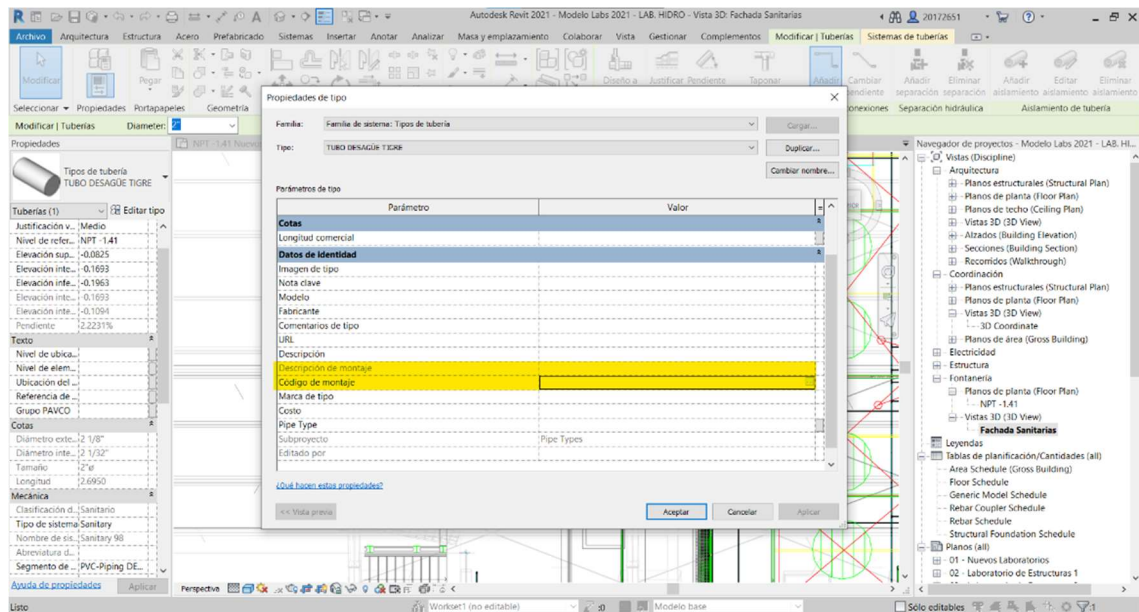
donde describiremos los elementos en español y, entre paréntesis, en inglés, resultando beneficioso para los que tengan Revit en español y para los que lo tengan en inglés.

**Paso 1:**

- Se selecciona el elemento que deseamos asignarle el código. En este caso, “TUBO DESAGÜE TIGRE” de 2”.
- En la ventana de Propiedades (*Properties*) se selecciona el comando Editar tipo (*Edit Type*).
- Se obtendrá la ventana que se observa en la imagen y se centrará en los Datos de identidad (*Identity Data*).
- Dentro de este grupo se puede observar las opciones Descripción de montaje (*Assembly Description*) y Código de montaje (*Assembly Code*). Esto suele ser una confusión para varias personas ya que no se tiene conocimiento de que esta opción es del sistema UniFormat y muchos lo asocian, por lo general, con los ensamblajes de elementos que uno hace dentro del modelo Revit.
- A continuación, se ingresará a Código de montaje (*Assembly Code*) presionando los puntos suspensivos que se encuentran al lado derecho de la columna Valor (Value).
- De esta manera se obtendrán las clasificaciones del sistema UniFormat.

**Figura 2.2**

*Desarrollo del Sistema de Clasificación UniFormat – Descripción de montaje*



**Paso 2:**

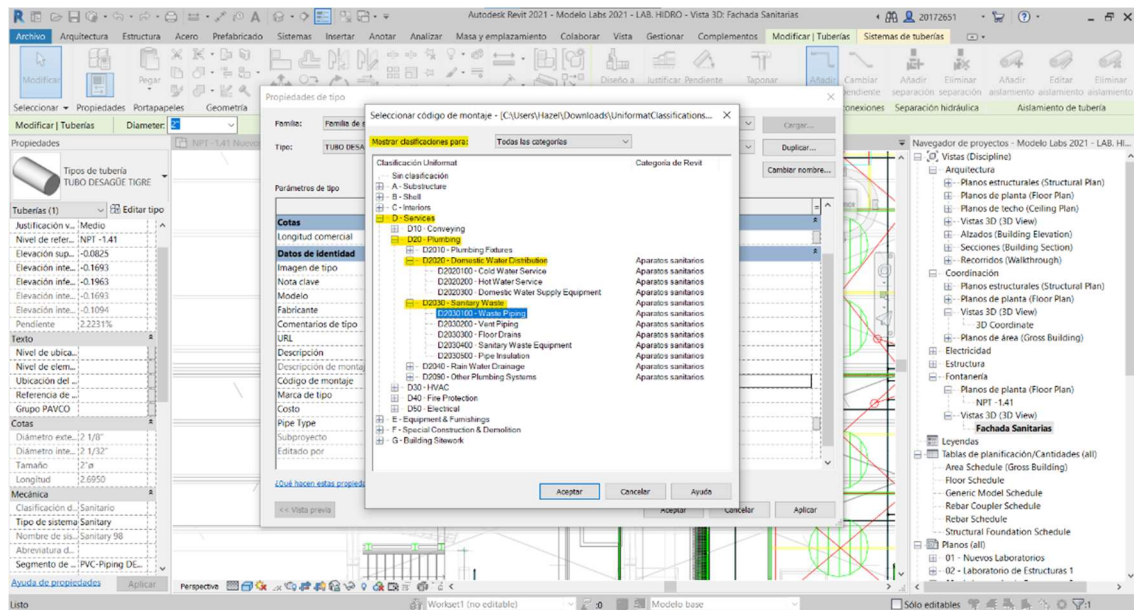
- Una vez aparece la ventana del sistema UniFormat, se asignará la clasificación más pertinente para nuestro elemento. Generalmente, Revit nos sugiere ciertos códigos en la parte superior de la ventana: Mostrar clasificaciones para (*Show classifications for*). Asimismo, se puede seleccionar la categoría que se requiera mostrar.
- Se procede a escoger “Todas las categorías”. En este caso, ir a la categoría D – Services,
- Posteriormente seleccionar D20 – Plumbing.
- Luego escoger la opción D2030 – Sanitary Waste.
- Finalmente, optar por el elemento D2030100 – Waste Piping.

Es importante tener en cuenta que podemos clasificar de manera detallada como de manera más genérica o global. Por ejemplo, se puede clasificar a este elemento con el código D – Services sin ningún problema, así como con las subsiguientes categorías. Es importante considerar que este nivel mínimo de clasificación deberá conciliarse entre las partes involucradas o ser definido por la parte que designa.



**Figura 2.3**

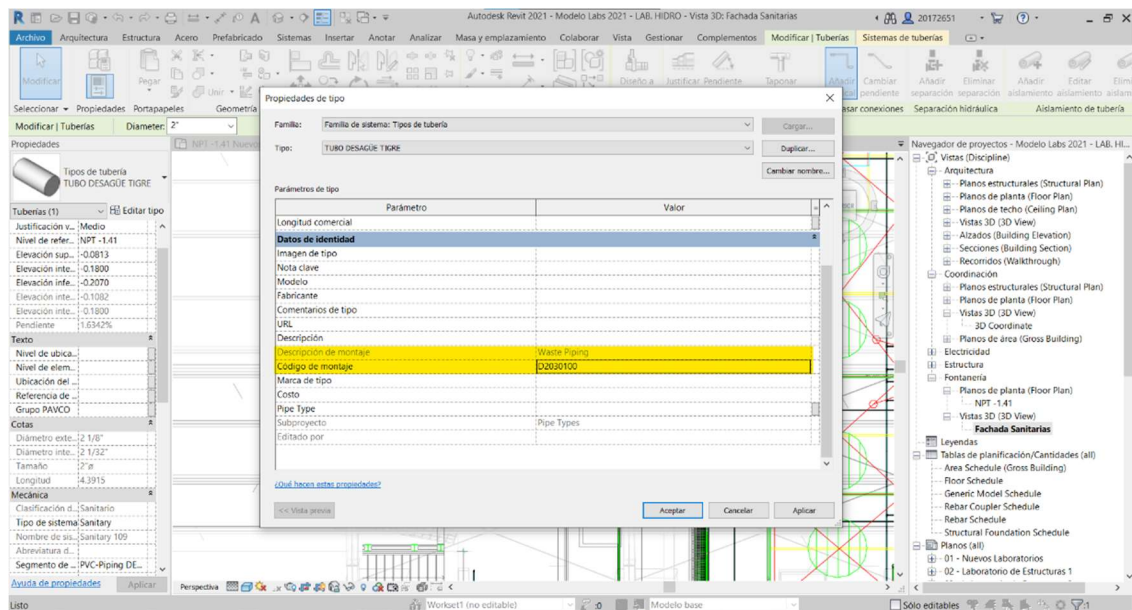
*Desarrollo del Sistema de Clasificación Unifomat – descripción de montaje*



Al asignarle el código y darle clic en “Aceptar”, aparecerá el Código de montaje (*Assembly Code*) y la Descripción de montaje (*Assembly Description*) y, desde este momento, todos los elementos “TURO DESAGÜE TIGRE” de 2” tendrán el código asignado.

**Figura 2.4**

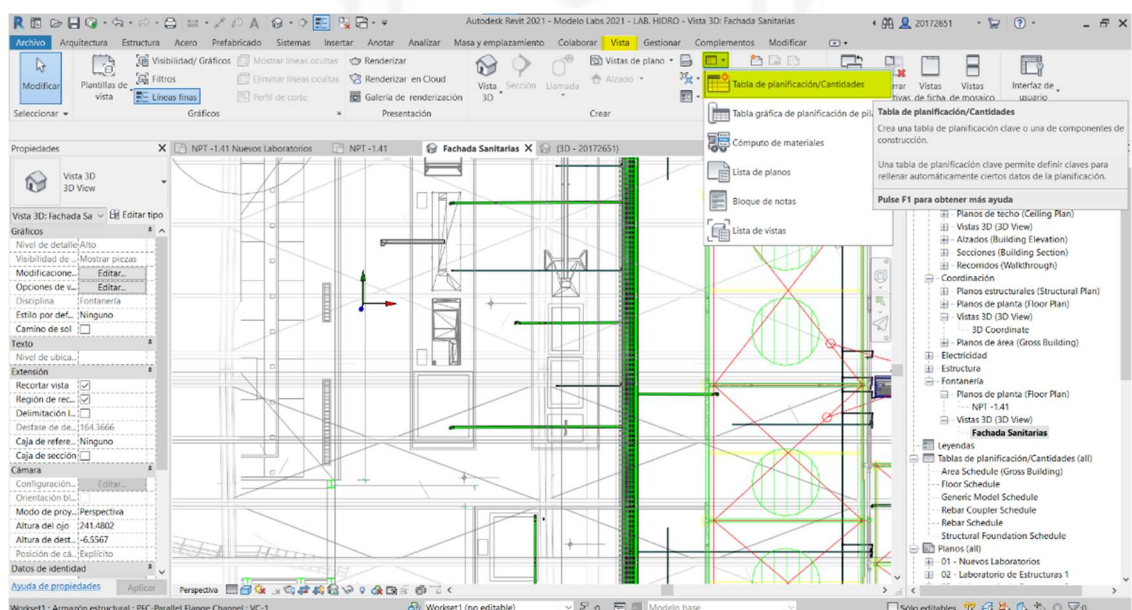
*Desarrollo del Sistema de Clasificación UniFormat - Asignación de código y descripción de montaje*



**Paso 3:** Para la revisión de códigos aplicados a los elementos de nuestro proyecto, se selecciona la pestaña Vista (*View*), Tablas de planificación (*Schedules*) y se ingresa a Tabla de planificación/Cantidades (*Schedule/Quantities*).

**Figura 2.5**

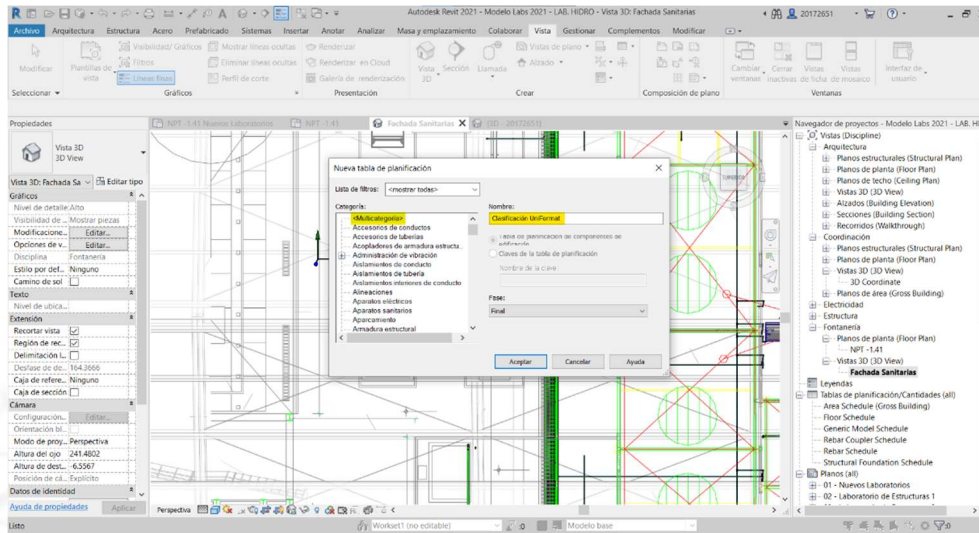
*Desarrollo Sistema de Clasificación UniFormat – Revisión de códigos*



**Paso 4:** Se creará una lista, en este caso seleccionar Multicategoría (*Multi-Category*) y se le pondrá de nombre “Clasificación UniFormat”. Posteriormente, dar clic en “Aceptar”.

**Figura 2.6**

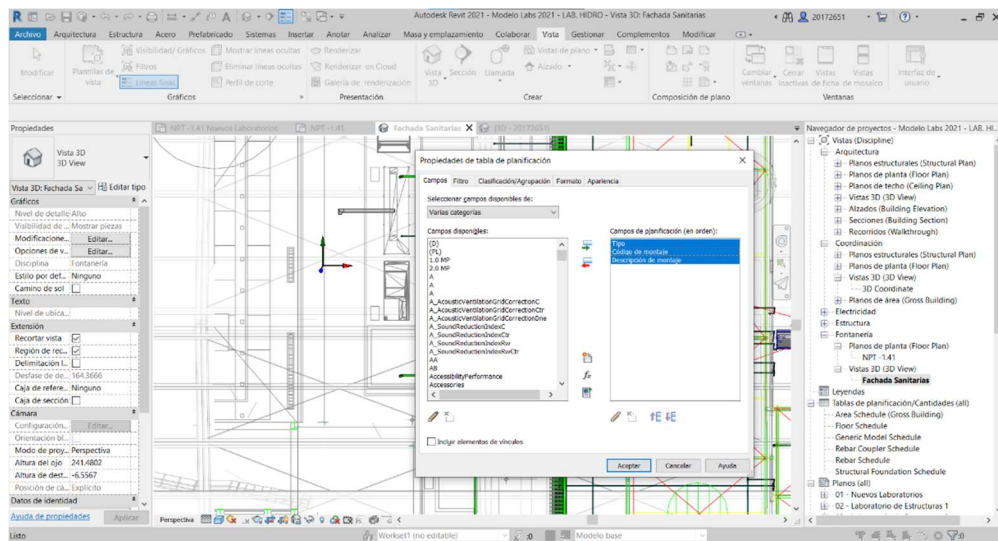
*Desarrollo del Sistema de Clasificación UniFormat – Creación de lista*



**Paso 5:** En la ventana emergente, se debe buscar los siguientes campos: Tipo (*Type*), Código de montaje (*Assembly Code*) y Descripción de montaje (*Assembly Description*).

**Figura 2.7**

*Desarrollo del Sistema de Clasificación UniFormat – Búsqueda de tipo, código y descripción de montaje*



La clasificación de los elementos faltantes continuará según el tipo y descripción que se le quiera asignar a los mismos, en este caso se asignará según los requerimientos del cliente. Además, se considerará adicionar el costo de los elementos de manera que se pueda incluir el presupuesto al modelo.

### **Caso 2: Creación de un Sistema de Clasificación**

Para crear un Sistema de Clasificación en base a la norma ISO 12006, se identificó la clase y su respectivo código, propuestos por la norma para los objetos que se quieren clasificar, los cuales se presentan a continuación en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1***Principios de especialización aplicados a las clases de objetos*

	Clases	Tabla Clasificado por	Código
<b>Relacionadas al recurso</b>	Información de construcción	Contenido	A.2
	Producto de construcción	Función o forma o material o cualquier combinación de estos	A.3
	Agente de construcción	Disciplina o rol o cualquier combinación de estos	A.4
	Ayuda para la construcción	Función o forma o material o cualquier combinación de estos	A.5
<b>Relacionadas al proceso</b>	Gestión	Actividad de gestión	A.6
	Proceso Constructivo	Actividad de construcción o etapa del ciclo de vida del proceso de construcción o cualquier combinación de estos	A.7
<b>Relacionadas al resultado</b>	Complejo de construcción	Función o forma o material o cualquier combinación de estos	A.8
	Entidad de construcción	Función o forma o material o cualquier combinación de estos	A.9
	Espacio construido	Función o forma o material o cualquier combinación de estos	A.10
	Elemento de construcción	Función o forma o material o cualquier combinación de estos	A.11
	Resultado del trabajo	Actividad laboral y recursos utilizados	A.12
<b>Relacionadas a la propiedad</b>	Propiedad de construcción	Tipo de propiedad	A.13

*Nota.* Adaptado de *Construcción de edificaciones. Organización de la información sobre obras de construcción. Parte 2: Marco de clasificación (ISO 12006-2)*, por INACAL, 2021

**Paso 1:**

- Se inició creando una tabla en Excel que contiene los elementos del modelo a clasificar. Cabe mencionar que esto se puede realizar antes, durante o después del modelo, ya que solo necesitamos la información del proyecto.
- En la primera columna de la hoja de Excel se detallan los códigos de nuestros elementos (en este caso se usarán los códigos de la norma, pero se puede adicionar un código personalizado).
- En la segunda, se insertan las descripciones de dichos códigos.

- En la tercera columna se coloca la subclasificación del código actual. El criterio de clasificación principal es la disciplina del elemento, siguiendo la norma ISO 12006-2.
- Y, para culminar el primer procedimiento, se guarda el archivo como un texto delimitado por tabulaciones.

**Tabla 2.2**

*Clasificación - productos de construcción (accesorios y decoración)*

<b>A.3</b>	<b>Productos de construcción</b>	
<b>A.3.1</b>	<b>Accesorios y productos de decoración</b>	<b>A.3</b>
A.3.1.1	Gabinete	A.3.1
A.3.1.2	Mesa	A.3.1
A.3.1.3	Repisa	A.3.1
A.3.1.4	Estantería	A.3.1

**Tabla 2.3**

*Clasificación - espacios construidos, (instalaciones sanitarias y equipos)*

<b>A.10</b>	<b>Espacios construidos</b>	
<b>A.10.1</b>	<b>Instalaciones sanitarias</b>	<b>A.10</b>
A.10.1.1	Sistema de agua fría	A.10.1
A.10.1.1.1	Tubería Agua Fría de ½" a 6"	A.10.1.1
A.10.1.1.2	Codo de ½" a 6"	A.10.1.1
A.10.1.1.3	Tee de ½" a 6"	A.10.1.1
A.10.1.1.4	Tapón de ½" a 6"	A.10.1.1
A.10.1.1.5	Reducción de ¾" a ½"	A.10.1.1
A.10.1.2	Sistema de desagüe	A.10.1
A.10.1.2.1	Tubería Desagüe de 1 ½" a 12"	A.10.1.2
A.10.1.2.2	Trampa de 2"	A.10.1.2
A.10.1.2.3	Canaleta de desagüe	A.10.1.2
<b>A.10.2</b>	<b>Espacio para equipos</b>	<b>A.10</b>
A.10.2.1	Banco de hidrostática	A.10.2
A.10.2.2	Medición de viscosidad	A.10.2
<b>A.10</b>	<b>Espacios construidos</b>	
A.10.2.3	Ley de Pascal	A.10.2
A.10.2.4	Altura metacéntrica y estabilidad	A.10.2
A.10.2.5	Centro de presión	A.10.2
A.10.2.6	Manómetro de Bourdon	A.10.2
A.10.2.7	Medición de la presión	A.10.2
A.10.2.8	Medición de la tensión superficial	A.10.2

(continúa)

(continuación)

<b>A.10</b>	<b>Espacios construidos</b>	
A.10.2.9	Módulo básico compacto de mecánica de fluidos	A.10.2
A.10.2.10	Visualización de flujo en tuberías	A.10.2
A.10.2.11	Visualización del perfil de flujo	A.10.2
A.10.2.12	Visualización de líneas de corriente	A.10.2
A.10.2.13	Ecuación de continuidad	A.10.2
A.10.2.14	Fuerzas de impacto de un chorro	A.10.2
A.10.2.15	Descarga libre	A.10.2
A.10.2.16	Principio de Bernoulli	A.10.2
A.10.2.17	Pérdidas de carga en accesorios	A.10.2
A.10.2.18	Pérdidas de carga por fricción	A.10.2
A.10.2.19	Presión a lo largo de la sección de entrada	A.10.2
A.10.2.20	Canal abierto	A.10.2
A.10.2.21	Estantería de laboratorio	A.10.2
A.10.2.22	Banco hidráulico HM 150	A.10.2
A.10.2.23	Aparato de ariete hidráulico	A.10.2
A.10.2.24	Bomba de ariete	A.10.2
A.10.2.25	Bomba centrífuga	A.10.2
A.10.2.26	Bombas en serie y en paralelo	A.10.2
A.10.2.27	Cavitación	A.10.2
A.10.2.28	Medición del caudal	A.10.2
A.10.2.29	Turbina Francis	A.10.2
A.10.2.30	Turbina Pelton	A.10.2
A.10.2.31	Vórtices	A.10.2
A.10.2.32	Módulo de estudios hidrológicos	A.10.2
A.10.2.33	Módulo de transporte de sedimentos	A.10.2
A.10.2.34	Módulo de permeabilidad	A.10.2

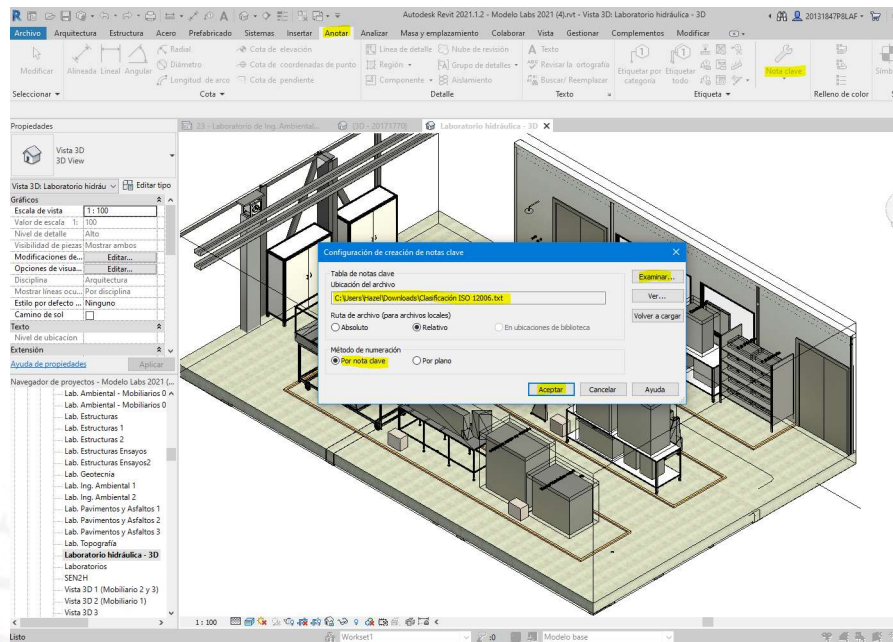
### **Paso 2:**

- En el software Revit, se selecciona la pestaña Anotar (*Annotate*), se despliegan las opciones de Nota clave (*Keynote*<sup>9</sup>) y se selecciona la Configuración de creación de notas clave (*Keynoting settings*).
- En la pestaña Examinar (*Browse*) se selecciona el archivo de nuestro Sistema de Clasificación. Además, el método de numeración (*Numbering method*) debe ser por nota clave (*Keynote*).

<sup>9</sup> Keynote es un parámetro configurado de manera predeterminada para asignar el sistema MasterFormat; sin embargo, es poco práctico. Por ello, el uso de este parámetro se rigió principalmente en agregar notas personalizadas.

## Figura 2.8

### Desarrollo de la propuesta de Sistema de Clasificación – Creación de notas clave



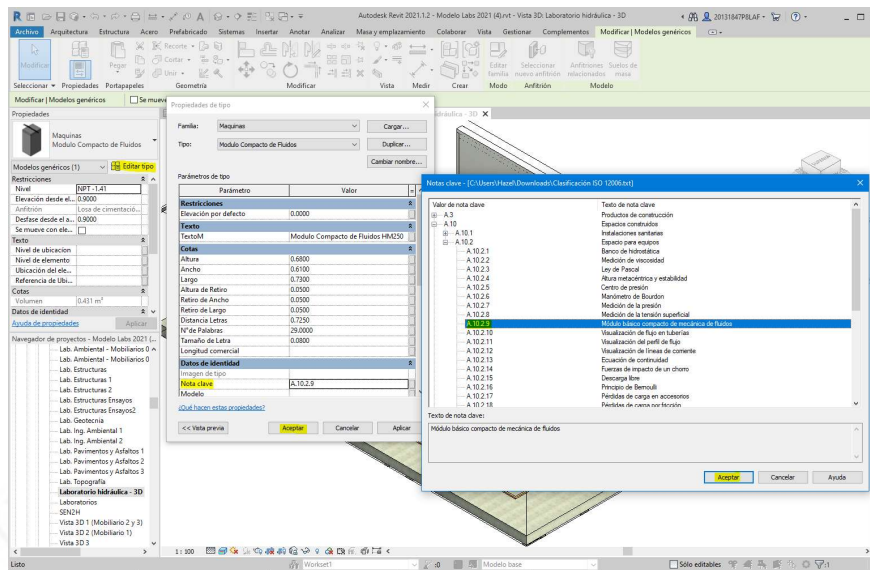
### Paso 3:

- La Nota clave (*Keynote*) es un parámetro de tipo, por lo que para asignar este código a cualquier elemento se debe seleccionar elemento e ir a Editar Tipo (*Edit Type*)
- Posteriormente, ubicar la opción Datos de identidad (*Identity Data*), donde se observa la opción Nota clave (*Keynote*).
- En este ejemplo, se asigna la clasificación a un objeto: Módulo básico compacto de mecánica de fluidos, cuyo valor de nota clave asignado es A.10.2.9.



**Figura 2.9**

*Desarrollo de la propuesta de Sistema de Clasificación – Asignación de notas clave*



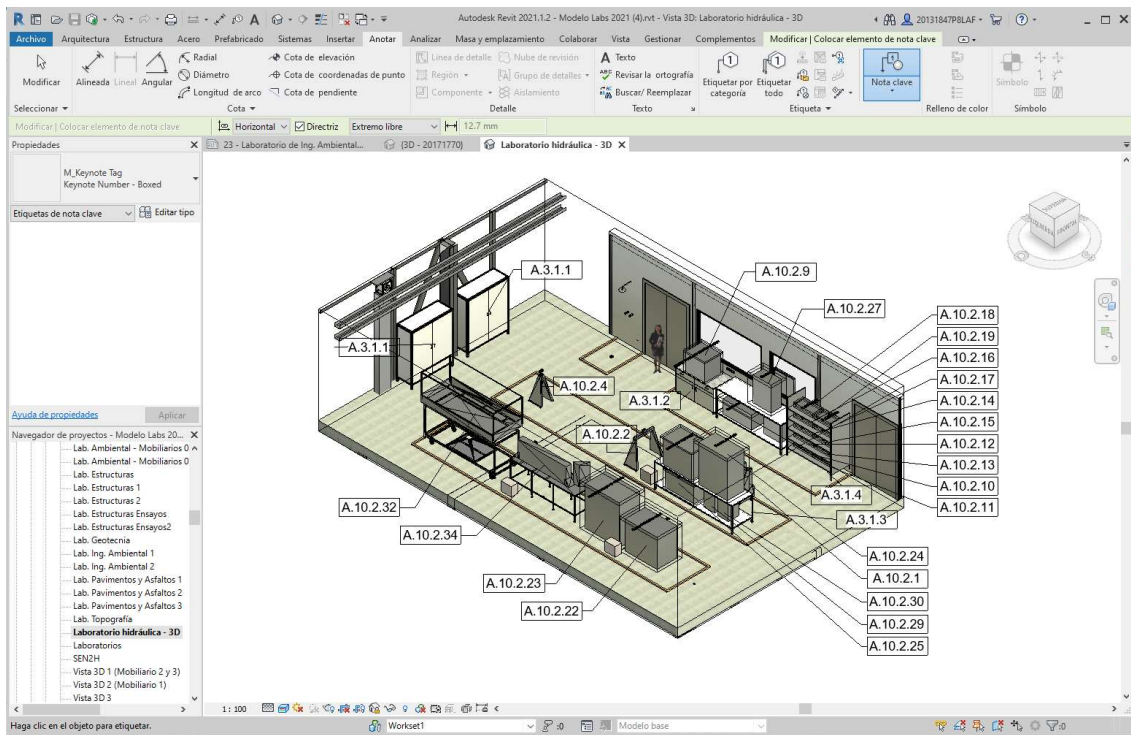
**Paso 4:**

- Se debe desplegar la opción Nota clave (*Keynote*), donde se observa que existen tres opciones más.
- Si se selecciona la primera Nota clave de elemento (*Element Keynote*), se puede asignar el código del Keynote a los objetos y se puede visualizar ya sea en una vista o en el modelo 3D, para este último se debe bloquear la vista 3D.
- La segunda opción, Nota clave de material, permite realizar lo mismo, pero con el material del elemento. Se tiene que ir a las propiedades del elemento, editar su estructura de capas, seleccionar un material y, en la pestaña de Identidad (*Identity*), ubicar Nota clave (*Keynote*) para asignarle el código correspondiente.
- La tercera opción es Nota clave de usuario (*User Keynote*), la cual sirve para asignarle un código al elemento que sea distinto a sus propiedades de tipo, es decir, como una especie de código por instancia.
- Por ejemplo, se puede asignar un código a un elemento u objeto sin afectar el que ya tenía asignado. Esta opción es muy similar a la de asignar una etiqueta convencional; sin embargo, cuando tenemos etiquetas de Nota

clave (*Keynote*), podemos generar una tabla automática donde aparezcan los códigos etiquetados en el modelo. Para poder realizarlo, simplemente se crea una leyenda de Nota clave (*Keynote*).

**Figura 2.10**

*Desarrollo de la propuesta de Sistema de Clasificación – Nota clave de elemento*

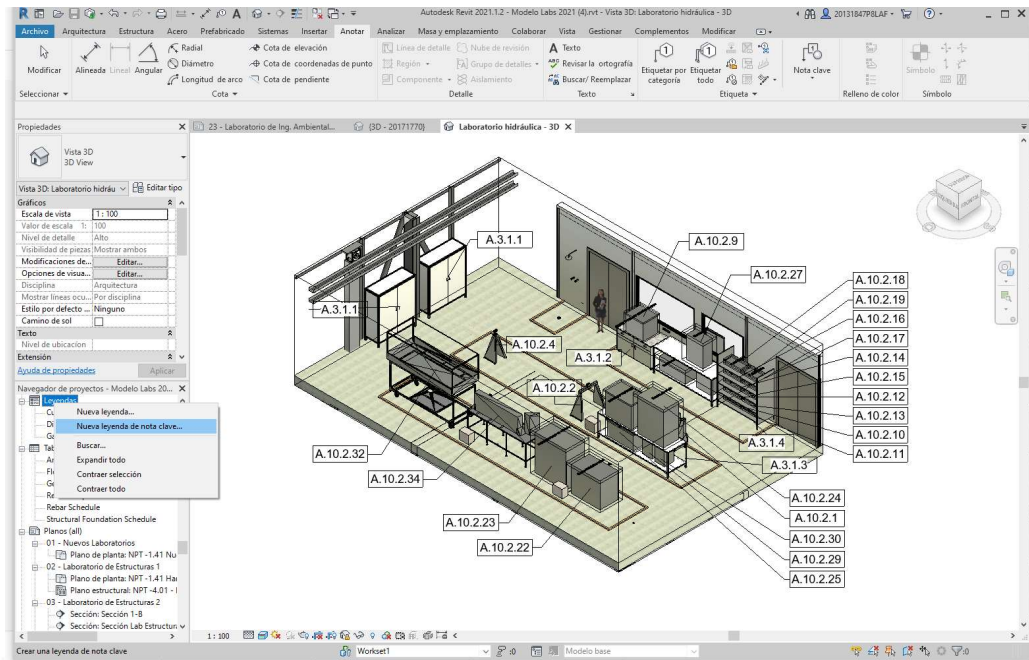


**Paso 5:**

- Para añadir la leyenda de las Nota clave (*Keynote*) en un plano dentro de Revit, se debe ubicar en el Navegador de Proyecto (*Project Browser*).
- Se debe desplegar la opción Leyendas (*Legends*) y arrastrar la leyenda ya creada hacia el plano.
- Es importante tener en cuenta que esta leyenda contendrá todos los códigos del modelo, sin importar si los códigos están o no en ese plano. Sin embargo, podemos se puede filtrar la tabla para que muestre los códigos por plano.

**Figura 2.11**

*Desarrollo propuesta de Sistema de Clasificación – Leyenda nota clave*



**2.1.6.2 Aplicación 2: Edificio A2**

Para la aplicación de la clasificación de elementos del Edificio A2, nos basaremos en una nueva tabla de clasificación personalizada. Se realizan los mismos pasos del Caso 2 del primer edificio.

A continuación, se obtiene desde Excel la tabla de clasificación. Es importante recalcar que se han tomado los nombres de los elementos del modelo para la creación de la tabla. Esto no es obligatorio, es posible considerar el nombre que sea conveniente.

**Tabla 2.4**

*Clasificación para elementos de construcción, se considera los elementos de arquitectura.*

<b>A2</b>	<b>ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN</b>	
<b>A2.A</b>	<b>ARQUITECTURA</b>	<b>A2</b>
<b>A2.A.1</b>	<b>Tabiquería</b>	<b>A2.A</b>
A2.A.1.1	Muro 15 cm	A2.A.1
A2.A.1.2	Muro de baños	A2.A.1

(continúa)

(continuación)

<b>A2</b>	<b>ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN</b>	
<b>A2.A.2</b>	<b>Vidrios y mamparas</b>	<b>A2.A</b>
A2.A.2.1	Ventana simple (1.30 x 0.90)	A2.A.2
A2.A.2.2	Ventana superiores (0.60 x 5.40)	A2.A.2
A2.A.2.3	Ventanas dobles 1 (1.30 x 2.30)	A2.A.2
A2.A.2.4	Ventanas dobles 2 (1.30 x 1.80)	A2.A.2
A2.A.2.5	Ventanas superiore (0.60 x 2.70)	A2.A.2
A2.A.2.6	Ventanas típicas 1 (1.30 x 5.40)	A2.A.2
A2.A.2.7	Ventanas típicas 2 (1.30 x 5.15)	A2.A.2
A2.A.2.8	Ventanas típicas 3 (1.30 x 4.90)	A2.A.2
<b>A2.A.3</b>	<b>Puertas</b>	<b>A2.A</b>
A2.A.3.1	P0.65x2.00	A2.A.3
A2.A.3.2	P1 0.80x2.00	A2.A.3
A2.A.3.3	P 0.70x1.70	A2.A.3
A2.A.3.4	P 0.90x2.40	A2.A.3
A2.A.3.5	P 1.00x2.00	A2.A.3
A2.A.3.6	P 1.20x2.00	A2.A.3
A2.A.3.7	P 1.60x2.00	A2.A.3
A2.A.3.8	Puerta 1.80	A2.A.3
A2.A.3.9	Puerta 2.40 x 2.40	A2.A.3
A2.A.3.10	Puerta de salones	A2.A.3
A2.A.3.11	Puerta de salones 2	A2.A.3
<b>A2.A.4</b>	<b>Mobiliario</b>	<b>A2.A</b>
A2.A.4.1	Silla Breuer	A2.A.4
A2.A.4.2	Mesa con sillas	A2.A.4
A2.A.4.3	Escritorio	A2.A.4

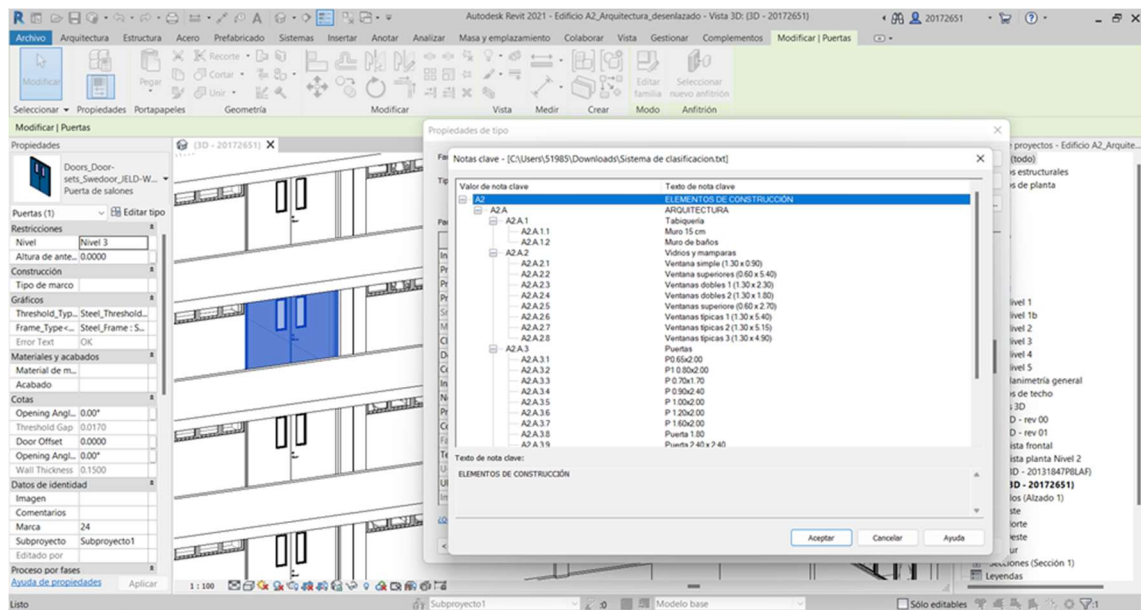
Para la codificación se consideró lo siguiente:

- Nivel 0: A2. Nombre de la edificación.
- Nivel 1: A. Inicial de Arquitectura.
- Nivel 2: 1 al 4. Numeración de partidas.

Posteriormente, se asigna la tabla en Revit y las Nota Clave (*Keynote*), tal cual los pasos detallados en la anterior aplicación.

**Figura 2.12**

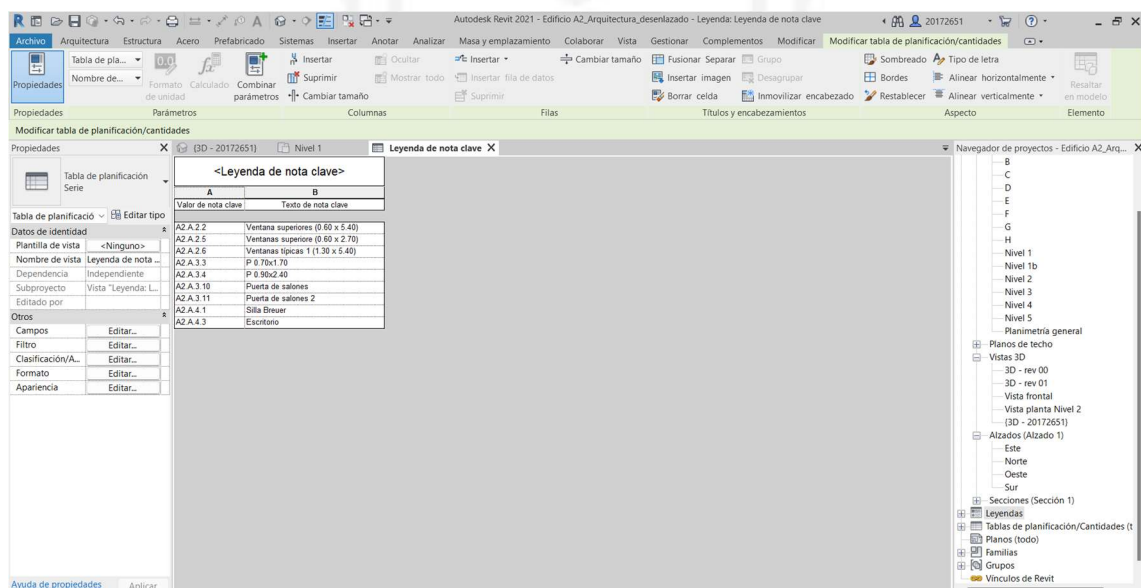
*Desarrollo de la propuesta de Sistema de Clasificación – Leyenda de nota clave – Edificación A2*



Si siguiendo el paso 5 del Caso, se obtendrá una tabla o leyenda de los códigos y descripciones de los elementos.

**Figura 2.13**

*Desarrollo de la propuesta de Sistema de Clasificación – Leyenda de nota clave – Edificación A2*



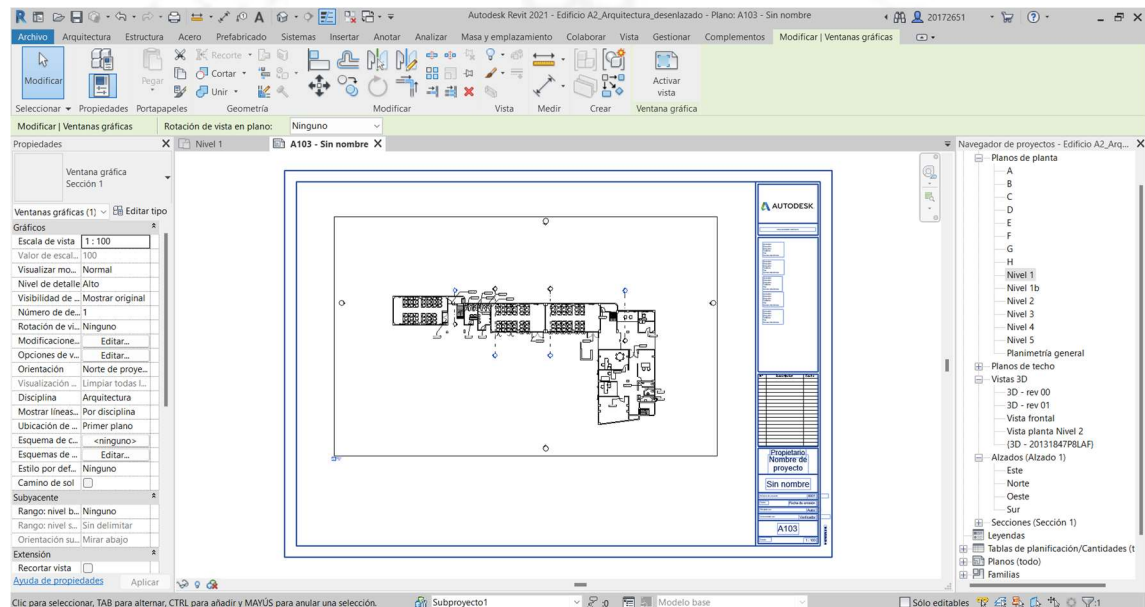
En esta Aplicación 2, se agrega otra gran ventaja que se obtiene al clasificar y utilizar Notas clave (*Keynotes*). Se procede con insertar un cuadro de la codificación y los elementos en los planos. Esto puede servir, por ejemplo, como cuadro de acabados, leyendas, información extra, entre otras alternativas.

### **Paso 1:**

- Se procede con la creación de un plano con membrete en Revit y arrastraremos el nivel que deseamos.

**Figura 2.14**

*Creación de un plano en Revit*

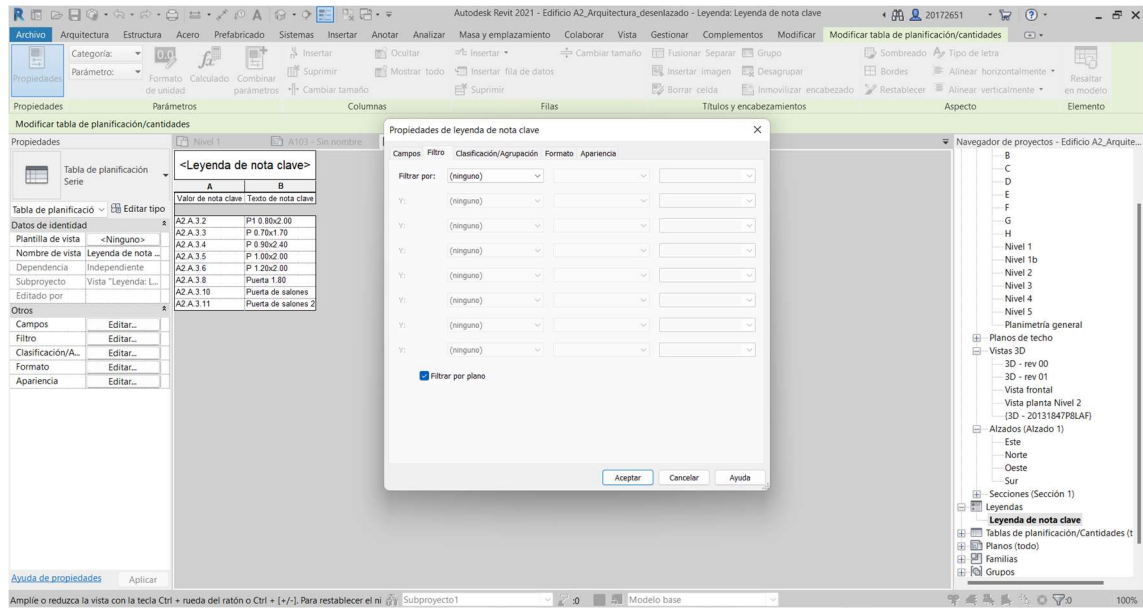


### **Paso 2:**

- Se agrega la leyenda creada anteriormente arrastrándola de la ventana de Navegador de proyectos hacia el plano.
- Es importante conocer que se añadirán todos los códigos asignados en el modelo, sin importar que estén o no en el nivel en el cual se encuentra.
- Sin embargo, si se edita los filtros de la leyenda, podemos establecer que se filtren por nivel.
- Para este caso, se asigna el nivel 1 y se inserta la leyenda de Notas clave para las puertas. Se le nombra “Detalles de puertas”.

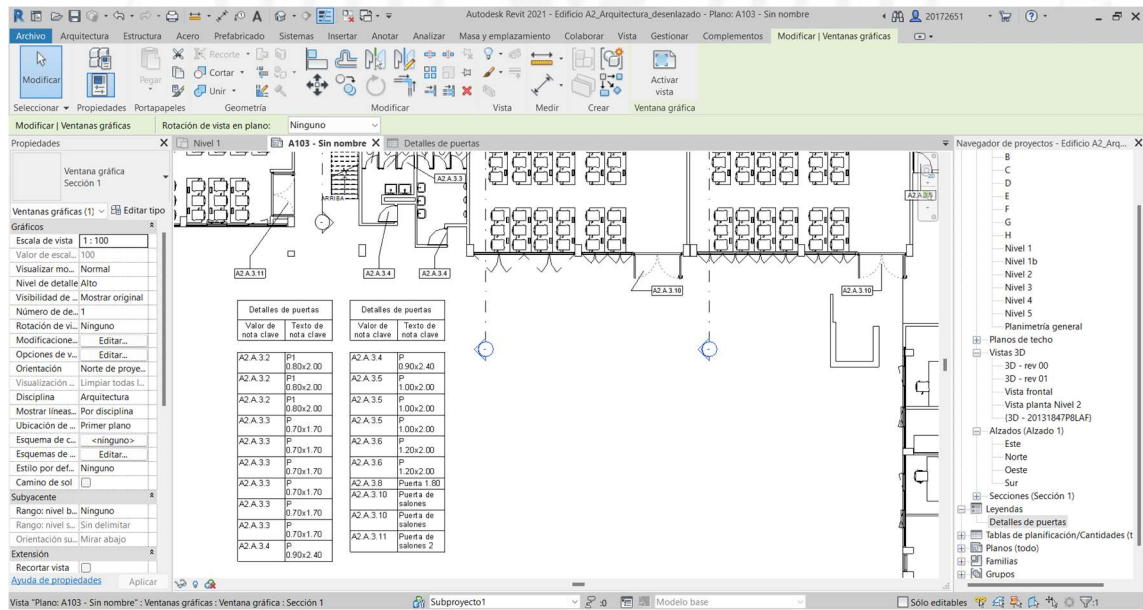
**Figura 2.15**

*Filtro para la leyenda de Notas Clave por plano*



**Figura 2.16**

*Colocación de la leyenda de Notas clave en el plano*



## CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 3.1 Aplicación 1

#### 3.1.1 Caso 1: Clasificación con UniFormat

Del Sistema de Clasificación UniFormat, se decidió recuperar una tabla que contenga el código de montaje, la descripción y el recuento, el detalle de la tabla que considera el tipo se detalla en el Anexo 2. A continuación, se presenta el resumen generado desde el Software Revit.

**Tabla 3.1**

*Tabla resumen del Sistema de Clasificación UniFormat.*

Código de montaje	Descripción de montaje	Recuento
D2020100	Cold Water Service	82
D2030100	Waste Piping	10
D2030300	Floor Drains	1
D2090800	Piping & Fittings	4

Al ser un sistema global, los códigos y descripción se ajustan a las consideraciones del país en donde se desarrolló dicho sistema, por lo que se tendría que asignar a los objetos con los ítems que se encuentre disponibles en Revit y estaría sujeto al entendimiento de los encargados de realizar la clasificación.

#### 3.1.2 Caso 2: Creación de un Sistema de Clasificación

Del Sistema de Clasificación propuesto, se decidió la creación una tabla que contenga el valor de nota clave, el texto de nota clave y el recuento, el detalle de la tabla que considera el tipo se detalla en el Anexo 3. Se presenta la tabla resumen generada desde el Software Revit de la propuesta de sistema de clasificación.



**Tabla 3.2***Resultado de Sistema de Clasificación según norma ISO 12006*

Valor de nota clave	Texto de nota clave	Recuento
<b>A.3</b>	<b>Productos de construcción</b>	<b>6</b>
<b>A.3.1</b>	<b>Accesorios y productos de decoración</b>	<b>6</b>
<b>A.10</b>	<b>Espacios construidos</b>	<b>121</b>
<b>A.10.1</b>	<b>Instalaciones Sanitarias</b>	<b>97</b>
A.10.1.1	Sistema de agua fría	86
A.10.1.2	Sistema de desagüe	11
<b>A.10.2</b>	<b>Espacio para equipos</b>	<b>24</b>

Al utilizar un Sistema de Clasificación propio el detalle y la asignación de los elementos u objetos en base a títulos propios, según sea conveniente, permite un mejor entendimiento entre los involucrados del proyecto, así como una mejor organización del mismo. Por otra parte, realizar una clasificación específica permite determinar si falta adicionar elementos u objetos en el modelo, como es el caso de los equipos, donde se puede apreciar en el Anexo 3.

### **3.2 Aplicación 2**

Los planos de las infraestructuras o de proyectos suelen tener cuadros de detalles, acabados, leyendas, entre otros. Si nosotros asignamos una clasificación e insertamos las Notas clave (*Keynotes*) a nuestros modelos, obtendremos estos cuadros/leyendas de manera automática. Asimismo, podemos filtrar para que estos cuadros contengan los elementos por nivel o de todo el modelo.

Por lo tanto, las Notas clave (*Keynotes*), son una forma excelente de clasificar nuestro modelo, a la vez que nos ayuda con la documentación. Por ejemplo, podemos usar los códigos para la generación de un presupuesto.

## CONCLUSIONES

- Los sistemas de clasificación son muy importantes en el mundo BIM, por lo que deben seguir evolucionando y siendo utilizados. Se complementa perfectamente con las características y promesas de BIM: reutilización de datos y menos reingreso de datos por cada necesidad. Es crucial para un proyecto reutilizar la inteligencia en nuestros modelos y minimizar las tareas manuales, optimizando tiempos, y generando orden y claridad.
- En el Perú, no existe un Sistema de Clasificación Nacional basado en las normas ISO 12006, por lo que no hay un estándar que pueda lograr que, en un modelo BIM, “se hable un mismo idioma” entre las empresas privadas y el sector público. Esto impide que exista un nivel de coordinación ideal. Asimismo, el tener un estándar nacional, proporciona una estructura básica de información sobre la construcción y rige sus principales categorías.
- La clasificación se va a configurar de acuerdo con las propiedades y a el propósito o interés. Podemos realizar una agrupación directa y una agrupación por facetas. La primera se es característica por una combinación de propiedades, las cuales parten del propósito de la clasificación (sectorizaciones, partes del subcontratista, cotizaciones, etc.), mientras que una agrupación por facetas funciona como un conjunto de propiedades similares (características, funciones, categorías, material, etc.).
- Un propósito de clasificación determina las propiedades y los nodos de la taxonomía; sin embargo, diferentes propósitos de clasificación pueden resultar en diferentes taxonomías de los mismos elementos. Por ejemplo, para un criterio de subdivisión en construcción son las propiedades funcionales y de composición. El primero podría ser por su forma geométrica o el tipo de material. El segundo criterio, la resistencia de carga del elemento.
- Para la aplicación del Sistema de Clasificación UniFormat, no tenemos que buscarlo en Revit con el mismo nombre. La asignación que le da el software de Autodesk es como Código de ensamblaje (*Assembly Code*) y Descripción de ensamblaje (*Assembly Description*). Asimismo, para agregar nuestra propia clasificación, utilizamos el parámetro Keynote.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Ciclo de vida de un proyecto**  
Conjunto de fases divididas para facilitar la gestión.
- **Estandarizar**  
Proceso de adecuar características en un producto, procedimiento o servicio, con el fin de que estos son semejantes a un tipo, modelo o norma en común.
- **GeometryResources**  
Recursos geométricos.
- **IEC 2000**  
Es el estándar reconocido de manera internacional en gestión de servicios de tecnologías de información. La serie 20000 proviene de la adaptación de la serie BS 15000 elaborada por la entidad de normalización británica.
- **IEC 61346 “Sistemas, instalaciones, equipos y productos industriales”**  
Establece principios generales para describir la estructura de la información sobre los sistemas. Estos principios son generales y pretenden ser aplicables a todas las áreas técnicas.
- **IFC**  
Industry Foundation Classes es un formato de datos que tiene como objetivo permitir el intercambio de un modelo de información sin pérdida o distorsión de datos que contiene.
- **IFC Core extension**  
Representación abstracta que proporciona extensión o especialización de conceptos definidos en una plantilla de un modelo.
- **IFC Core interoperability**  
Representación abstracta que define conceptos básicos para la interoperabilidad entre diferentes extensiones de dominio.
- **IfcBuildingElement**  
Representación abstracta de todos los elementos que participan en un sistema de construcción.
- **IfcConstructionresource**

- Representación abstracta que identifica un tipo de recurso material en un proyecto de construcción.
- **IfcCostItem**  
Representación abstracta del costo de bienes y servicios, la ejecución de obras por un proceso, el costo del ciclo de vida y más.
  - **IfcProduct**  
Representación abstracta de cualquier objeto que se relacione con un contexto geométrico o espacial.
  - **IfcWall**  
Representación abstracta que define la ocurrencia de cualquier muro
  - **Last Planner System**  
Sistema del último planificador, la cual promueve conversaciones entre los capataces y la gestión del proyecto a niveles apropiados de detalle.
  - **Lean Construction**  
Filosofía que promueve la optimización de todas las actividades que agregan valor a un proyecto constructivo.
  - **Lookahead**  
Desarrollo de plan de trabajo detalle elaborado, considerando los lineamientos del planeamiento y tomando medidas que permitan que pueda ser desarrollado.
  - **Modelación de objetos 3D**  
Creación de una representación de forma tridimensional a través de un software.
  - **Objeto**  
Cualquier parte del mundo perceptible o concebible.
  - **Objeto de construcción**  
Objeto de interés en el contexto de un proceso de construcción.
  - **PDM, Product Data Management**  
Es un sistema para gestionar la información de diseño y procesos de ingeniería a partir de una única ubicación central.
  - **Pre-construcción**  
Trabajos posteriores al diseño y anteriores al inicio de la ejecución.
  - **PropertySets**  
Conjuntos de propiedades.

- **Proyecto**  
Idea que se piensa plasmar, para la cual se establecen maneras y medios.
- **Proyecto de construcción**  
Conjunto de documentos que definen de forma específica y exacta, la obra antes de que se realice.
- **Reglamento Nacional de Edificaciones**  
Reglamento Nacional de aplicación de carácter obligatorio para quienes elaboren procesos de habilitación urbana y edificación en el ámbito peruano, en el que el resultado es permanente, público o privado.
- **Smart Building Technologies**  
Tecnologías inteligentes de construcción.
- **Stakeholders**  
Personas con interés e influencia en un proyecto.

AECO	AECO, es el acrónimo de Architecture, Engineering, Construction & Operations, (Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Operaciones).
BIM	Building Information Modelling
Guía DNP	Documento Normativo Portugués.
INACAL	Instituto Nacional de Calidad, el cual promueve y asegura el cumplimiento de la Política Nacional para la Calidad.
ODS	Objetivos de desarrollo sostenible.
PDM	Product Data Management.
ProNIC	Protocolo para la Normalización de la Información en la Construcción.

## REFERENCIAS

- Al-Kasasbeh, M., Abudayyeh, O., & Liu, H. (2020). A unified work breakdown structure-based framework for building asset management. *Journal of Facilities Management*, 18(4), 437-450.
- Cerezo-Narváez, A., Pastor-Fernández, A., Otero-Mateo, M., & Ballesteros-Pérez, P. (2020). Integration of cost and work breakdown structures in the management of construction projects. *Applied Sciences* (Switzerland), 10(4)
- Im, H., Ha, M., Kim, D., & Choi, J. (2021). Development of an ontological cost estimating knowledge framework for EPC projects. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 25(5), 1578-1591.
- Lu, M., Hasan, T., & Hasan, M. (2017). Comparative study of unformat and masterformat for construction cost estimating. *Paper presented at the 6th CSCE-CRC International Construction Specialty Conference 2017 - Held as Part of the Canadian Society for Civil Engineering Annual Conference and General Meeting 2017*, 1 341-349.
- Mêda, P., Hjelseth, E., & Sousa, H. (2016). Construction information framework - the role of classification systems. *11th European Conference on Product and Process Modelling, ECPPM 2016*, (pág. 9).
- Terai, T. (2008). Development of the construction classification system in japan (JCCS). *Tsinghua Science and Technology*, 13(SUPPL. 1), 199-204.
- Zanchetta, C., Borin, P., Cecchini, C., & Xausa, G. (2017). Computational design and classification systems to support predictive checking of performance of building systems. [Computational design e sistemi di classificazione per la verifica predittiva delle prestazioni di sistema degli organismi edilizi] *TECHNE*, 13, 329-336.

## BIBLIOGRAFÍA

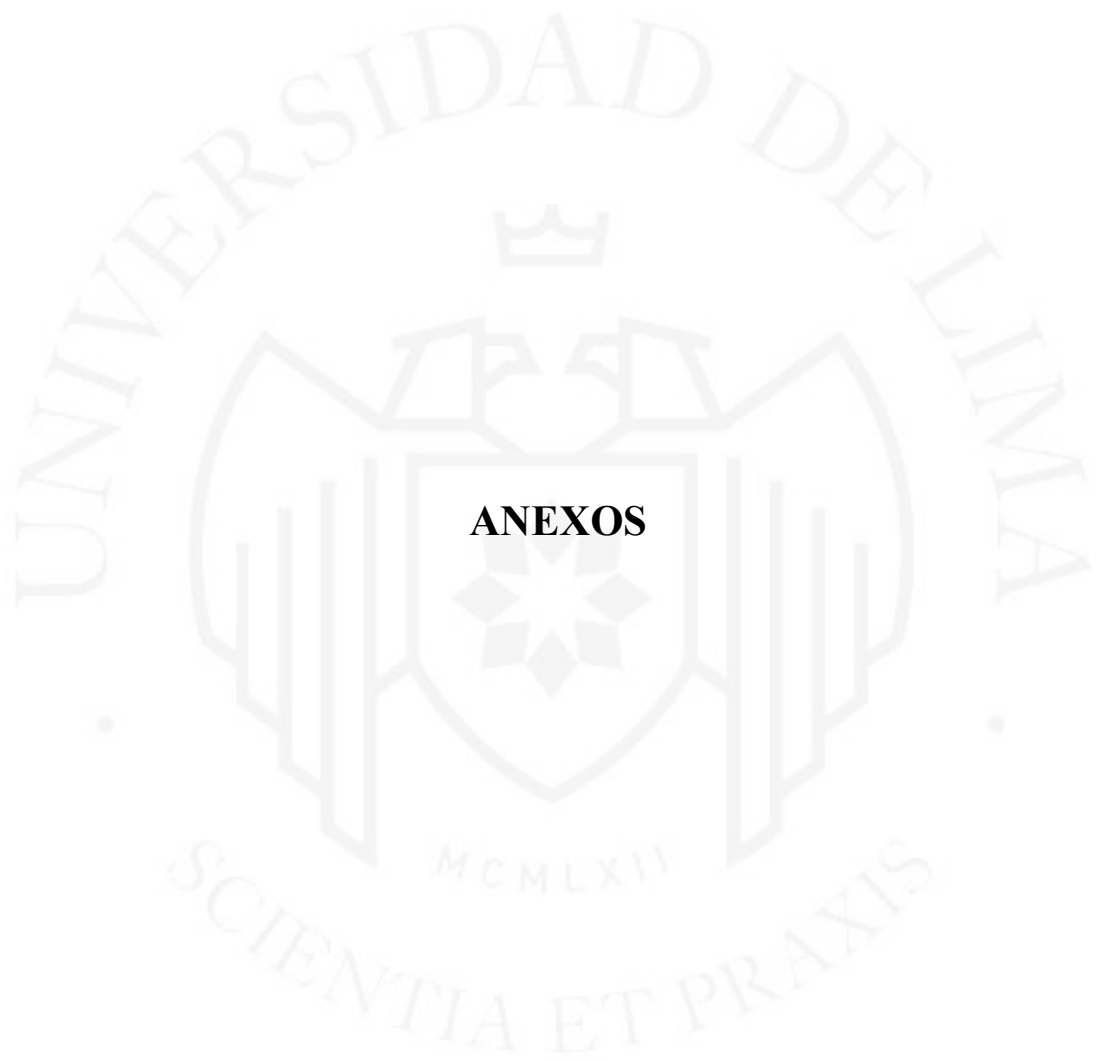
- Autodesk. (2017). *Classification Systems and Their Use in Autodesk Revit*. 42.  
[https://www.biminteroperabilitytools.com/classificationmanager/downloads/Autodesk Whitepaper - Classification Systems.pdf](https://www.biminteroperabilitytools.com/classificationmanager/downloads/Autodesk%20Whitepaper%20-%20Classification%20Systems.pdf)
- Brondsted, J., Walloe, P., & Bindslev, K. (2003). Object Oriented Information Modeling for Use in Lean Construction . *11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Virginia, USA, 12.
- Convers Rivera, M. J. (2020). *ANÁLISIS DE SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN PARA ENTORNO BIM*.
- CSI. (2021). *CSI - About us*. <https://www.csiresources.org/institute/csi-history>
- Ekholm, A. (2005). ISO 12006-2 and IFC - Prerequisites for coordination of standards for classification and interoperability. In *Electronic Journal of Information Technology in Construction* (Vol. 10). <https://www.itcon.org/paper/2005/19>
- IGLC. (2015). *The International Group for Lean Construction*.  
<https://www.iglc.net/Home/About>
- INACAL. (2020a). *Construcción de edificaciones. Organización de la información sobre obras de construcción. Parte 2: Marco de clasificación. 1a Edición*.  
[https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE\\_DetallarProducto.aspx?PRO=8886](https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=8886)
- INACAL. (2020b). *Construcción de edificaciones. Organización de la información sobre obras de construcción. Parte 3: Marco para la información orientada a objetos. 1a Edición*.  
[https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE\\_DetallarProducto.aspx?PRO=8887](https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_DetallarProducto.aspx?PRO=8887)
- Melo Poêjo, T. M. (2017). *Contributos para um Sistema de Classificação de*

*Informação da Construção Nacional, em conformidade com a Norma ISO 12006.*

Universidade Nova de Lisboa.







**ANEXOS**

## Anexo 1: Tabla de equipos/accesorios – Laboratorio S2H

Ítem	Equipo o accesorios	Marca
1	Banco de hidrostática y propiedades de fluidos Tipo: Banco móvil, equipos sobre el banco o mesa separada Área ocupada aproximada (solo el banco): 2,5 x 1,5 m Dimensiones y peso aproximado: 1,7 x 0,8 x 1,7 m; 250 kg Registro de datos: computarizado (data logger), software de visualización Incluye equipos para determinación de la densidad absoluta y relativa (gravedad específica) de un fluido, verificación del principio de Arquímedes y demostración del principio de flotación, medición de spreión y otros.	EV
2	Medición de viscosidad	EV
3	Ley de Pascal	EV
4	Altura metacéntrica y estabilidad	EV
5	Centro de presión	EV
6	Manómetro de Bourdon. Incluye balanza de calibración con pesas de masas distintas	EV
7	Medición de la presión	
8	Medición de la tensión superficial	EV
9	Módulo básico compacto de mecánica de fluidos con pantalla touch-screen y acceso remoto (screen mirroring) al cual se conectan módulos de diversos experimentos de laboratorio identificados mediante RFID.	GUNT
10	Visualización de flujo en tuberías	GUNT
11	Visualización del perfil de flujo	GUNT
12	Visualización de líneas de corriente	GUNT
13	Ecuación de continuidad	GUNT
14	Fuerzas de impacto de un chorro	GUNT
15	Descarga libre	GUNT
16	Principio de Bernoulli	GUNT
17	Pérdidas de carga en accesorios	GUNT
18	Pérdidas de carga por fricción	GUNT
19	Presión a lo largo de la sección de entrada	GUNT
20	Canal abierto	GUNT
21	Estantería de laboratorio	GUNT
22	Banco hidráulico HM 150	GUNT
23	Aparato de ariete hidráulico	GUNT
24	Bomba de ariete	GUNT
25	Bomba centrífuga	GUNT

(continúa)

(continuación)

<b>Ítem</b>	<b>Equipo o accesorios</b>	<b>Marca</b>
26	Bombas en serie y en paralelo	GUNT
27	Cavitación	GUNT
28	Medición del caudal	GUNT
29	Turbina Francis	GUNT
30	Turbina Pelton	GUNT
31	Vórtices	GUNT
32	Módulo de estudios hidrológicos Tipo: Banco fijo Tanque de acero inoxidable: inclinable, 1 x 2 m aprox Flujo máximo: 5 L/min, medición electrónica (L/s, L/min) Dimensiones y peso aproximado: 2,8 x 1,8 x 2,5 m; 600 kg Registro de datos: computarizado (data logger), software de visualización	GUNT
33	Módulo de transporte de sedimentos Consta de canal de transporte de sedimentos de 80 mm de ancho x 5 m largo y accesorios (compuerta cilíndrica y radial, vertedero de crump, presa de rebose, vertedero de perfil hidrodinámico y de Crump, canal Parshall, pilares de puente, lecho rugoso, generador de olas y playa, rebose de sifón, modelo Culvert, repartidor de flujo)	TQ
34	Módulo de permeabilidad Incluye sistema de inyección de colorante para visualización de líneas de flujo y el medio permeable (arena de 0,5 a 1,5 mm)	TQ

## Anexo 2: Clasificación UniFormat (Instalaciones Sanitarias)

Código de montaje	Descripción de montaje	Tipo
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"

(continúa)

(continuación)

<b>Código de montaje</b>	<b>Descripción de montaje</b>	<b>Tipo</b>
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tee de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tee de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2090800	Piping & Fittings	Válvula de ½"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2090800	Piping & Fittings	Válvula de ½"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2090800	Piping & Fittings	Válvula de ½"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2090800	Piping & Fittings	Válvula de ½"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tee de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tapón de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tapón de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tapón de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"

(continúa)

(continuación)

<b>Código de montaje</b>	<b>Descripción de montaje</b>	<b>Tipo</b>
D2020100	Cold Water Service	Tapón de ½" a 6"
D2030300	Floor Drains	Canaleta de desagüe
D2030100	Waste Piping	Tubería Desagüe de 1 ½" a 12"
D2030100	Waste Piping	Tubería Desagüe de 1 ½" a 12"
D2030100	Waste Piping	Tubería Desagüe de 1 ½" a 12"
D2030100	Waste Piping	Tubería Desagüe de 1 ½" a 12"
D2030100	Waste Piping	Tubería Desagüe de 1 ½" a 12"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2030100	Waste Piping	Trampa de ½"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2030100	Waste Piping	Trampa de ½"
D2030100	Waste Piping	Trampa de ½"
D2030100	Waste Piping	Trampa de ½"
D2030100	Waste Piping	Trampa de ½"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Codo de ½" a 6"
D2020100	Cold Water Service	Reducción de ¾" a ½"

## Anexo 3: Propuesta de clasificación según ISO 12006

Valor de nota clave	Texto de nota clave
<b>A.3</b>	<b>Productos de construcción</b>
<b>A.3.1</b>	<b>Accesorios y productos de decoración</b>
A.3.1.1	Gabinetes
A.3.1.2	Mesa
A.3.1.3	Repisa
A.3.1.4	Estantería
<b>A.10</b>	<b>Espacios construidos</b>
<b>A.10.1</b>	<b>Instalaciones Sanitarias</b>
A.10.1.1	Sistema de agua fría
A.10.1.1.1	Tubería Agua Fría de ½" a 6"
A.10.1.1.2	Codo de ½" a 6"
A.10.1.1.3	Tee de ½" a 6"
A.10.1.1.4	Tapón de ½" a 6"
A.10.1.1.5	Reducción de ¾" a ½"
A.10.1.2	Sistema de desagüe
A.10.1.2.1	Tubería Desagüe de 1 ½" a 12"
A.10.1.2.2	Trampa de 2"
A.10.1.2.3	Canaleta de desagüe
<b>A.10.2</b>	<b>Espacio para equipos</b>
A.10.2.1	Banco de hidrostática
A.10.2.2	Medición de viscosidad
A.10.2.4	Altura metacéntrica y estabilidad
A.10.2.9	Módulo básico compacto de mecánica de fluidos
A.10.2.10	Visualización de flujo en tuberías
A.10.2.11	Visualización del perfil de flujo
A.10.2.12	Visualización de líneas de corriente
A.10.2.13	Ecuación de continuidad
A.10.2.14	Fuerzas de impacto de un chorro
A.10.2.15	Descarga libre
A.10.2.16	Principio de Bernoulli
A.10.2.17	Pérdidas de carga en accesorios
A.10.2.18	Pérdidas de carga por fricción
A.10.2.19	Presión a lo largo de la sección de entrada
A.10.2.22	Banco hidráulico HM 150
A.10.2.23	Aparato de ariete hidráulico
A.10.2.24	Bomba de ariete

(continúa)

(continuación)

<b>Valor de nota clave</b>	<b>Texto de nota clave</b>
A.10.2.25	Bomba centrífuga
A.10.2.27	Cavitación
A.10.2.29	Turbina Francis
A.10.2.30	Turbina Pelton
A.10.2.32	Módulo de estudios hidrológicos
A.10.2.34	Módulo de permeabilidad





# Revisión de originalidad 3

## INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

EN

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://interoperability.autodesk.com">interoperability.autodesk.com</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="https://itcon.org">itcon.org</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="https://polimi.it">polimi.it</a> Fuente de Internet	<1%
4	<a href="https://livrepository.liverpool.ac.uk">livrepository.liverpool.ac.uk</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="https://usir.salford.ac.uk">usir.salford.ac.uk</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="https://asu.pure.elsevier.com">asu.pure.elsevier.com</a> Fuente de Internet	<1%
7	Ekholm, A. "Harmonization of ISO 12006-2 and IFC ,Ä" a necessary step towards interoperability", eWork and eBusiness in Architecture Engineering and Construction Proceedings of the 5th European Conference on Product and Process Modelling in the Building and Construction Industry - ECPPM	<1%

2004 8-10 September 2004 Istanbul Turkey,  
2004.

Publicación

8

[www.coursehero.com](http://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

<1 %

9

[mdpi-res.com](http://mdpi-res.com)

Fuente de Internet

<1 %

10

Veronica Royano, Vicente Gibert, Carles Serrat, Jacek Rapinski. "Analysis of classification systems for the built environment: Historical perspective, comprehensive review and discussion", *Journal of Building Engineering*, 2023

Publicación

<1 %

11

Tofigh Hamidavi, Sepehr Abrishami, Pasquale Ponterosso, David Begg, Nikos Nanos. "OSD", *Construction Innovation*, 2020

Publicación

<1 %

12

[www.springerprofessional.de](http://www.springerprofessional.de)

Fuente de Internet

<1 %

13

[lanic.utexas.edu](http://lanic.utexas.edu)

Fuente de Internet

<1 %

14

[baillet.vincent.free.fr](http://baillet.vincent.free.fr)

Fuente de Internet

<1 %

15

[core.ac.uk](http://core.ac.uk)

Fuente de Internet

<1 %

16

oaj.fupress.net

Fuente de Internet

<1 %

---

17

www.mdpi.com

Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado