

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

**“USO DE DYNAMO PARA REVIT EN LA MEJORA DE LA  
GESTIÓN DE INFORMACIÓN Y MODELADO EN UN HOTEL”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**ELABORADO POR**

**DIEGO ALEJANDRO MONJARAS BOTTGER**

**ASESOR**

**Mag. Ing. FELIX WILFREDO ULLOA VELÁSQUEZ**

**LIMA- PERÚ**

**2018**

© 2018, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir la tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”**

Monjaras Bottger, Diego Alejandro

[d.monjaras.bottger@gmail.com](mailto:d.monjaras.bottger@gmail.com).

942442043

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mi padre que dio todo su esfuerzo y tiempo al logro de mi educación.

A mi madre por su incondicional apoyo.

A mi familia.

A mi alma máter la Universidad Nacional de Ingeniería.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a los integrantes del Laboratorio de Diseño y Construcción Virtual, en especial al Mag. Ing. Wilfredo Ulloa, cuya visión y dedicación en la dirección de del Laboratorio está formando profesionales capaces de afrontar las nuevas tecnologías de información; al apoyo, sugerencias y rigor brindado a este trabajo, a la confianza depositada en las distintas tareas encomendadas.

También agradezco a todas las personas que brindaron sus conocimientos y experiencia en el desarrollo de mi camino profesional, al Equipo Profesional de Supervisión FIC.UNI y a la Oficina de Infraestructura y Proyectos FIC-UNI.

Gracias a mi familia, a mis padres y hermanos por haberme acompañado y guiado, al ser mi fortaleza en momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.

A la Ing. Ana Vela, jefa del departamento de costos de la empresa MMG.SA, por sus enseñanzas y dirección cuando egresé de la universidad, por la confianza al aceptar la metodología BIM para sacar metrados en la elaboración de presupuestos.

A todos, muchas gracias.

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b>	<b>1</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>5</b>
<b>PRÓLOGO</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS</b>	<b>13</b>
<b>1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
1.1. GENERALIDADES	14
1.2. PROBLEMÁTICA	15
1.2.1. Problemática General	17
1.2.2. Problemáticas Específicas	18
1.3. OBJETIVOS	22
1.3.1. Objetivo General	22
1.3.2. Objetivo Específicos	22
1.4. HIPÓTESIS	22
1.4.1. Hipótesis General	22
1.4.2. Hipótesis Específicas	22
<b>2. CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEORICO</b>	<b>23</b>
2.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	23
2.1.1 Definición	23
2.1.2 Objetivos del BIM	24
2.1.3 Niveles de desarrollo o LOD (Level of detail)	25
2.2 NIVEL DEL BIM 2 (BIM LEVEL 2)	28
2.2.1 Definición	28
2.2.2 Mandato BIM del Reino Unido	29
2.3 BIM EN OBRAS PÚBLICAS EN EL PERÚ	32
2.4 DYNAMO	36
2.4.1 Definición	36
2.4.2 Aplicaciones y usos de Dynamo	37
2.4.3 Empezando con Dynamo	39
2.4.4 Interfaz de usuario de Dynamo	40

2.4.5	Elementos de Dynamo	41
2.4.6	Datos y flujo en Dynamo	43
2.4.7	Nodos Personalizados o Custom Nodes	44
2.4.8	Paquetes o Packages	47
<b>3.</b>	<b>CAPÍTULO III: CREACIÓN AUTOMÁTICA DE ELEMENTOS</b>	<b>49</b>
3.1	CREACIÓN DE SUBPROYECTOS	49
3.2	CREACIÓN DE VISTAS 3D PARA CADA SUBPROYECTO	51
3.3	CREACIÓN DE PARÁMETROS DE PROYECTO	53
3.4	MODELADO DE PISOS A TRAVÉS DE HABITACIONES	55
3.5	CREACIÓN AUTOMÁTICA DE ELEMENTOS DE AUTOCAD A REVIT	59
<b>4.</b>	<b>CAPÍTULO IV: MODIFICACIÓN DE INFORMACIÓN DE ELEMENTOS</b>	<b>64</b>
4.1	MANEJO DE ENLACES EN SUBPROYECTOS	64
4.2	COLOCACIÓN DE ELEMENTOS EN EL SUBPROYECTO DESEADO	66
4.3	ORGANIZACIÓN DE VISTAS EN EL NAVEGADOR	73
4.4	NUMERACIÓN Y RENOMBRAMIENTO DE HABITACIONES	76
<b>5.</b>	<b>CAPÍTULO V: CONTROLES DE CALIDAD</b>	<b>79</b>
5.1	CONTROL DE CALIDAD DEL MODELO	79
5.1.1	Colorear elementos mal ubicados (referenciados) al nivel.	79
5.1.2	Colorear muros de albañilería según su desfase de base.	82
5.2	CONTROL DE NO CONFORMIDADES DE OBRA (NC)	84
<b>6.</b>	<b>CAPÍTULO VI: GENERACIÓN DE REPORTE</b>	<b>97</b>
6.1	CONTROL AVANCE DE OBRA	97
6.2	REPORTE DE METRADOS TOTALES SEGÚN PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS.	100
6.3	REPORTE DE VALORIZACIONES DE OBRA.	104
6.4	INFORMES DE CONTROL DE CALIDAD.	109
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>116</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>118</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>119</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>121</b>

## RESUMEN

La presente tesis explica el uso de Dynamo analizando sus algoritmos para la gestión de la información en etapas de planeamiento de obra, modelado BIM 3D y ejecución de un hotel de 3 estrellas de 7 pisos más 4 sótanos en la ciudad de Lima.

El primer capítulo hace énfasis en la necesidad de incorporar algoritmos en los flujos de trabajos para la actualización, utilización y manipulación de información hacia y desde Revit en cualquier fase de proyecto, muchas veces los recursos asignados a su desarrollo no logran cumplir con los tiempos de entrega debido a que las exigencias del proyecto son cada vez más rápidas, los proyectos varían bastante en cuanto a tamaño y demás, los usuarios comienzan a descuidar el paso de información ocasionando información desactualizada y por partes, requiriendo mayores recursos y horas de trabajo; cuando se da estos casos, es esencial que se tomen medidas más productivas así como la revisión del flujo de la información.

Es buena idea que se preparen flujos de trabajo parciales para añadirlos al proyecto desde archivos más accesibles y flexible (más que el navegador de Revit o las tablas de trabajo) como archivos de texto o de Excel, estos archivos contienen la información necesitada y pueden ser trabajados por cualquier persona (teniendo o no conocimiento de Revit). Así, las definiciones e información se pasan al proyecto a través de Dynamo; en algunos casos el trabajo será lo mismo, pero funcionará muy bien posteriormente, ya que todo el tiempo invertido en crear el algoritmo en Dynamo será retribuido a creces ya que se podrá ejecutar estas definiciones en otros proyectos cuantas veces haga necesario.

El segundo capítulo refiere el marco teórico, define al BIM, sus niveles, presenta la interfaz de Dynamo y sus principales elementos como los nodos, alambres, paquetes, estructura de datos. El tercer capítulo expone como crear automáticamente Elementos de información en Revit (subproyectos, vistas) o ejemplares (pisos, componente). En el cuarto capítulo se enuncia como modificar la información incorporada en Revit ya sea en el manejo de enlace, cambio de subproyectos de los elementos masivamente, creación de nodos personalizados;

se señala como está conformada la Estructura de Descomposición del trabajo (EDT) de la disciplina de estructuras aprovechando esta información para el filtrado de muros según el presupuesto. El quinto capítulo trata el control de calidad, su importancia de revisar que los elementos estén bien modelados o referenciados en Revit de manera masiva y el control de información en el seguimiento de “No Conformidades” de obra, planteando un cambio de flujo de seguimiento y aprobación mediante la utilización de herramientas en la nube para la identificación y filtrado de elementos “No Conformes” en el modelo y su seguimiento. El capítulo seis trata la generación de reportes de obra, planteando algunos algoritmos para mejorar el control de avance mediante el modelo, aprovechar esta información para obtener metrados de avance y su correspondiente valorización; también expone una manera de relacionar el modelo con el presupuesto de estructuras mediante el nombre de los elementos. En el capítulo siete se redactan las conclusiones y recomendaciones que se llegaron con la utilización de Dynamo para Revit en la mejora de gestión de información y modelado. Finalmente, en el apartado de anexos se colocan todos los algoritmos realizado en el presente trabajo debidamente identificados para mejor visualización e identificación, así como un cuadro en el que detalla todos los nodos utilizados y la descripción de la acción que realizan.



## ABSTRACT

This thesis explains the use of Dynamo analyzing its algorithms for the management of information in stages of planning ok work, BIM 3D modeling and execution of a 3-star hotel with 7 floors plus 4 basements in the city of Lima.

The first chapter emphasizes the need to incorporate algorithms in the workflows for the updating, use and manipulation of information to and from Revit in any project phase, often the resources assigned to its development do not manage to comply with the times of delivery because the demands of the project are becoming faster, the projects vary quite a lot in size and others, users begin to neglect the passage of information causing outdated and separated information, requiring more resources and hours of work; When these cases occur, it is essential that more productive measures be taken as well as the review of the flow of information. It is a good idea to prepare partial workflows to add to the project from more accessible and flexible files (more than the Revit browser or work tables) as text or Excel files, these files contain the information needed and can be worked by anyone (with or without knowledge of Revit). Thus, definitions and information are passed to the project through Dynamo; in some cases the work will be the same, but it will work very well later, since all the time invested in creating the algorithm in Dynamo will be rewarded more than enough since these definitions can be executed in other projects as many times as necessary.

The second chapter refers to the theoretical framework, defines the BIM, its levels, presents the Dynamo interface and its main elements such as nodes, wires, packages, data structure and packages. The third chapter explains how to automatically create Elements-information in Revit (subprojects, views) or examples (soils, component). In the fourth chapter it is enunciated how to modify the information incorporated in Revit either in the handling of link, subproject change of the elements en masse, creation of customized nodes; it is indicated how the Work Breakdown Structure (WBS) of the discipline of structures is made up, taking advantage of this information for the filtering of walls according to the budget. The fifth chapter deals with quality control, its importance to check that the elements are well modeled or referenced in Revit in a massive way and the control

of information in the follow-up of "Non-Conformities" of the work, proposing a change of monitoring and approval flow through the use of tools in the cloud for the identification and filtering of "Non-Conforming" elements in the model and its follow-up. Chapter six deals with the generation of work reports, proposing some algorithms to improve the control of progress through the model, take advantage of this information to obtain advance metrics and their corresponding valuation. It also exposes a way to relate the model to the budget of structures by the name of the elements. Chapter seven draws the conclusions and recommendations that were reached with the use of Dynamo for Revit in the improvement of information management and modeling. Finally, in the annexes section all the algorithms made in the present work are duly identified for better visualization and identification, as well as a table in which it details all the nodes used and the description of the action they perform.

## PRÓLOGO

La introducción de nuevas herramientas en la gestión a la hora de acometer proyectos cada vez más complejos y rápidos a conducido a que las empresas se inclinen por tecnologías innovadoras, cuidando la información generada y viendo el provecho de utilizar todo lo necesario en la incorporación de bases de datos o estándares propios para el éxito de un proyecto y la utilización de estos como referencias a otros.

En tal sentido se puede decir que el trabajo con Dynamo para Revit, cumple con éxito tales expectativas ya que es sumamente personalizable dando el salto a la utilización de la información y su generación libre; también es una herramienta gratuita lo cual permite afrontar con éxito los proyectos ahorrando en el costo de licencias y la capacitación correspondiente.

La presente tesis desarrolla con éxito la aplicación de distintos procesos para mejorar el flujo del trabajo, especialmente para los que son repetitivos, logrando un ahorro significativo de tiempo, ha sido aplicado a una obra de construcción de un Hotel en la ciudad de Lima de 7 pisos más cuatro sótanos, resultando sumamente útil, expone los códigos utilizados y la explicación de la utilidad de cada nodo, llegando a utilizar 117 nodos distintos de los miles que cuenta la herramienta. Con la aplicación de los códigos expuestos se podrá:

- Crear elementos de modelo a través de Dynamo sacando la información de Excel o AutoCAD.
- Modificar cualquier información generada en Revit de manera masiva.
- Control de distintos elementos en el modelo y su referencia correcta.
- Expone una forma de hacer el seguimiento a las No Conformidades de obra.
- Generación de reportes como metrados, avances, valorizaciones como gráficos.

Se que esta información será útil para los que se inclinan en la tecnología BIM, espero que ayude a resolver dudas y a la generación de más algoritmos que formarán un importante patrimonio para futuros proyectos que permitan ahorrar pasos en actividades largas, repetitivas y sistematizar procesos.

## LISTA DE CUADROS

Tabla 3-1 Planteamiento de Sub proyectos .....	50
Tabla 3-2 Parámetros según categorías planteados .....	53
Tabla 3-3 Nombre vs cantidad de habitaciones planta típica .....	56
Tabla 4-1 Listado de partidas de muros en el presupuesto de estructuras del Hotel .....	67
Tabla 4-2 Listado de tipo de vista .....	74

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Niveles BIM (Fuente: BIM A0. Introducción al BIM, Zigurat) .....	16
Figura 1-2: Relación del alcance entre las herramientas de la API y Revit (Fuente Propia).....	19
Figura 1-3: Principales usos para Dynamo en Revit .....	19
Figura 1-4: Proyectos de cadenas hoteleras (Fuente: Euromonitor International)21	
Figura 2-1: Ciclo de vida del modelo BIM de un proyecto (Fuente: BuildingSMART Spanish Chapter).....	23
Figura 2-2: BIM como plataforma de comunicación (Fuente: BIM A0. Introducción al BIM, Zigurat) .....	24
Figura 2-3: Ejemplo de LOD en muros de cimentación (Fuente: Level of Development Specification, BIMForum) .....	27
Figura 2-4: Niveles BIM (Fuente: BIM Level 2 Explained, department for business innovation and skills) .....	29
Figura 2-5: Participantes del proyecto (Fuente: BIM Level 2 Explained, department for business innovation and skills) .....	30
Figura 2-6: Cronograma de un proyecto según la modalidad de contratación (Fuente: (Ministerio del Interior, 2018)) .....	33
Figura 2-7: Vista 3D estructura y arquitectura del CIIFIC.....	34
Figura 2-8: Vista 3D estructura y arquitectura de la FIM.....	35
Figura 2-9: Vista 3D estructura y arquitectura de la FIECS.....	35
Figura 2-10: Lógica de Dynamo (Fuente Propia) .....	38
Figura 2-11: Formalización Visual (Fuente Propia) .....	39
Figura 2-12: Ubicación de Dynamo en Revit (Fuente Propia) .....	40
Figura 2-13: Interfaz de Usuario de Dynamo (Fuente Propia).....	41
Figura 2-14: Nodos según su función .....	42
Figura 2-15: Anatomía de un nodo (Fuente: The Dynamo Primer, 2017).....	42
Figura 2-16: Flujo en Dynamo .....	44
Figura 2-17: Propiedades del nodo personalizado (Fuente Propia) .....	45
Figura 2-18: Edición de un nodo personalizado (Fuente Propia).....	46
Figura 2-19: Flujo con nodo personalizado .....	46
Figura 2-20: Ejemplo de publicar un nodo personalizado (Fuente Propia) .....	47
Figura 3-1: Algoritmo de creación de subproyectos (Fuente Propia).....	49
Figura 3-2: Grupo de nodo para creación de subproyectos .....	50
Figura 3-3: Grupo de nodos para creación de vistas 3D de los subproyectos.....	52

Figura 3-4: Vistas 3D de cada subproyecto (Anexo C) (Fuente Propia) .....	52
Figura 3-5: Algoritmo de creación de parámetros (Fuente Propia).....	53
Figura 3-6: Grupo de nodos para creación de automática de parámetros de proyectos.....	54
Figura 3-7: vista de parámetros de proyecto (Fuente Propia) .....	55
Figura 3-8: planta típica con habitaciones (Fuente Propia) .....	56
Figura 3-9: Algoritmo de creación de suelo a través de habitaciones (Fuente Propia) .....	56
Figura 3-10: Grupo de nodo para creación automática de pisos a través de habitaciones .....	57
Figura 3-11: Creación de suelo arquitectónico de planta típica del nivel +8.84 (Fuente Propia).....	58
Figura 3-12: Plano CAD piso típico enviado por el proyectista encargado de FCR e iluminación (Fuente Propia) .....	60
Figura 3-13: formas de dibujar en AutoCAD las luminarias.....	60
Figura 3-14: Nombre del bloque de las luminarias (Fuente Propia) .....	61
Figura 3-15: Exportación de información de CAD mediante DATAEXTRACTION (Fuente Propia).....	61
Figura 3-16: Grupo de nodo para creación de elementos en Revit utilizando información de AutoCAD .....	62
Figura 3-17: Modelado de luminarias, vista planta piso típico (Fuente Propia)....	63
Figura 4-1: Cambio de subproyecto de los símbolos de importación (Fuente Propia) .....	64
Figura 4-2: Algoritmo de cambio de subproyectos (Fuente Propia).....	65
Figura 4-3: Grupo de nodo para cambio de subproyectos de símbolos de importación.....	65
Figura 4-4: Algoritmo de cambio de subproyectos de muros (Fuente Propia) .....	66
Figura 4-5: Grupo de nodo para cambio de determinados tipos de muros a un subproyecto.....	67
Figura 4-6: Algoritmo del Nodo personalizado corta.palabras (Fuente Propia)....	69
Figura 4-7: Bloque de código Python del nodo corta.palabras (Fuente Propia)...	69
Figura 4-8: Algoritmo del Nodo personalizado corta.flujo (Fuente Propia) .....	70
Figura 4-9: Bloque de código Python del nodo corta.flujo (Fuente Propia).....	70
Figura 4-10: Visualización de los muros en el subproyecto A-Estructura concreto (Fuente Propia).....	71

Figura 4-11: Complementación de la EDT del Proyecto especialidad de Estructura (Fuente Propia).....	72
Figura 4-12: Asignación de subproyectos a los elementos (Fuente Propia).....	73
Figura 4-13: Vista del navegador de proyectos (Fuente Propia) .....	74
Figura 4-14: Algoritmo de cambio parámetro de vistas (Fuente Propia).....	75
Figura 4-15: Grupo de nodo para cambio de parámetros a las vistas .....	75
Figura 4-16: Planta típica del Hotel (Fuente Propia) .....	77
Figura 4-17: Algoritmo de numeración y renombramiento habitaciones (Fuente Propia).....	77
Figura 4-18: Grupo de nodo para numeración y renombramiento de habitaciones .....	78
Figura 5-1: Grupo de nodo para colorear suelos mal referenciados al nivel.....	80
Figura 5-2: Control de calidad de suelos mal referenciados (Fuente Propia) .....	81
Figura 5-3: Grupo de nodo para colorear muros de albañilería según su desfase de base (Anexo L) (Fuente Propia).....	82
Figura 5-4: Control de calidad del modelo de muros de albañilería (Fuente Propia) .....	83
Figura 5-5: Tratamiento de NC en obra habitual (Fuente Propia).....	85
Figura 5-6: Tratamiento planteado de NC (Fuente Propia) .....	86
Figura 5-7: Identificación de la NC en el modelo (Fuente Propia) .....	87
Figura 5-8: Grupo de nodo para filtrado y coloración de elementos NC en una vista .....	87
Figura 5-9: Ejecución del algoritmo de filtrado de NC (Fuente Propia).....	88
Figura 5-10: Creación de tabla en Flux (Fuente Propia) .....	89
Figura 5-11: Llenado de información a través de Flux (Fuente Propia) .....	90
Figura 5-12: Llenado de información a Flux por Excel (Fuente Propia).....	90
Figura 5-13: Actualización del modelo mediante el add-in Flux para Revit (Fuente Propia).....	91
Figura 5-14: Actualización del modelo con la información de Flux mediante Dynamo .....	92
Figura 5-15: NC actualizada (Fuente Propia).....	92
Figura 5-16: Cuadro parcial de Reporte de NC Internas (Fuente Propia).....	93
Figura 5-17: Paso de información de NC de Excel al modelo (Fuente Propia)....	94
Figura 5-18: Actualización de parámetros de NC del modelo con la información de Excel Anexo P (Fuente Propia).....	94

Figura 5-19: Código para reemplazar valores nulos por 0 (Fuente Propia) .....	96
Figura 5-20: Información de NC que quedan en Dynamo (Fuente Propia).....	96
Figura 6-1: Avance de obra grafico (Fuente Propia) .....	97
Figura 6-2: Parámetros de obra para control de avance (Fuente Propia).....	98
Figura 6-3: Modificación grafica de vista según avance semanal de obra.....	98
Figura 6-4: Control visual avance mensual (Fuente Propia).....	100
Figura 6-5: Partidas de control para homologar metrados Revit – Presupuesto (Fuente Propia).....	101
Figura 6-6: Grupo de nodo para obtener metrado total de las partidas de control .....	103
Figura 6-7: Nodo personalizado filtra.elemento.segun.nombre (Fuente Propia).....	103
Figura 6-8: Plantilla metrado total partidas de control (Fuente Propia).....	104
Figura 6-9: Grupo de nodo para obtener metrado semanal para valorización... ..	105
Figura 6-10: Plantilla metrado semanal de partidas de control para valorización (Fuente Propia).....	107
Figura 6-11: Metrado de todas las partidas acumulado a la semana 23 .....	108
Figura 6-12: Valorización de obra especialidad de estructura del mes 6.....	109
Figura 6-13: Ejemplo de Estatus de NC (Fuente Propia) .....	109
Figura 6-14: Algoritmo de creación de informes (Fuente Propia) .....	110
Figura 6-15: Grafico del estatus de Elementos No Conformes (Fuente Propia) .....	110
Figura 6-16: Grafico del estatus de Respuesta a las No Conformidades (Fuente Propia).....	111
Figura 6-17: Grafico de No Conformidades VS Tipo de elemento (Fuente Propia) .....	111
Figura 6-18: Grafico de Total No Conformidades VS NC Levantadas por mes (Fuente Propia).....	112
Figura 6-19: Grafico de Tipología de No Conformidades (Fuente Propia).....	112
Figura 6-20: Grupo de nodo para reporte de “Elementos No Conformes” .....	113
Figura 6-21: Generación gráfico tipo Dona (Fuente Propia).....	114
Figura 6-22: Generación de Leyenda (Fuente Propia) .....	114
Figura 6-23: Generación de Leyenda total de elementos No Conformes (Fuente Propia).....	114
Figura 6-24: Generación de texto para el reporte (Fuente Propia) .....	115
Figura 6-25: Generación de imagen para el reporte (Fuente Propia) .....	115



## LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

<b>AIA</b>	:American institute of Architects
<b>AIM</b>	:Asset Information Model (modelo de información de activos)
<b>API</b>	:Application Programming Interface(Interfaz de Programación de Aplicaciones)
<b>BEP</b>	:BIM Execution Plan (Plan de Ejecución BIM)
<b>BIM</b>	:Building Information Modeling (Modelado de información de la Edificación)
<b>CAD</b>	:Computer Aided Design (diseño asistido por computadora)
<b>CAPEX</b>	:Capital Expenditure (gasto de capital)
<b>COBie</b>	:Construction Operations Building Information Exchange
<b>EDT</b>	:Estructura de Descomposición del Trabajo
<b>FCR</b>	:Falso Cielo Raso
<b>GSL</b>	:Government Soft Landings
<b>ICE</b>	:Integrated Concurrent Engineering (Ingeniería Concurrente integrada)
<b>ID</b>	:Identification
<b>IFC</b>	:Industry Foundation Class
<b>INPUT</b>	:Entrada
<b>LOD</b>	:Level Of Detail (Niveles de desarrollo)
<b>NC</b>	:No Conformidad
<b>OPEX</b>	:Operating Expenditure (gasto de funcionamiento)
<b>OUTPUT</b>	:Salida
<b>PAS</b>	:Publicly Available Specification
<b>PNG</b>	:Portable Network Graphics
<b>PNP</b>	:Policía Nacional del Perú

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. GENERALIDADES

La industria de la construcción en la actualidad ya se encuentra implementando el uso de nuevas tecnologías, para su gestión vienen incorporando, en sus distintos niveles, la metodología del BIM (Building Information Modeling), que ha ayudado al entendimiento total e integral del proyecto en todas las etapas de su ciclo: *'Viabilidad', 'Diseño', 'Pre-construcción', 'Ejecución', 'Finalización y uso'* (Mattos, y otros, 2014 págs. 39-52); su aplicación tiene diversos usos como: modelado de condiciones existentes, análisis de terreno, estimación de costos, documentación, análisis y revisiones, coordinación, logística, fabricación, control y seguimientos de la obra, gestión de espacios, etc. Aplicar esto genera información que gradualmente se va incrementando, muchas veces llega a convertirse compleja su manipulación y más la actualización de estas. Esto impacta negativamente en el flujo del proyecto donde se ha encontrado gran cantidad de problemas con la utilización de datos y generación de informes más aún cuando se encuentra con cronogramas acelerados de ejecución.

Los requerimientos por parte de los clientes son cada vez mayores, los proyectos cada vez cuentan con mayor variedad de instalaciones, materiales diversos, planos aun en desarrollo e incompletos, proyectos no compatibilizados; su planificación y construcción se ve afectada ya que el contratista debe realiza dichos trabajos, restando tiempo que podría utilizarse en tareas más productivas y valorizables.

Los resultados del estudio de 2010 en el Reino Unido sobre las causas de las desviaciones en tiempo y costo (Olaware, y otros, 2010 págs. 509-526), muestra que la "Modificación del Diseño" es el primer factor sobre veinte factores; por lo que las empresas deben tener que mejorar la actualización de información y su respuesta a los cambios si desean ser competitivas.

El sector construcción a pesar de que está tomando la tecnología BIM para gestionar toda la información del proyecto, su implementación y nivel aun es limitado en muchas empresas del Perú. Estas vienen desarrollando soluciones y procedimientos para diferenciarse dando distintos valores agregados a sus

clientes; una de esas tendencias es usar las herramientas aprovechando la API (Application Programming Interface o Interfaz de Programación de Aplicaciones) de Revit mediante Dynamo para la mejora de procesos en el desarrollo y ejecución de una obra de construcción, principalmente en el flujo de información

## 1.2. PROBLEMÁTICA

El uso de programas BIM en la industria de la construcción se pueden decir que ya están en una edad madura; aunque su actuación en el Perú es menor; en otros países ya es obligatorio el uso del BIM en determinados proyectos públicos, muchos ya cuentan con estándares y normas BIM, lo cual les da amplia ventaja competitiva en el logro de objetivos como mayor control de costos y la sostenibilidad; por ejemplo, en Inglaterra desde el 2016, la implementación BIM nivel 2 ya es un requisito. Los niveles del BIM definen diferentes estados evolutivos que existen para trabajar de una forma integral y colaborativamente con los sistemas BIM, mover la industria de la construcción hacia la colaboración total ha de suponerse que será progresivo con diferentes etapas, se han definido rango de 0 a 3 niveles, aún existe debate sobre el significado exacto, la Figura 1-1 da una idea de los niveles BIM, en el “**Nivel 0**”, no existe ningún tipo de colaboración, se trabaja en 2 dimensiones. “**Nivel 1**”, se trabaja en 2D y 3D, no existe una colaboración. “**Nivel 2**”, el trabajo es colaborativo, pero no necesariamente se trabaja bajo un único modelo compartido. “**Nivel 3**”, la colaboración e interoperabilidad es total sobre un único modelo compartido, también es conocido como “Open BIM”.

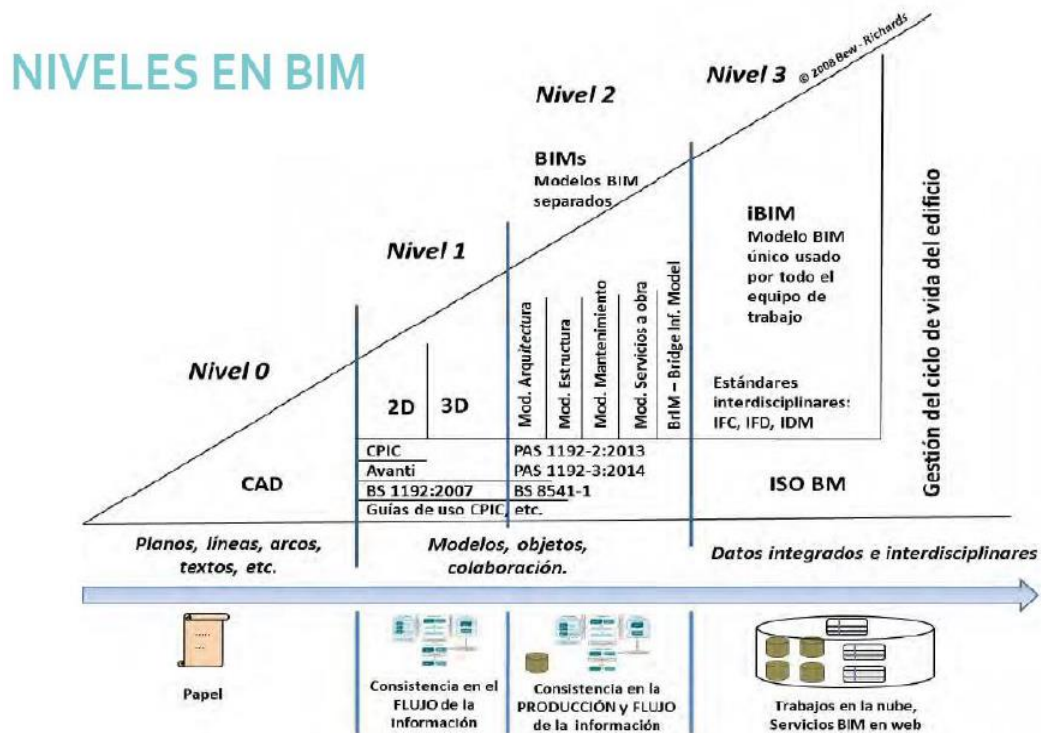


Figura 1-1: Niveles BIM  
(Fuente: BIM A0. Introducción al BIM, Zigurat)

Seguir la tendencia del BIM en otros países que están liderando su implementación a nivel gubernamental es importante para entender cómo será su desarrollo, si bien el BIM se está volviendo popular pero aún no se tiene un consenso a la hora de implementar la metodología; en muchas empresas, medianas y pequeñas en Perú, no se tiene claro que hay que hacer por lo que se utilizan normativas extranjeras, aun así la realidad y cultura es distinta, los diversos tipos de negocios y su madurez que envuelve el sector de la construcción hace que sea más directa en algunos países que otros, ya sea por la gestión documental, procedimientos, factores ambientales, etc. por lo que copiar y pegar funciones extranjeras puede que no funcione al entorno local. Aun así, es beneficioso estudiar las buenas prácticas y casos de éxitos de distintos países, reflexionar y estudiar el estado actual para comprender el camino que falta para alcanzar estándares internacionales.

El nivel 2 del BIM ya es un requisito para los contratistas, este nivel define qué, cuándo y cómo se debe crear, compartir y gestionar la información. El “manejo de gestión de información”, tiene ciertas características que retardan el flujo, un ejemplo sencillo en el programa Revit es el que acceder a su base de datos y

extraer información a través de una tabla de planificación, como suele realizarse mayormente, resulta inefectivo, incluso hasta tedioso, logrando la pérdida de enormes cantidades de tiempo y recursos.

Localmente nos encontramos con proyectos de construcción cada vez más exigentes en plazo, alcance, con mayor variedad y complejidad de instalaciones; la información entregada al constructor generalmente suele ser una recopilación de planos en 2D con gran cantidad de detalles de cada especialidad (tomando como base las plantas de arquitectura), muchas veces hay errores u omisiones que se arrastran desde etapas anteriores como el anteproyecto, expediente técnico, contratación entre otros; la identificación de interferencias, el control documentario y la revisión de estos planos, más aún si hay actualizaciones van superando la capacidad de muchas empresas generando confusiones e incompatibilidades que suelen detectarse y corregirse en plena construcción. Los problemas generados al trabajar con varios proyectistas es que prácticamente se tendría que sacar la información manual de planos (en nuestro medio generalmente trabajan con planos en 2D) de cada una y llevarlo al modelo para luego analizar las incompatibilidades, trabajo que suele tomar tiempo y la utilización de varios recursos.

¿De qué manera se puede utilizar esta información, la cual es confiable y exacta, en dichos planos 2D de manera más eficiente?

El agregar parámetros a los elementos del modelado en Revit y más adelante su modificación de estos, es también tedioso, pudiendo ocasionar errores en su manipulación hasta dejar elementos en blanco por omisión, se puede concluir que no se están aprovechando al máximo las propiedades de los elementos, ni en su edición ni en la utilización de estos.

### **1.2.1. Problemática General**

¿En qué medida la no utilización, desconocimiento o utilización parcial de la tecnología BIM al hacer frente a proyectos más complejos y exigentes conlleva a flujos de trabajos más largos y al no cumplimiento de estándares, plazos y costos de obra?.

### 1.2.2. Problemáticas Específicas

- ¿En qué medida hay un doble trabajo de tener planos en CAD y desarrollar un modelo BIM 3D para la gestión de obra?
- ¿En qué medida la suma de esfuerzos para generación de informes y reportes de obra semanales o mensuales descuida los trabajos de producción y supervisión de campo?
- ¿La no generación de libros de estilo o procedimientos de trabajo BIM en procesos repetitivos no permite la estandarización del trabajo?

La ventaja de incorporar Dynamo (herramienta de programación visual para Revit) es la creación de métodos personalizados flexibles a cada usuario o empresa, si bien Dynamo es un esquema flexible, su utilización varía de acuerdo con el nivel de programación visual, debe haber una correspondencia clara de flujo de trabajo independientemente de la plataforma, aplicación o propósito.

Para eso Dynamo es muy útil y eficiente, desde gestión de parámetros de Revit, automatización de funciones, hasta creación de familias.

Con Dynamo la barrera de entrada es más baja para generar nuevas soluciones o procesos sencillos y sobre todo personalizados, Dynamo es como un traductor al lenguaje de la API de REVIT (la realidad es que para entrar a la API, se debe saber programar) que ayuda al usuario a su personalización, permite agregar nuevos procesos, un claro ejemplo se observa en la Figura 1-2, en la que el uso de la API se compara a saber manejar varias herramientas en comparación a utilizar directamente Revit como si se utilizaría una sola herramienta.

Trabajar con Dynamo para Revit funciona como un pensamiento algorítmico, entrada → nodo → salida.



Figura 1-2: Relación del alcance entre las herramientas de la API y Revit (Fuente Propia)

Dynamo, si bien está ya en la versión 2.0.1, tiene un gran potencial, no es nuevo en la programación gráfica, hay otros similares, pero esta se aplica a Revit, se puede llevar a cabo varios procesos con relación a Revit como se representa en la Figura 1-3 y se describe a continuación:

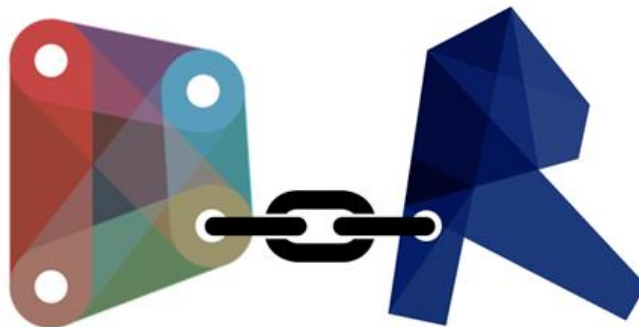


Figura 1-3: Principales usos para Dynamo en Revit  
(Fuente: The Dynamo Primer, 2017)

Procesos que realiza Dynamo:

- Familias paramétricas
- Análisis climáticos
- Controles de calidad en el modelado
- Controles de calidad de elementos no conformes de obra
- Gestión de la información, colocación de parámetros al modelo
- Traer topografía mediante la selección de curvas de nivel al modelo
- Modelado de componentes con la extracción de parámetros de AutoCAD.

- Exportación a Excel, de metrados, parámetros.
- Día a día se desarrollan nuevas soluciones
- Integración con otro software (Excel)

Sus límites son inimaginables, extremadamente amplios y gratuitos.

Respecto a la industria hotelera en el Perú; su economía está en constante crecimiento, sumado al aumento del número de turistas cada año, ha impulsado una mayor inversión hotelera. Hay hoteles familiares y hostales que cubren el rango de 1 a 2 estrellas que satisfacen la demanda de turistas locales; pero para el actual crecimiento y a las nuevas tendencias (hoteles corporativos, de salud, de animales) indica que hay un déficit de hoteles de 3,4 y 5 estrellas. Las ciudades de Lima y Cusco lideran el número de hoteles de más de 3 estrellas aun así cuando hay eventos y/o cumbres internacionales como la “Cumbre de las Américas”, desarrollado el 13 y 14 de abril del presente año muestra las limitadas opciones para los turistas. Para este año la inversión también se ha incrementado debido a los “Juegos Panamericanos Lima 2019” por lo que diversos proyectos están con cronogramas de obras ajustados para poder operar para dicho evento.

Lima es uno de los principales mercados de Sudamérica ya que tiene los mejores niveles de ocupación (encima del 70%) y las mejores tarifas promedio; según un estudio de la consultora Euro monitor Internacional, (Musquiz, 2017 pág. 3), el Perú es el tercer país de la región con mayor cantidad de proyectos hoteleros en cartera hasta el 2022 para los segmentos de medio y de lujo como se aprecia en la Figura 1-4.



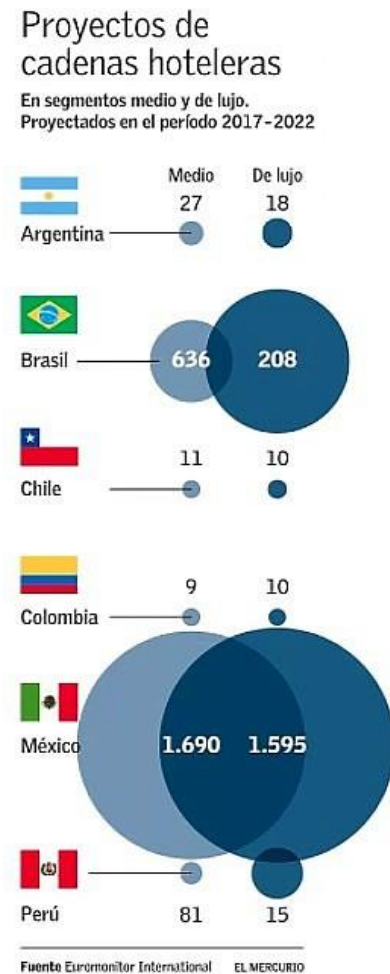


Figura 1-4: Proyectos de cadenas hoteleras  
(Fuente: Euromonitor International)

Las potencias turísticas regionales superan por mucho el número de proyectos; el Perú cuenta con 96 proyectos frente a las de México con 3285 proyectos y Brasil con 844, si bien es cierto estos países trabajan bajo condiciones diferentes, aun así, da a entender que sus destinos turísticos están mucho más explotados.

A pesar de que la mayoría de los atractivos turísticos se encuentran en provincia, la inversión hotelera es menor al 50 % en estas zonas, en gran parte se debe a la infraestructura de transporte al interior del país, carreteras, puentes, aeropuertos no está siendo muy bien atendida, esta es la mayor dificultad para el nororiente ya que su acceso es complicado perdiendo la oportunidad de la explotación del ecoturismo, turismo vivencial y su correspondiente infraestructura.

Por lo tanto, es de gran importancia el conocimiento de nuevas herramientas alternativas para la solución o agilización de procesos de modelado BIM, gestión de información la cual aplicadas a una obra de edificación, en este caso un hotel de 3 estrellas de 7 pisos y 4 sótanos, resultaría útil para la productividad, manejo de calidad y utilización de la información, mejorando el entendimiento del proyecto y sus procesos debido a que estos proyectos cuentan con mayor complejidad por su mayor densidad de muros, habitaciones , instalaciones y calidad de sus acabados.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Mejorar el uso de Revit a través de Dynamo para potencializar resultados en el uso de información, acortando tiempos de procesos y extracción de datos para el modelado 3D y la construcción.

#### **1.3.2. Objetivo Específicos**

- 1) Crear automáticamente elementos a través de Dynamo y archivos CAD
- 2) Generar reportes de avance y control de calidad con la información del modelado 3D, para una mejor visualización y documentación.
- 3) Personalizar los algoritmos para su uso global, en diversos proyectos.

### **1.4. HIPÓTESIS**

#### **1.4.1. Hipótesis General**

Si se aplica la Herramienta “Dynamo” a través de Revit, permitiría la mejora en la gestión de información y modelo, agilizando la salida y entrada de datos, estableciendo resultados y reportes más objetivos, más confiables, más flexibles, rápidos, hasta automáticos.

#### **1.4.2. Hipótesis Específicas**

- 1) La aplicación de Dynamo podrá modelar elementos en Revit con la información proveniente de AutoCAD de manera automática.
- 2) La utilización de la información del modelo mediante Dynamo podrá generar reportes más flexibles de los permitidos por Revit.
- 3) La personalización de los algoritmos de Dynamo permitirá su uso global para proyectos futuros.

## CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEORICO

### 2.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

#### 2.1.1 Definición

El glosario de la “Guía de Usuarios BIM” del capítulo español de BuildingSMART define al BIM como:

Forma de trabajo en el que mediante herramientas informáticas se elabora un modelo de un edificio al que se incorpora información relevante para el diseño, construcción o mantenimiento del mismo. Se trabaja con elementos constructivos que tienen una función y un significado y a los que se puede añadir más información. (BuildingSMART Spanish Chapter, 2014 p. 30).

BIM, “Modelo de Información de la construcción” en castellano, es una metodología de trabajo que permite integrar toda la información útil de un proyecto, analizarla y gestionarla de forma eficiente durante todo el ciclo de vida del mismo, tal como se aprecia en la Figura 2-1.

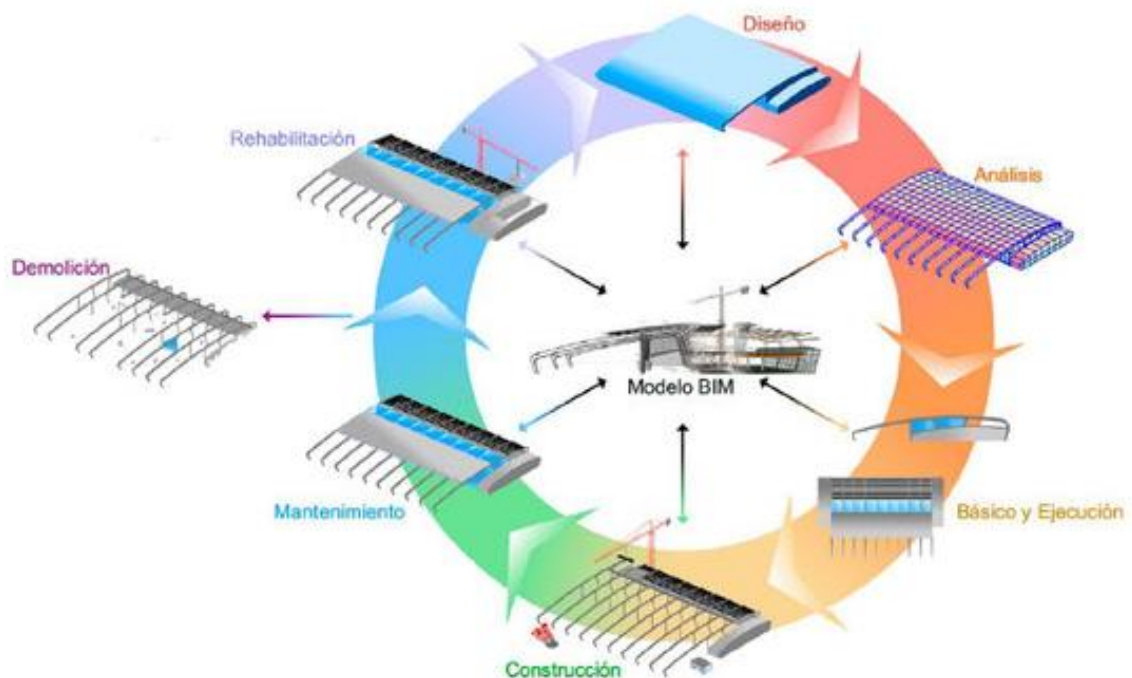


Figura 2-1: Ciclo de vida del modelo BIM de un proyecto  
(Fuente: BuildingSMART Spanish Chapter)

Esto permite una integración de los sistemas que completan el proyecto como pueden ser arquitectura, estructuras, instalaciones, estudios, mediciones, presupuestos, planificaciones, entre otros y la coordinación entre estas partes logrando un trabajo colaborativo durante el ciclo de vida del proyecto permitiendo contar con la información coordinada y actualizada en tiempo real.

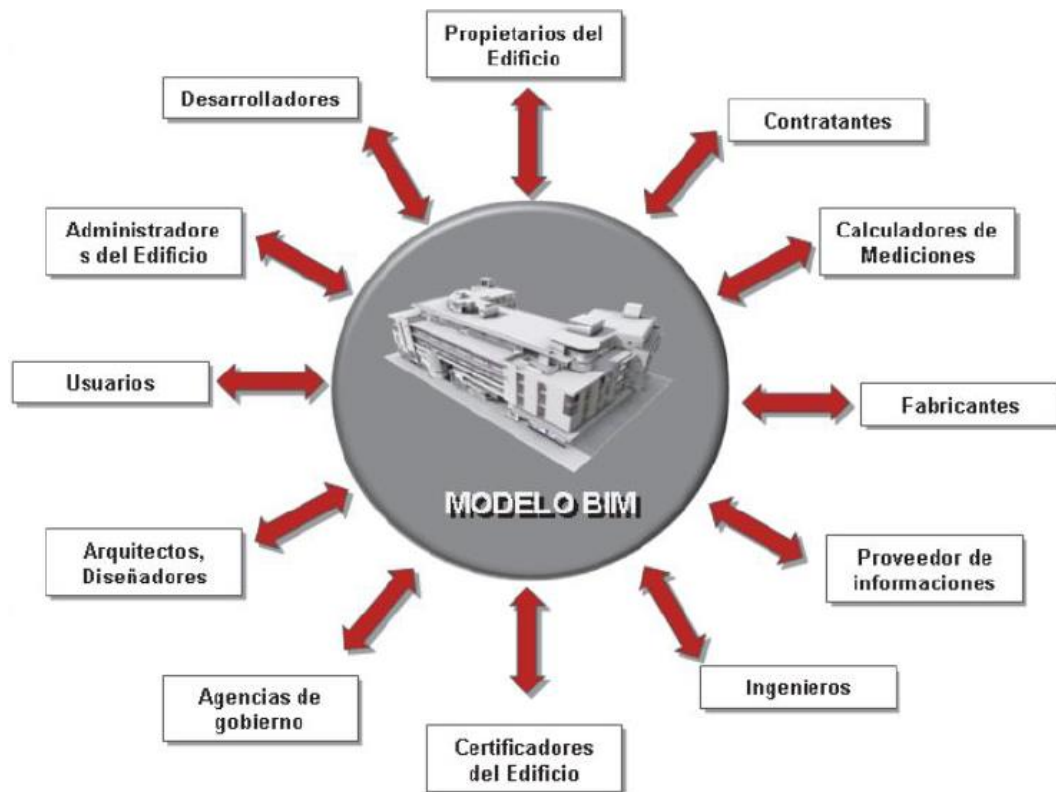


Figura 2-2: BIM como plataforma de comunicación  
(Fuente: BIM A0. Introducción al BIM, Zigurat)

### 2.1.2 Objetivos del BIM

La información de los modelos del edificio BIM se utilizan durante todo el ciclo de vida de este (llamado también 360°), esto permite tener una serie de resultados; para el logro de los resultados se debe obtener un modelo satisfactorio cumpliendo prioridades y objetivos específicos que suelen definirse y documentarse en un documento llamado “Plan de ejecución BIM (BIM Execution Plan) BEP “. El BEP es un “Documento en el que se definen las bases, reglas y normas internas de un proyecto que se va a desarrollar con BIM, para que todos los implicados hagan un trabajo coordinado y coherente” (BuildingSMART Spanish Chapter, 2014 p. 36).

La “Guía de Usuarios BIM” del capítulo español de buildingSMART, describe algunos objetivos generales del modelo, por ejemplo:

- Dar soporte a la toma de decisiones del proyecto”
- Dar una base a los aspectos contractuales alineado con los objetivos del proyecto utilizando el modelo.
- Visualizar soluciones de diseño.
- Asistir durante la fase de diseño y coordinar entre distintos diseños.
- Incrementar y asegurar la calidad del proceso de construcción y el producto final.
- Analizar con más detalle los procesos durante la fase de construcción permitiendo optimizarlos y hacerlos más eficientes.
- Mejorar la seguridad durante las fases de construcción y explotación del edificio.
- Dar soporte a los análisis de costos del proyecto y del ciclo de vida del edificio.
- Permitir la gestión y la transferencia de datos del proyecto durante la operación.

### **2.1.3 Niveles de desarrollo o LOD (Level of detail)**

El objetivo principal de los “Niveles de desarrollo” es medir la cantidad y calidad de la información entregada. Para cada fase del proyecto contratado se acordará el nivel y se dará la información que el cliente demande. Pretende establecer el requisito de contenido a nivel de modelado y la información que debe alcanzar el modelado. Se creó por el AIA (American institute of Architects) en el 2008, se amplía su definición mediante el documento G202 también por la AIA en el 2013 además indica la capacidad de cualquier agente para adaptar, modificar e incorporar nuevas definiciones de LOD, llegando a la última definición popularmente admitida elaborada en Octubre 2016 en el Level of Development Specification (BIMForum the US chapter of buildingSMART International, 2016) convirtiéndose en un estándar para diferentes organismos internacionales cuyo objetivo es la estandarización del BIM. Los Niveles de desarrollo se muestran:

#### **LOD 100**

Nivel de desarrollo más bajo del modelado BIM, propio de fases iniciales como estudios previos o anteproyecto, utilizado para valorar alternativas formales,

espaciales o de otro tipo. El alcance o fiabilidad del modelo se limita a la volumetría exterior más básica.

### **LOD 200**

Nivel de desarrollo del modelo BIM en el que queda definida la volumetría básica exterior e interior del edificio y sus usos. Se puede extraer y verificar parámetros urbanísticos, superficies útiles y construidas. Se suele adaptar para realizar el proyecto básico, la posición de los objetos arquitectónicos suele quedar definida, pero no sus dimensiones, que en esta fase suelen ser aproximadas.

### **LOD 300**

Nivel de desarrollo del modelo BIM en el que la disciplina arquitectónica del edificio queda completamente definida. Las dimensiones y posición de cada objeto arquitectónico son ya las definitivas. Pueden extraerse mediciones precisas.

### **LOD 350**

Equivalente al nivel LOD 300 pero incluyendo la detección de interferencias entre distintos elementos. Es propio de proyectos complejos desarrollados independientemente por disciplinas u otra desagregación de proyecto específica. Afecta al análisis, programación y coordinación del proyecto. Ocasionalmente, al costo por elemento y conjunto.

Habitualmente, modifica la totalidad del proyecto respecto a LOD 300 según criterios definidos en los que suele ser prioritario el respeto a la estructura frente a instalaciones, y estas frente a arquitectura. Requieren de una perfecta coordinación entre todos los agentes y las distintas disciplinas y subdisciplinas para una correcta ejecución en obra y una drástica reducción de errores y modificaciones en esta.

### **LOD 400**

Nivel de desarrollo en el que se incorpora información adicional de otras disciplinas sobre la arquitectónica, como instalaciones, estructuras, materiales, coordinación y similares. Este nivel correspondería al proyecto de ejecución, todo el proyecto queda definido y serviría para obtener ofertas de constructores e industriales (proveedores), para la construcción.

### **LOD 500**

Nivel de desarrollo del modelo BIM que se obtiene una vez construido el edificio y que recoge todos los cambios y modificaciones que se han ejecutado realmente en obra sobre el nivel LOD 400. Sirve para gestionar el edificio y documentar operaciones de mantenimiento.




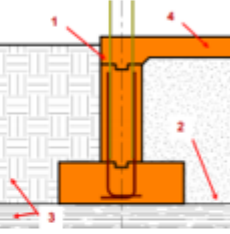
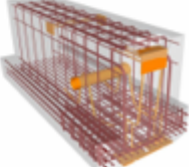
<b>Muros de cimentación (cimentaciones superficiales)</b>		
<b>LOD</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejem</b>
100	Modelo de masa solida que representa el volumen total del edificio o elementos esquemáticos de pared que no se distinguen por el tipo de material. Profundidad/espesor de montaje y ubicaciones aún flexibles	
200	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La base genérica de pared está modelada.</li> <li>• El sitio está genéricamente modelado a partir de la Información, en el informe geotécnico.</li> </ul>	
300	<p>Modelado de elementos para incluir:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tamaño general y geometría del elemento de cimentación.</li> <li>2) Superficies inclinadas.</li> <li>3) Dimensiones externas de los miembros.</li> <li>4) La elevación geotécnica de los estratos se modela a partir de informe geotécnico.</li> <li>5) Área de influencia del</li> </ol> <p>Notas de la imagen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6) Los tamaños de la base de la pared se modelan con precisión con zapatas cuando corresponda.</li> <li>7) elevación del cojinete se modela desde el geotécnico informe.</li> <li>8) Las regiones geotécnicas se muestran por contexto y no requiere ser modelado como parte de este elemento en este LOD.</li> </ol>	
350	<p>Modelado de elementos para incluir:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ubicación de las penetraciones de la manga</li> <li>2) Verter las articulaciones</li> <li>3) Chaflán</li> <li>4) retardador de humedad</li> <li>5) Pasadores</li> <li>6) Todas las incrustaciones o refuerzos expuestos como dinteles</li> <li>7) Juntas de expansión</li> <li>8) geotécnico teniendo estratos se modela a partir de cálculos de informes geotécnicos.</li> </ol> <p>Notas de la imagen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9) Los tamaños de haz de grado están modelados con interfaces para otros sistemas, como, por ejemplo, pero sin limitarse a losa entre vertidos de hormigón, juntas de construcción y clavijas de refuerzo en vierte adyacente.</li> <li>10) elevación del cojinete se modela desde el geotécnico informe con la adición de elementos de la interfaz como espacios vacíos cuando corresponda.</li> <li>11) Las regiones geotécnicas se muestran por contexto y no requiere ser modelado como parte de este elemento en este LOD.</li> </ol>	
400	<p>Modelado de elementos para incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Varilla de refuerzo que incluye ganchos y empalmes</li> <li>• Pasadores</li> <li>• Curso de mampostería unitaria definida</li> <li>• Impermeabilización</li> </ul>	

Figura 2-3: Ejemplo de LOD en muros de cimentación  
(Fuente: Level of Development Specification, BIMForum)

## 2.2 NIVEL DEL BIM 2 (BIM LEVEL 2)

### 2.2.1 Definición

Según la Guía de nivel 2 de BIM (Department for business innovation and skills, 2017 p. 7), en el nivel 2, se trabaja colaborativamente entre disciplinas con todas las partes usando modelos BIM 3D, integrados, pero no necesariamente compartidos, la información de diseño se comparte a través de un formato de archivo común, como IFC (Industry Foundation Class) o COBie (Construction Operations Building Information Exchange). Los clientes tendrán que ser capaces de definir y utilizar los datos y la industria tendrá que adoptar formas comunes de trabajo basado en formatos de archivo de datos estándar.

Para la industria de la construcción, una parte importante de la economía de un país, BIM proporciona una oportunidad crítica para mejorar significativamente su rendimiento. BIM es un proceso, habilitado por la tecnología, que se centra en los resultados y deriva el valor de la información de activos, maximiza la capacidad de equipo del proyecto de innovar e impulsa la eficiencia, la transparencia y la productividad.

De un informe de benchmarking de construcción posterior (Department for business innovation and skills, 2017 pág. 1) utilizando tecnología BIM en el gobierno de Reino Unido, concluye que . El Gobierno de Reino Unido ha desarrollado la “BIM Level 2 Guidance” para ayudar a los profesionales de la industria de construcción, proveedores, clientes, propietarios y operadores de activos a entender y adoptar todos los aspectos del BIM de Nivel 2.

En la Figura 2-4 se muestra un resumen de los 3 niveles BIM, Inglaterra es uno de los países liderando la implementación BIM a nivel Gubernamental, en este país el nivel 2 ya es un requisito desde el 2016, ha publicado unas series de documentos que definen cuándo y cómo se debe crear, compartir y gestionar la información.



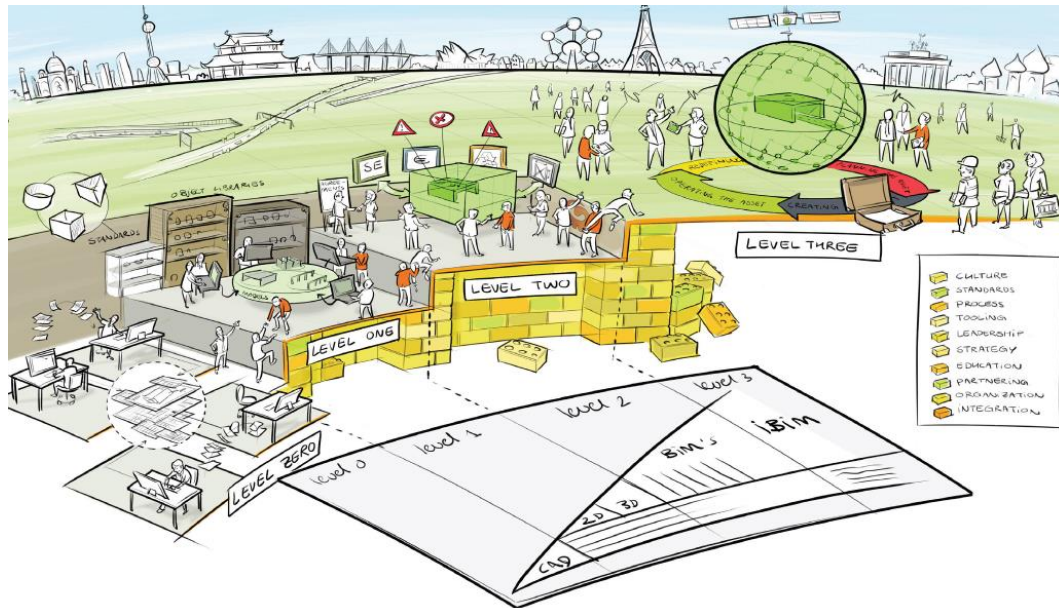


Figura 2-4: Niveles BIM  
(Fuente: BIM Level 2 Explained, department for business innovation and skills)

## 2.2.2 Mandato BIM del Reino Unido

El Reino Unido en sus políticas gubernamentales de implantar el BIM Level 2 para el 2016 en sus proyectos públicos a desarrollado documentos para hacer entender como el “Nivel 2” puede generar un mayor rendimiento de los equipos en la ejecución y operación de los activos para lograr su mayor valor. Se espera que estas políticas ayuden a la cadena de suministros de construcción y a los profesionales a acelerar la adopción de los principios e incorporar el pensamiento y tecnología en las operaciones de la cadena de suministro. Los profesionales en general se dividen en 4 grupos según la Figura 2-5.

- Cliente / asesor, que se ocupa principalmente de la adquisición de servicios y del activo final.
- Diseñador / consultores, encargado de responder los RFI proporcionado por el cliente.
- Constructores / Contratista, subcontratista, fabricante, proveedor, involucrado en la entrega de componentes de un proyecto.
- Operador, responsable de la gestión y operación en curso del activo terminado.

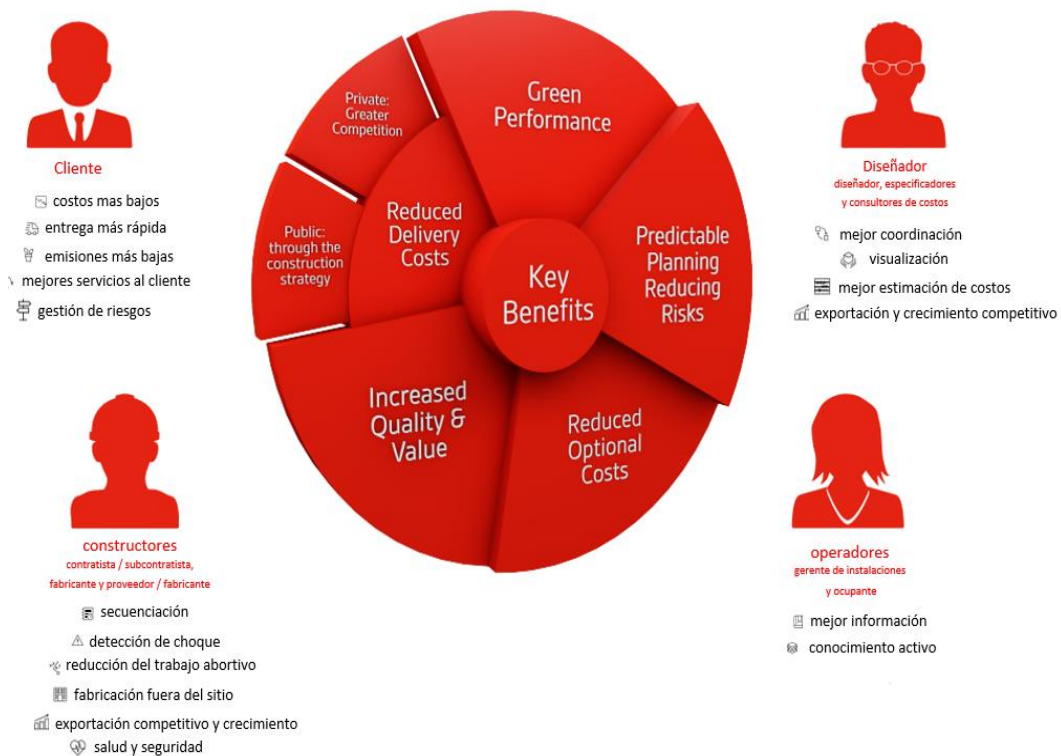


Figura 2-5: Participantes del proyecto  
(Fuente: BIM Level 2 Explained, department for business innovation and skills)

Es importante recalcar el rol de liderazgo sostenido que debe tener el gobierno para mantener el compromiso de la industria de la construcción de invertir en BIM ya que facilita la toma de decisiones por la mayor claridad del trabajo, mejores comunicaciones, entonces mejora la eficiencia; según BIM Level 2 Explained, los ahorros de costos son posibles y alcanzarían un 33 % en CAPEX (capital expenditure - gasto de capital) y OPEX (operating expenditure - gasto de funcionamiento) siguiendo el proceso de BIM de Nivel 2. El costo de Operación y mantenimiento de edificios puede representar hasta el 85% del costo de toda la vida, los ahorros obtenidos pueden devolver el gasto inicial de construcción en sólo unos pocos años (Department for business innovation and skills, 2017).

El mandato BIM del Reino Unido incluye actualmente ocho componentes principales que permiten a los equipos del proyecto comprender, especificar y adherirse a los procesos y procedimientos BIM para trabajar juntos (Autodesk BIM 360°, 2016 págs. 3-5), cuya clasificación se muestra:

**PAS 1192-2:2013 (Publicly Available Specification 1192-2, issued in 2013)**

Explica como el BIM se debe utilizar para la entrega del diseño y la construcción, detalla la colaboración y coordinación BIM (BSI Standards Limited, 2013)

**PAS 1192-3:2014 (Publicly Available Specification 1192-3, issued in 2014)**

Trata sobre la fase operacional, como se crea el AIM (modelo de información de activos), describe como debe ser usado y mantenido durante la vida útil del activo (BSI Standards Limited, 2014)

**BS 1192-4:2014 (British Standard 1192-4, issued in 2014)**

Trata sobre el intercambio de información para proyectos durante el ciclo de vida del activo, utiliza COBie para suministrar datos a los interesados. (BSI Standards Limited, 2014)

**PAS 1192-5:2015 (Publicly Available Specification 1192-5, issued in 2015)**

Trata sobre las consideraciones técnicas de seguridad para los interesados respecto a la vulnerabilidad y controles necesarios al momento de compartir los datos. (BSI Standards Limited, 2015)

**BIM Protocol**

Es una adición legal a los contratos de diseño y construcción, establece obligaciones específicas, responsabilidades y limitaciones en el uso de modelos de proyectos.

**Government Soft Landings**

GSL, es una política de traspaso graduado, requiere que los equipos de proyectos permanezcan con sus clientes varios años para ayudarles a aprender como operar sus activos, esta política también involucra al personal operativo en las fases de diseño y construcción.

**Classification**

Desarrollo de un sistema de clasificación unificado que proporciona un lenguaje común para todos los miembros del equipo que están diseñando, construyendo y administrando, permiten que los datos de proyectos electrónicos estén indexados y estructurados para que sean fácilmente accesibles y ubicables independientemente de quien los haya creado y cuando.

### **Digital Plan of Works**

Desarrollo de un sistema que define que datos se requieren en determinado momento del ciclo de vida de un proyecto, así como quien es el responsable de crear y emitir esos datos.

## **2.3 BIM EN OBRAS PÚBLICAS EN EL PERÚ**

Actualmente se ha implementado en Perú un Comité Técnico para la generación de la norma de uso opcional “MODELADO DE INFORMACION PARA OBRAS DE CONSTRUCCION (MODELO BIM), dirigido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; lo cual demuestra esfuerzos para sembrar las bases de una estandarización BIM en el Perú, mostrando interés de las demás instituciones públicas como la Secretaría de Gobierno Digital, quienes ven el potencial del BIM para la obtención de información en los proyectos liderados por el Estado en la reconstrucción del Norte del Perú ocasionados por el Fenómeno del Niño. El objetivo de la norma vendría a ser el establecimiento de lineamientos técnicos que deben de considerarse para la obtención de un Modelo de Información para obras del sector público.

También el Decreto Legislativo N°1444 que modifica la ley N°30225, Ley de Contrataciones del Estado, en el artículo 3, incorpora la décimo tercera disposición complementaria indicando:

Las entidades ejecutan las obras publicas considerando la eficiencia de los proyectos en todo su ciclo de vida. Mediante Decreto Supremo se establecen los criterios para la incorporación progresiva de herramientas obligatorias de modelamiento digital de la información para la ejecución de la obra pública que permitan mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos desde su diseño, durante su construcción, operación y hasta su mantenimiento. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2018)

Esto demuestra la consistencia y el interés del estado en la incorporación del BIM en el Perú.

Una de las primeras obras del sector publico desarrollada con BIM fue la Torre Banco de la Nación, ubicado en San Borja – Lima, desarrollado por la constructora COSAPI por encargo del Ministerio de Economía y Finanzas año 2013 – 2015.

El Ministerio del Interior también ya tiene experiencias en algunos de sus proyectos públicos, desarrollados con algunos de los usos de la metodología BIM, tanto en diseño y construcción; saben que el cambio del tradicional sistema de contratación Diseño-Licitación-Construcción a contratos más colaborativos como el Diseño-Construcción o el Fast Track (ejecución casi de forma simultánea del diseño y la construcción) lograría reducir los plazos de ejecución y disminución del presupuesto de sus proyectos como se ve en la Figura 2-6.

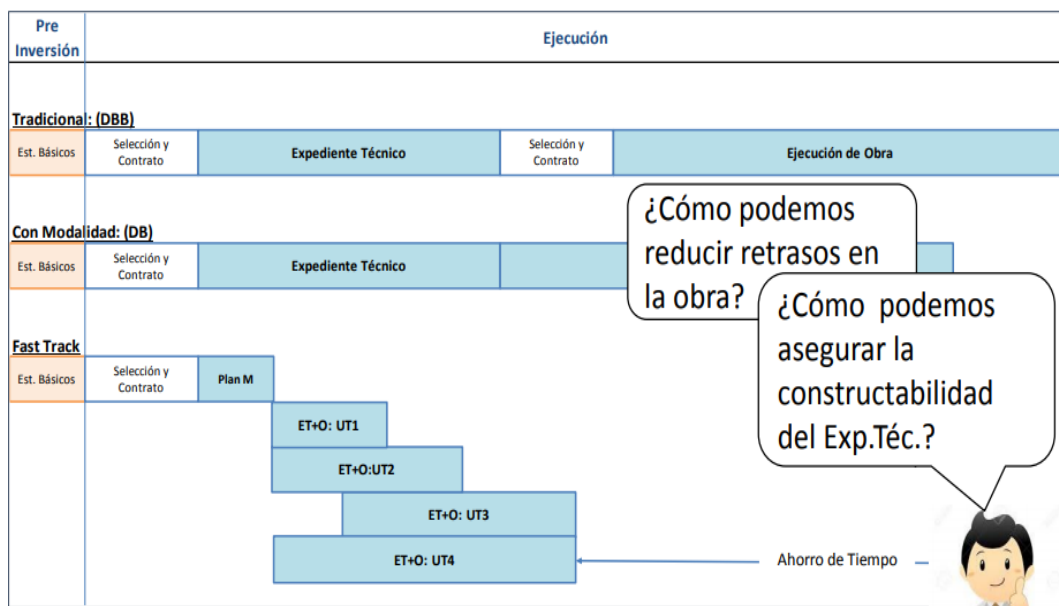


Figura 2-6: Cronograma de un proyecto según la modalidad de contratación (Fuente: (Ministerio del Interior, 2018))

Los proyectos pilotos desarrollados con algunos usos del BIM del Ministerio del Interior son:

- Escuela Técnica Superior de la PNP de Puente Piedra
- Escuela Técnica Superior Femenina PNP San Bartolo
- Hospital PNP Luis N. Sáenz
- Escuela de Oficiales de la PNP de Chorrillos

Los usos del BIM implementados son:

- Detección de Interferencias
- Reuniones ICE (Ingeniería Concurrente)
- Programación y seguimiento 4D

Aun no hay experiencias de la implementación BIM en la fase de operaciones en el ciclo de vida de un proyecto. También hay poca experiencia y dificultades del alcance y que responsabilidades tendrían los involucrados en una implementación BIM en obras con el sistema de contratación tradicional (Diseño, Licitación y Construcción) que son la mayoría de las obras públicas actualmente en el Perú.

La Universidad Nacional de Ingeniería también cuenta con experiencia en el uso del BIM en sus obras, utilizando como piloto el “Centro de Información e Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil – CIIFIC”, Figura 2-7 que es el primer edificio que se diseñó considerando la tecnología de aisladores sísmicos en el año 2012; cuenta con 10 niveles de 600 m<sup>2</sup> aproximado cada uno, siendo ejecutada con presupuestos parciales desde el 2014 en colaboración con el Laboratorio de Diseño y Construcción Virtual - DCV de la UNI.



Figura 2-7: Vista 3D estructura y arquitectura del CIIFIC  
(Fuente: (Laboratorio de Diseño y Construcción Virtual-UNI))

También de la mano con el Equipo de Supervisión UNI, viene colaborando en dos obras que utilizan el BIM en el modelado 3D, detección de interferencias, reuniones ICE y construcción, las cuales son:

- Ampliación de los Servicios para la Enseñanza Académica e Investigación en Computación e Informática de la FIM – UNI, Figura 2-8.

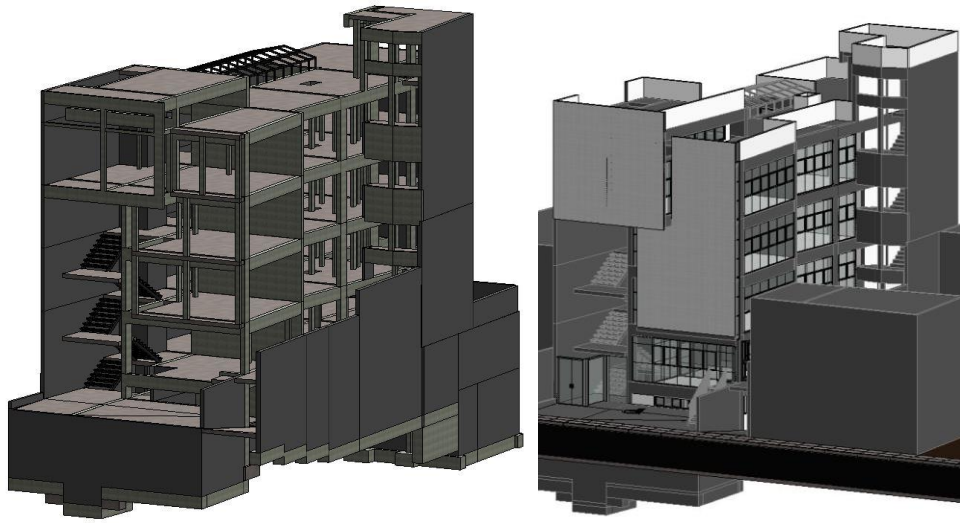


Figura 2-8: Vista 3D estructura y arquitectura de la FIM  
(Fuente: (Laboratorio de Diseño y Construcción Virtual-UNI))

- Mejoramiento de los Servicios de Formación Cultural y Complementaria a la Actividad Académica en la FIECS de la UNI, Figura 2-9.

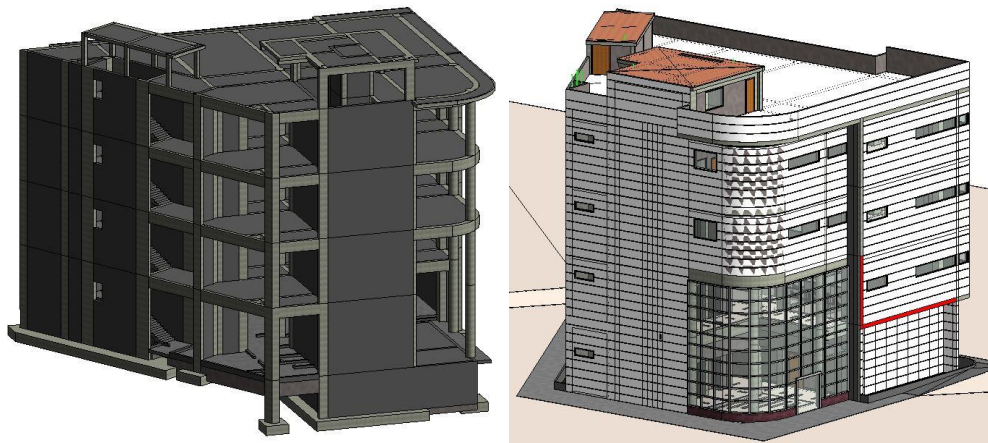


Figura 2-9: Vista 3D estructura y arquitectura de la FIECS  
(Fuente: (Laboratorio de Diseño y Construcción Virtual-UNI))

Además, la Universidad Nacional de Ingeniería junto con el Laboratorio de Diseño y Construcción Virtual – DCV, ya cuenta con experiencia en el desarrollo de tesis buscando la innovación en el campo académico con la incorporación de nuevas tecnologías, se citan algunos trabajos:

- “Modelamiento Virtual de La Construcción del Casco Estructural Del CIIFIC-UNI Mediante El Programa TEKLA” cuyo autor es Erika Pamela Isabel.

- “Modelamiento Virtual de Armaduras para Mejorar La Constructibilidad en Estructuras de Concreto Armado” cuyo autor es Quiroz Mory, Luis Felipe
- “Uso de Herramientas Virtuales (BIM) en el Análisis Estructural de Edificaciones A porticadas” cuyo autor es Palomino Paucar, David Arturo
- “Planeamiento, Programación y Control de Obras de Edificaciones Empleando Herramientas BIM 3D, 4D Y 5D” ” cuyo autor es Galiano La Rosa, Héctor Jesús

Actualmente la toma de iniciativas está en el sector privado, adicionalmente algunas empresas están tomando la responsabilidad de la implementación BIM del proyecto una vez ganada la licitación, estos utilizan sus propios recursos para la generación de modelos de información a partir de planos CAD, generan sus propios análisis de interferencias tratando de disminuir sus costos operativos. Por otro lado, hay empresas que aún no toman las riendas del BIM (actualmente son la mayoría de las medianas y pequeñas empresas) por lo que el gobierno tendría que proponer lineamientos y estándares diferenciando principalmente el alcance de las diferentes formas de contratación existentes y tratar de incluirlos en la elaboración del Plan de Ejecución BIM (BEP).

## **2.4 DYNAMO**

### **2.4.1 Definición**

Según la guía “The Dynamo Primer”, Dynamo es una herramienta de programación visual que pretende ser accesible tanto para no programadores como para programadores. Proporciona a los usuarios la capacidad de guiar visualmente el comportamiento, definir piezas personalizadas de lógica y secuencias de comandos utilizando varios lenguajes de programación textuales. (Autodesk Dynamo Studio, 2017 p. 10).

Dynamo, es una plataforma que permite operar con programación visual diseñada para Revit, posibilita la toma de propias herramientas o relaciones, estas relaciones se desarrollan mediante flujos de trabajo, nos hace trabajar de forma algorítmica (conjunto de pasos de acciones que siguen una lógica básica de entrada, procesamiento y salida).



Dynamo está pensado para profesionales de la construcción que quieran utilizar las posibilidades que ofrece la programación sin necesidad de tener conocimientos altos de esta.

Dynamo es principalmente un complemento para Autodesk Revit, la versión actual es la 1.3.1, está en constante evolución y se descarga de <http://dynamobim.org/>.

#### **2.4.2 Aplicaciones y usos de Dynamo**

Con Dynamo se puede hacer:

- Automatizar la creación de geometría basada en datos
- Agilizar procesos repetitivos, desapareciendo el error humano
- Intercambio de información entre distintos programas
- Ajuste de parámetros
- Facilita múltiples posibilidades de diseño
- Permite personalizar el proceso y buscar nuevas e innovadoras formas de trabajo.

#### **2.1.3 Funcionamiento de Dynamo**

Dynamo funciona creando algoritmos, que son conjunto de pasos que siguen una secuencia lógica, la Figura 2-10 describe esta secuencia marcada por entrada de información (inputs) luego tiene lugar a procesos y análisis de dicha información resultando o entregando datos requeridos (outputs) como entrada a otro proceso o como un producto final para la solución de un problema. Un claro ejemplo vendría a ser el doblado de un plano cuyo tamaño de papel sea A-1.

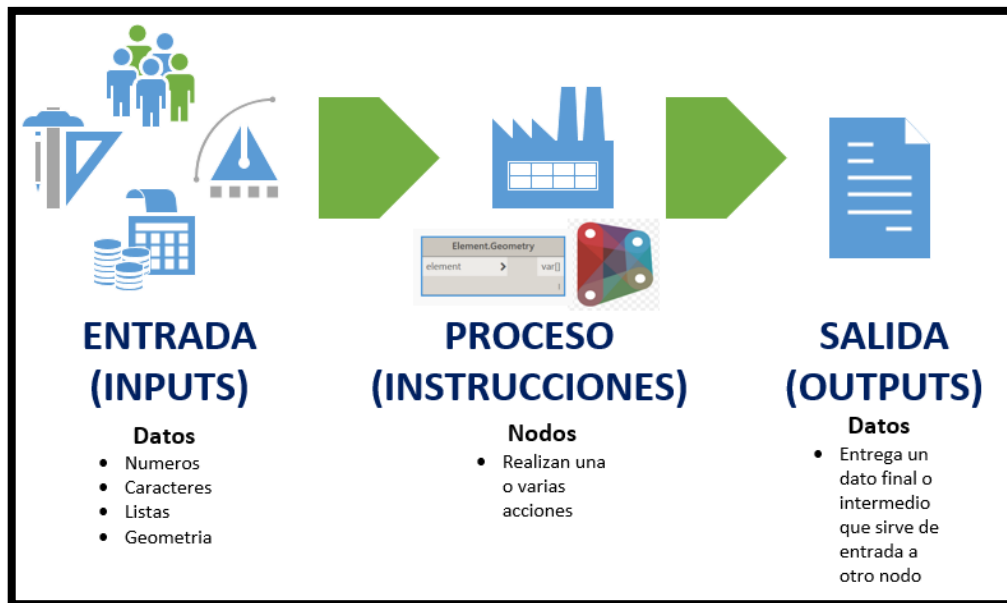


Figura 2-10: Lógica de Dynamo  
(Fuente Propia)

La formalización del algoritmo se podría hacer de 2 formas:

#### 2.4.2.1 Escrita o textual:

Pasos:

1. Estirar horizontalmente el plano.
2. Marcar de derecha a izquierda 2 espaciamientos de 192mm.
3. Marcar desde la parte inferior espaciamiento de 297mm.
4. Marcar desde la izquierda en la parte superior espaciamiento de 105mm.
5. Realizar un doblado en la primera marca a 210 mm del lado izquierdo.
6. Realizar un doblado en la primera marca a 192 mm del lado derecho.
7. Realizar un doblado a 297 mm del lado inferior.
8. Realizar un doblado de forma triangular a 105 mm del lado izquierdo desde los 297 mm de la parte inferior.

#### 2.4.2.2 Visual:

Pasos en la Figura 2-11 se aprecia visualmente los pasos a seguir para obtener el doblado de un plano A-1:

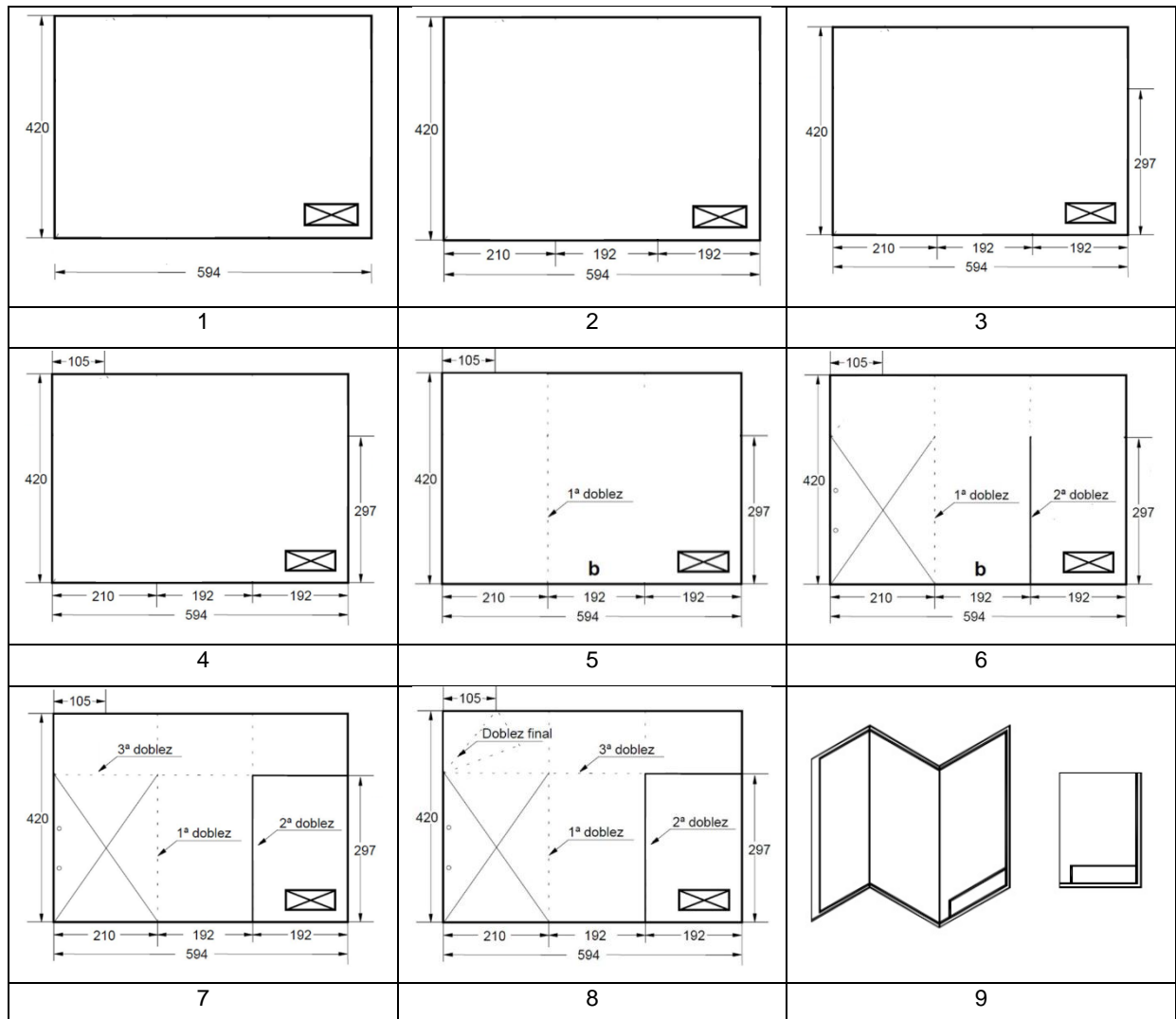


Figura 2-11: Formalización Visual  
(Fuente Propia)

Como se aprecia, existen dos formas de llegar al mismo resultado, dependerá de cada usuario de cómo hará la formalización, si es escrita o visual. Dynamo permite realizar la formalización visual, pero también ofrece herramientas para la formalización escrita.

### 2.4.3 Empezando con Dynamo

La programación es el acto de formalización del procesamiento de una serie de acciones en un programa ejecutable (Autodesk Dynamo Studio, 2017 p. 8) esta formalización depende del lenguaje de programación, el cual se encarga de traducirlo al ordenador, la ventaja de su uso es que se puede ejecutar rápidamente, repetitivamente y sin errores humanos.

En Dynamo el lenguaje de programación es el “desing scrip”, pero también soporta otros lenguajes de programación como el Python.

Es importante tener presente que Dynamo se abre desde Revit, a partir de la versión 2017 se encuentra en la ficha “Gestionar” en el campo “programación visual” de la cinta de opciones y va a estar referenciado con el archivo abierto, específicamente con la vista activa al momento de abrirlo como se ve en la Figura 2-12.

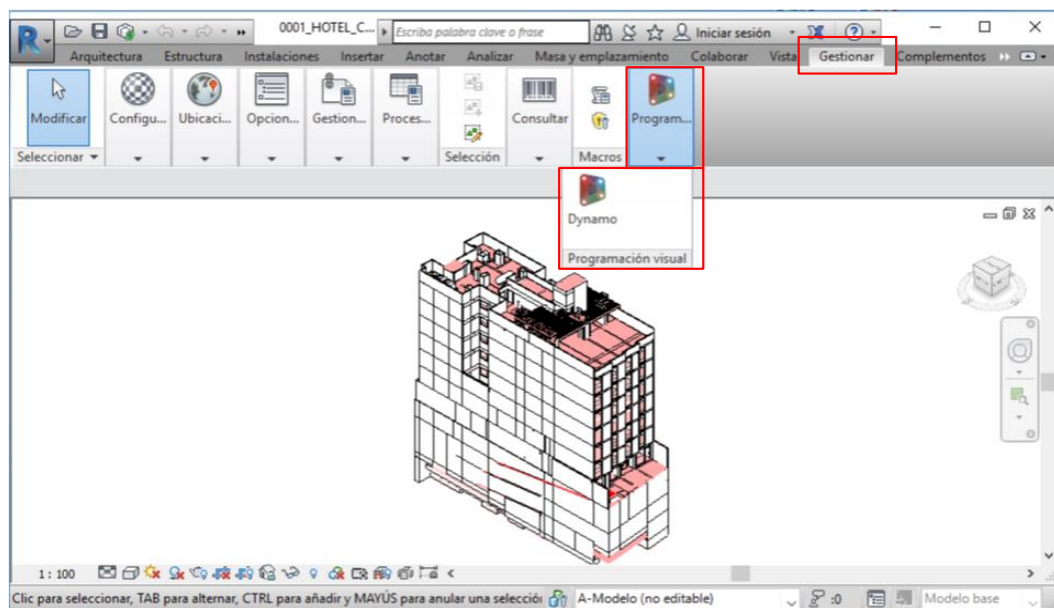


Figura 2-12: Ubicación de Dynamo en Revit  
(Fuente Propia)

#### 2.4.4 Interfaz de usuario de Dynamo

Su interfaz está dividida en 5 áreas como se aprecia en la:

##### **Menú**

Relacionado a la gestión de archivos en Dynamo.

##### **Barra de Herramientas**

Ubicación de botones de acceso rápido como:

- Nuevo: Archivo “.dyn”
- Abrir: Archivo “.dyn” (espacio de trabajo), “.dyf”(nodo personalizado)
- Guardar/Guardar como
- Deshacer
- Rehacer

- Exportar imagen PNG

### **Biblioteca**

Contiene las categorías de nodos, ordenados jerárquicamente según Categorías / subcategorías / Nodos (Crear, Acción y Consulta).

En esta herramienta se encuentra los nodos básicos (vienen por defecto en la instalación de Dynamo), nodos personalizados, y nodos de los paquetes.

### **Espacio de trabajo**

Es donde se da el desarrollo de los programas visuales

### **Ejecutar**

Botón para ejecutar el algoritmo, se puede configurar para que sea automático o manual.

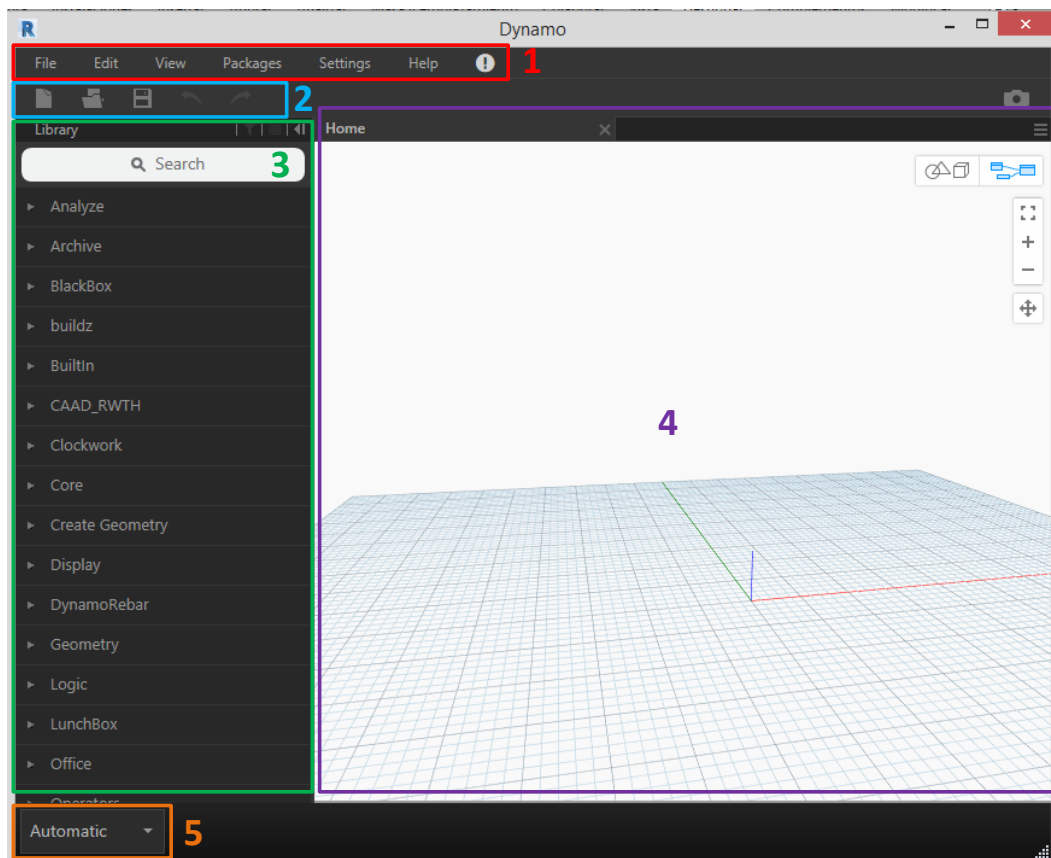


Figura 2-13: Interfaz de Usuario de Dynamo  
(Fuente Propia)

## **2.4.5 Elementos de Dynamo**

### **2.4.5.1 Nodo**

Son elementos que realizan una operación, se conectan mediante alambres, realizan operaciones de creación, de acción y de consulta; en la Figura 2-14 se da

tres ejemplos para cada tipo de función de nodos, de izquierda a derecha, el primer nodo se utiliza para crear un punto en la interfaz de Dynamo, el segundo nodo sirve para crear una poli curva separada a una distancia de la primera, es decir realiza una acción o modificación, el tercer nodo obtiene una información, en este caso obtiene el radio de una esfera.

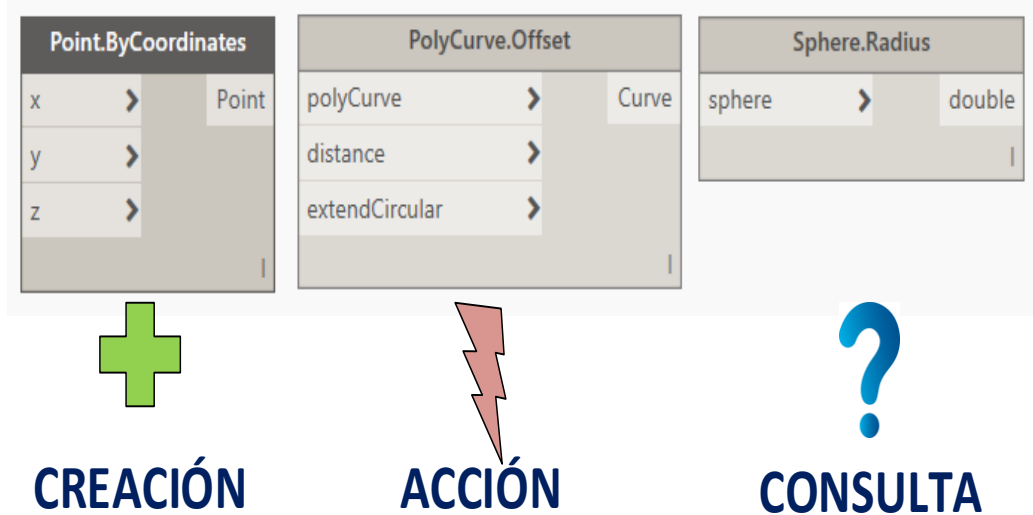


Figura 2-14: Nodos según su función  
(Fuente Propia)

Son los puertos los receptores de los alambres, van hacia el nodo (para su ejecución), y salen del nodo (resultado) siguiendo un flujo de izquierda a derecha, es decir, reciben y salen determinados tipos de datos de un nodo.

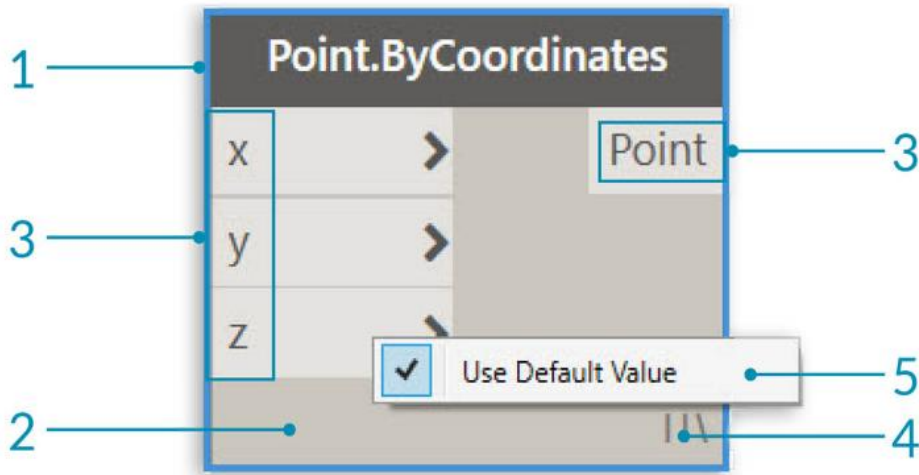


Figura 2-15: Anatomía de un nodo  
(Fuente: The Dynamo Primer, 2017)

En la Figura 2-15, se aprecia las partes de un nodo (Autodesk Dynamo Studio, 2017 p. 42) la cuales son:

1. Nombre del nodo
2. Cuerpo principal del nodo
3. Puertos de entrada y salida del nodo, aquí es donde se conectan los alambreo o wires.
4. Icono de encaje, indica la opción de encaje o lacing, usualmente se utiliza cuando se trabaja con listas.
5. Valor predeterminado, se accede mediante le clic derecho del ratón en algunos puertos de entrada.

#### **2.4.5.2 Alambres**

Son elementos que conectan los nodos para generar el flujo de datos, este flujo es de izquierda a derecha, se debe de conectar un puerto de salida con uno de entrada.

#### **2.4.6 Datos y flujo en Dynamo**

Es la información que fluye a través de los alambres llegando a los nodos.

La información es un conjunto de valores cualitativos o cuantitativos, pueden ser diferentes tipos como:

- Numéricos
- Caracteres
- Booleanos (Verdadero o Falso)
- Listas
- Geometrías

Los nodos para realizar las acciones que representan necesitan de estos datos y si esa acción no crea un resultado válido devolverá un “null”.

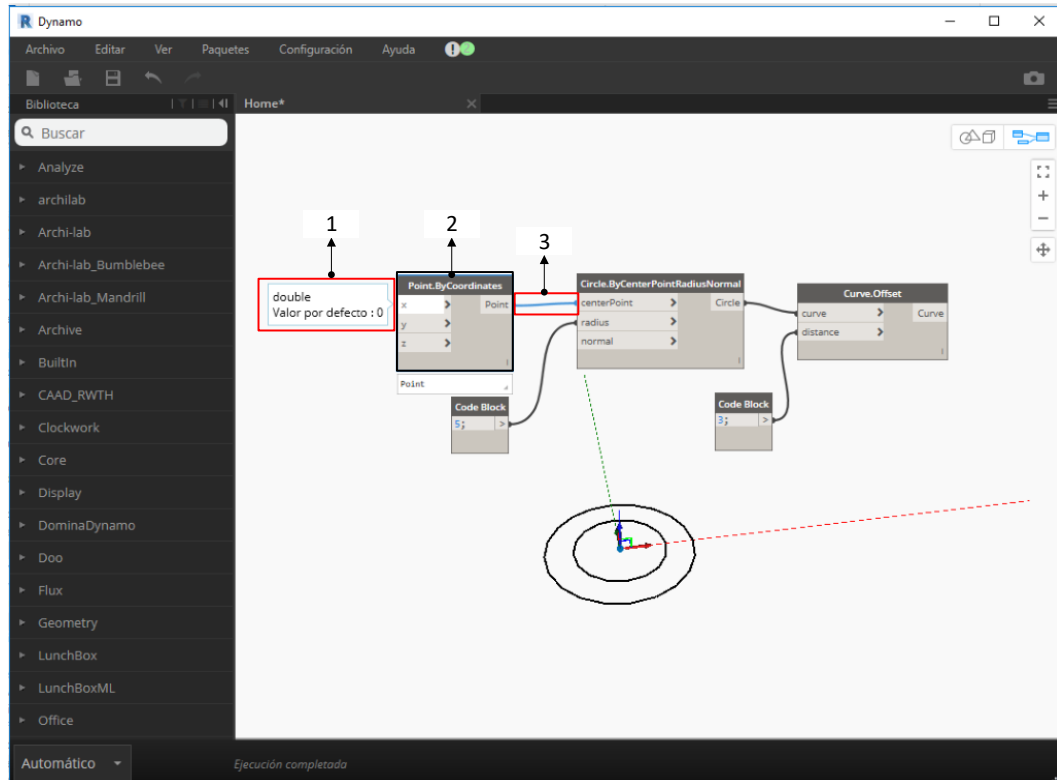


Figura 2-16: Flujo en Dynamo  
(Fuente Propia)

En la Figura 2-16, se observa el flujo de información en Dynamo, que es de izquierda a derecha, al posicionar el cursor sobre los puertos de entrada (1) aparece el tipo de dato necesario y el valor por defecto si el nodo lo tiene, en (2) se ve un nodo, en este caso el nodo crea un punto, para eso requiere tres datos numéricos, uno por cada puerto de entrada, al no colocarlos toma su valor por defecto que es cero el 0,0,0 posicionándose el punto en el origen de las coordenadas; en (3) se observa el alambre como un dos nodos y permite el paso de información, en este caso el punto creado (salida) sirve como dato de entrada para el nodo que creará un círculo con datos de entrada de centro y radio, el radio se obtiene al conectar con otro nodo que da un valor numérico. Ya creado el círculo este pasa al siguiente nodo como entrada para crear una curva de la misma forma del círculo, pero con un espaciamiento de tres unidades, en todo momento la creación de la geometría y operaciones se observa en el espacio de trabajo (4) de Dynamo.

#### 2.4.7 Nodos Personalizados o Custom Nodes

Dynamo ya viene con nodos por defecto que permiten realizar gran cantidad de tareas, los nodos personalizados permiten agrupar algoritmos para poder



reutilizarlos en diferentes proyectos, haciendo el flujo más limpio y claro, pueden ser enviados por el gestor de paquetes y compartirlos.

Los nodos personalizados se construyen anidando otros nodos, cuando se ejecuta implica que lo que está adentro del nodo se ejecute.

Los nodos personalizados visualmente se distinguen por contener nodos superpuestos como se ve en la Figura 2-19.

Para la creación del nodo personalizado se ejecuta Dynamo y se selecciona la opción de Nodos Personalizados, rellenar las propiedades del nodo personalizado según el ejemplo de la Figura 2-17, se asigna nombre, una descripción y una categoría donde se ubicará el nodo dentro de la biblioteca.

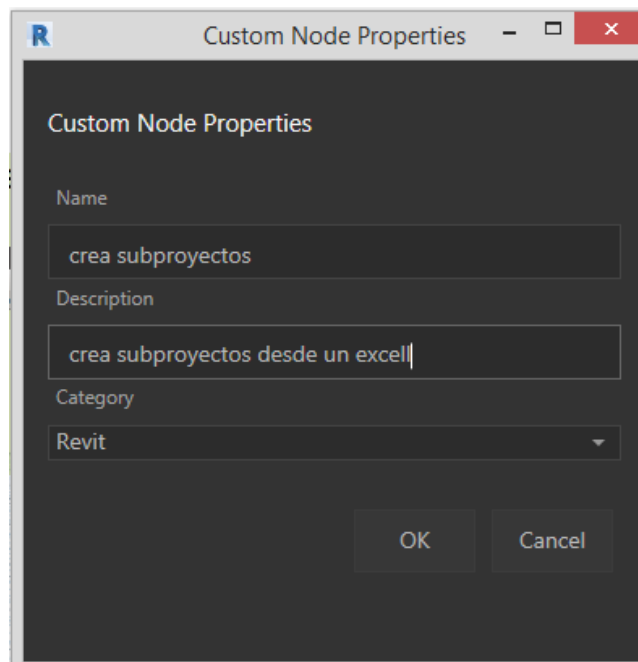


Figura 2-17: Propiedades del nodo personalizado  
(Fuente Propia)

Aparece el espacio de trabajo de Dynamo con fondo rosado lo cual indica que se está trabajando en un nodo personalizado, el flujo es el mismo, por ejemplo, en la Figura 2-18 se está creando un nodo personalizado para compactar una lista que servirá para poder crear subproyectos en Revit de manera automática ahorrando tiempo de crearlos de uno en uno. Los nodos de "Input" sirven para crear los puertos de entrada del nodo personalizado hay 2 de estos nodos como se ve en

Figura 2-19, el primero sirve para conectar la ubicación del archivo de Excel con la lista de nombres de los sub proyectos a crear, el segundo input es para poner el nombre de la hoja de Excel, se puso por defecto “Hoja1” ya que generalmente esa es la primera hoja al crear un nuevo archivo de Excel; El nodo “Output” sirve para devolver la lista ya aplanada leída del archivo Excel.

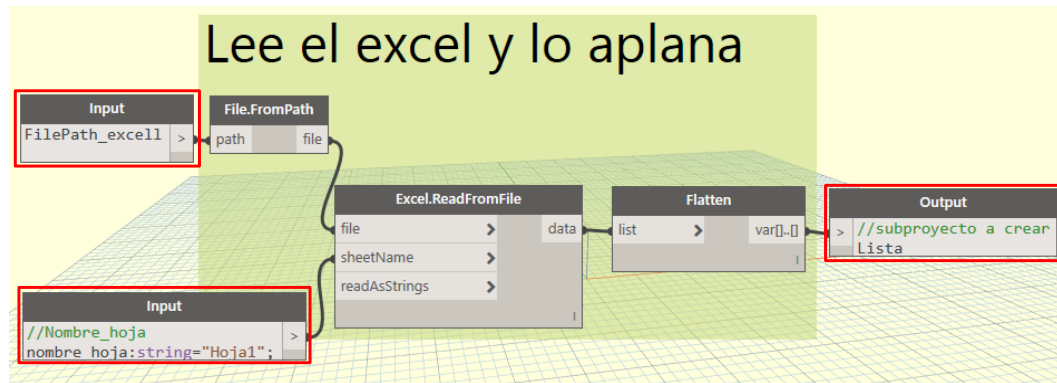


Figura 2-18: Edición de un nodo personalizado (Fuente Propia)



Figura 2-19: Flujo con nodo personalizado (Fuente Propia)

El nodo personalizado se guarda con la extensión “.dyf” (la extensión del archivo estándar de Dynamo es “.dyn”). Se cumple la función del nodo personalizado que es la de compactar y limpiar el flujo, del ejemplo anterior, se pasa de 6 nodos en la Figura 2-18 a solo 1 nodo en la Figura 2-19 aligerando el flujo total del algoritmo a solo 3 nodos.

Para que se agregue automáticamente el nodo personalizado a futuras sesiones y poder utilizarlos en múltiples proyectos, se tiene que publicar localmente

(guardarlo en el directorio de Dynamo de la computadora) el nodo para que aparezca en la biblioteca, para lograr eso, en el espacio de trabajo del nodo personalizado clic derecho y se selecciona “Publicar este nodo personalizado”, se rellenó la ventana similar a la Figura 2-20.

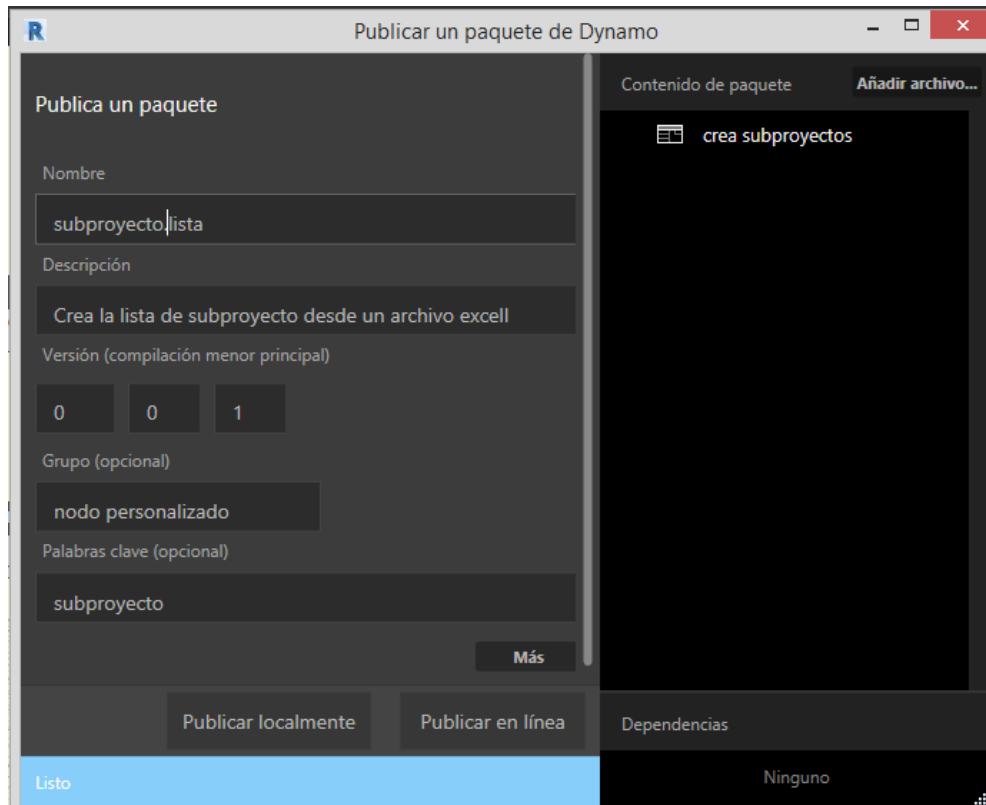


Figura 2-20: Ejemplo de publicar un nodo personalizado  
(Fuente Propia)

Clic en “Publicar localmente”, y seleccionar del navegador de proyectos la carpeta donde se desea almacenar los nodos personalizados, el nodo ya se ha publicado localmente y permanecerá en la biblioteca de Dynamo cada vez que se cargue el programa.

#### 2.4.8 Paquetes o Packages

Un paquete es una colección de nodos personalizados que complementan a los nodos por defectos. Estos conjuntos de herramientas son desarrollados por terceros con el fin de ampliar la funcionalidad básica de Dynamo, accesible para todos (Autodesk Dynamo Studio, 2017 pág. 345).

Un paquete se instala desde la barra de herramientas Paquetes, buscar un paquete, aparece la ventana de búsqueda de paquetes en línea donde se descargará el paquete deseado.

También se puede descargar los paquetes desde la página web [www.dynamopackages.com](http://www.dynamopackages.com).

Los paquetes más populares son

- Lunchbox, colección de geometría reutilizable y nodos de administración de datos de Revit
- Archi-lab, Conjunto de nodos prácticos de Konrad K Sobon ([www.archi-lab.net](http://www.archi-lab.net))
- Springnodes, mejora la interacción de Dynamo con Revit, repositorio: <https://github.com/dimven/SpringNodes>
- Clockwork, repositorio: <https://github.com/dimven/SpringNodes>

## CAPÍTULO III: CREACIÓN AUTOMÁTICA DE ELEMENTOS

### 3.1 CREACIÓN DE SUBPROYECTOS

Un subproyecto es un conjunto de elementos que guardan alguna relación entre sí dentro del modelo.

Es buena práctica realizar un proyecto mediante la colaboración, aun así, si solo una persona modela el proyecto. El flujo de colaboración es la siguiente

- Creación del modelo central
- Mantenimiento
- Copias locales con sello
- Prestatarios y propietarios
- Sub-proyectos
- Manejo de links
- Back-ups
- Actualización de archivos

Muchos de los flujos y procesos se pueden simplificar utilizando herramientas externas para su gestión como "Ideate explorer" (Ideate Software, 2017) pero son complementos de Revit que se tienen que comprar sus licencias. Dynamo es una alternativa ya que no tiene costo y ofrece múltiples alternativas de solución para que las situaciones del día a día sean más productivas.

Antes de colocar algún nodo, se debe pensar en el algoritmo de solución, a nivel conceptual Figura 3-1, así será más sencillo programar en Dynamo.

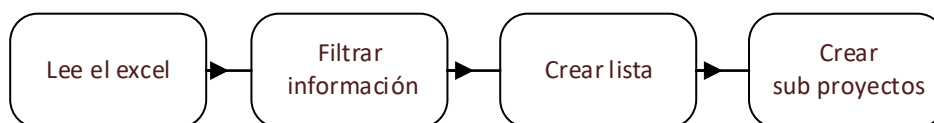


Figura 3-1: Algoritmo de creación de subproyectos  
(Fuente Propia)

El archivo Excel, luego de la coordinación con los involucrados en el proyecto se tiene los siguientes subproyectos en la Tabla 3-1 que se aplicó.

Tabla 3-1  
Planteamiento de Sub proyectos

Sub proyectos	
1	A-Envolvente
2	A-Interior
3	A-Entorno
4	A-Mobiliario
5	A-Estructura concreto
6	A-Estructura metálica
7	A-Estructura especialidades
8	Z-Links_dwg
9	Z-Links_rvt

Crear estos proyectos de manera ordinaria es un trabajo repetitivo, si bien no complejo, pero consume tiempo. Con Dynamo se crean de manera automática y se puede aplicar a varios proyectos.

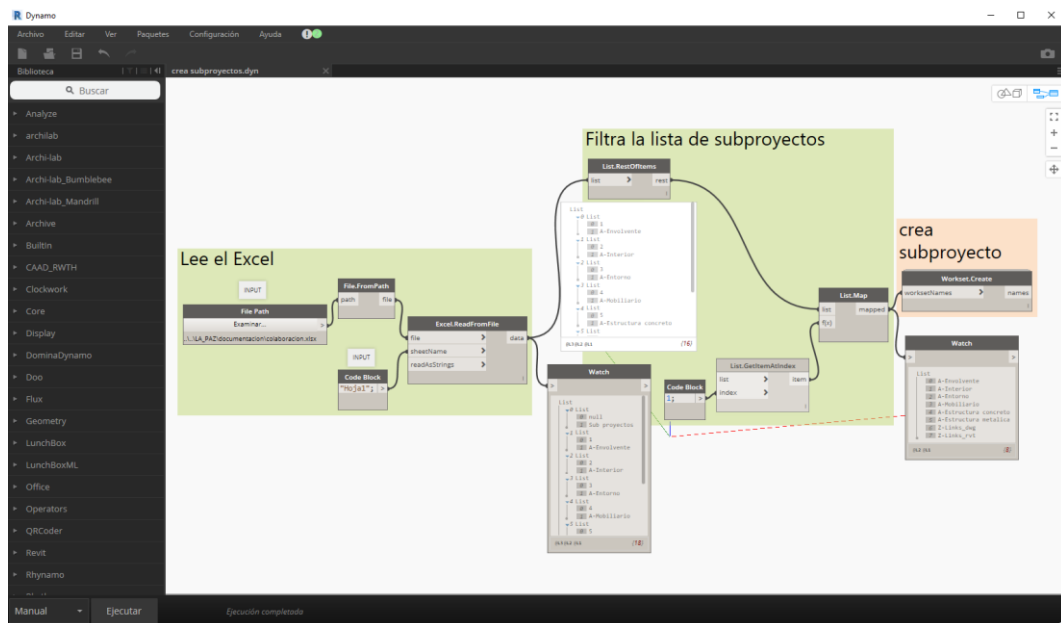


Figura 3-2: Grupo de nodo para creación de subproyectos  
(Anexo A)  
(Fuente Propia)

La Figura 3-2, muestra el flujo de nodos para la creación de subproyectos de forma automática a continuación se describe los nodos utilizados en Dynamo:

- **File Path:** permite al usuario seleccionar un archivo desde su computadora.

- **File.FromPath:** crea un objeto de archivo desde una ruta de archivo de entrada.
- **Code Block:** es un nodo universal y puede ser útil en todas las definiciones. Con este nodo, podemos personalizar completamente la funcionalidad y experiencia de Dynamo mediante la codificación directamente en el gráfico.
- **Excel.ReadFromFile:** Lee los datos de una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Los datos se leen por fila y se devuelven en una serie de listas por fila.
- **List.RestOfItems:** elimina el primer elemento de una lista y devuelve los elementos restantes en una nueva lista.
- **Watch:** Visualice la salida del nodo
- **List.GetItemAtIndex:** Devuelve un elemento de la lista dada que se encuentra en el índice especificado.
- **List.Map:** Aplica una función sobre todos los elementos de una lista, generando una nueva lista a partir de los resultados.
- **Workset.Create:** Crea subproyectos a partir de una lista, pertenece al paquete Rhythm.
- **Paquete utilizado Rhythm:** autor John Pierson. Paquete personalizado que se utilizó, descargado de “<https://dynamopackages.com>”

### 3.2 CREACIÓN DE VISTAS 3D PARA CADA SUBPROYECTO

Una vez colocado cada elemento en su respectivo subproyecto, se genera una vista 3D para cada subproyecto. Con el proceso tradicional se tendría que duplicar una vista 3D existente, cambiar de nombre, acceder a la herramienta modificaciones de visibilidad, ir al campo de subproyectos, seleccionar todos los subproyectos excepto el que se quiere visualizar y modificar el parámetro de visibilidad a **Ocultar**, por último, cambiar ese mismo parámetro del subproyecto deseado a **Mostrar**. Se debe realizar esta misma secuencia para cada subproyecto volviendo largo el procedimiento. Con Dynamo se hace automáticamente, con un algoritmo sencillo como se aprecia en la Figura 3-3.

La Figura 3-4, muestra las vistas 3D creadas automáticamente, en la vista A-Modelo se puede apreciar los elementos que aún no tienen subproyectos, sirve también como un control en el modelado.

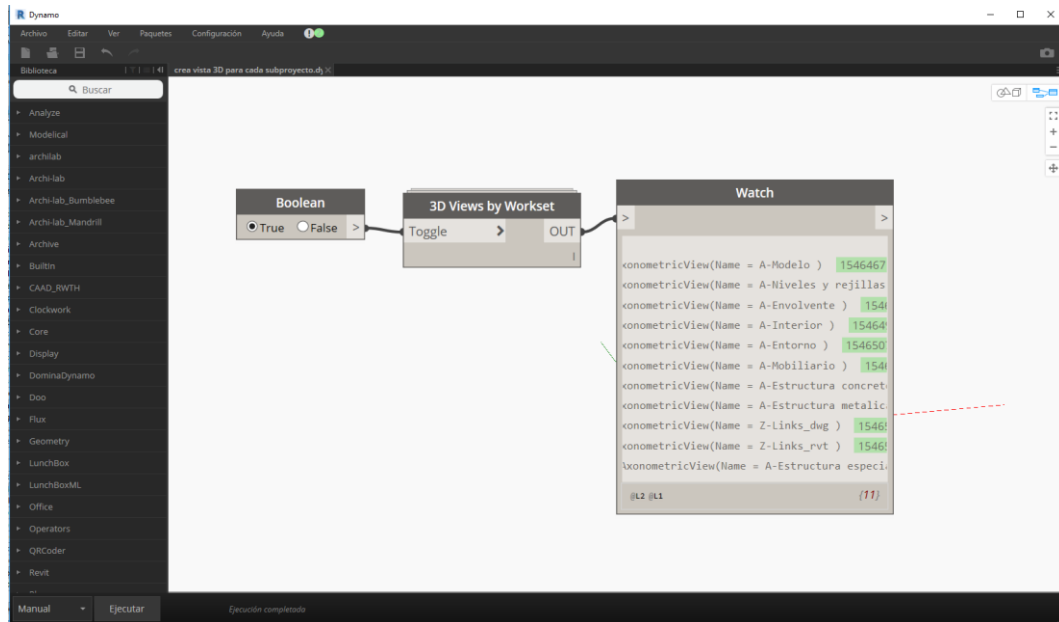


Figura 3-3: Grupo de nodos para creación de vistas 3D de los subproyectos  
(Anexo B)  
(Fuente Propia)

- **Boolean**, activa el nodo **3D Views by Workset**, como se aprecia es un nodo personalizado que se encuentra en el paquete **Modelical** que permite la creación de vistas 3D de los subproyectos.
- **Paquete utilizado Modelical:** autor Frantxo Tabanera.

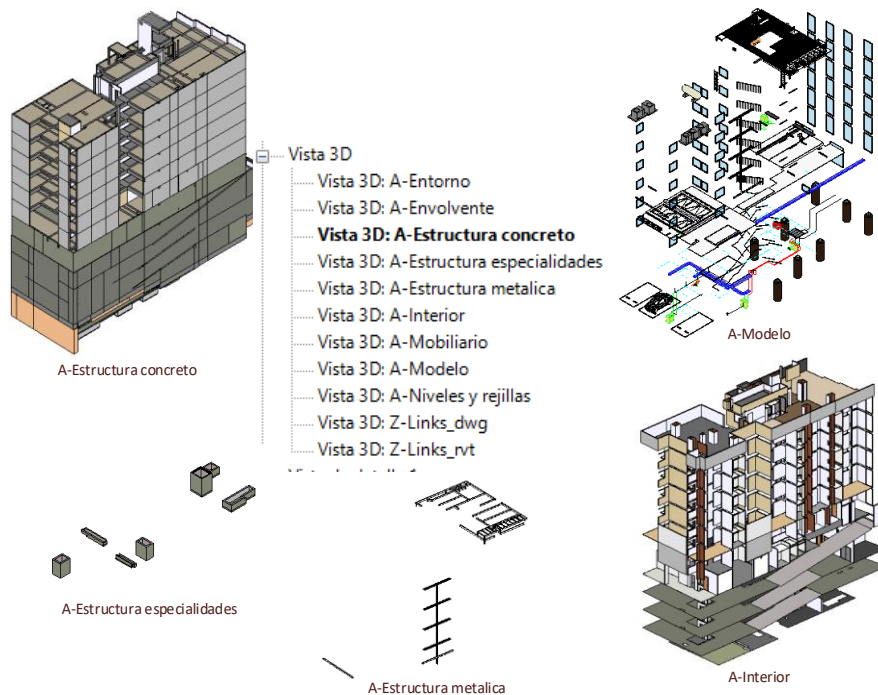


Figura 3-4: Vistas 3D de cada subproyecto  
(Anexo C)  
(Fuente Propia)



### 3.3 CREACIÓN DE PARÁMETROS DE PROYECTO

Se puede crear con Dynamo parámetros tanto de proyectos como compartidos, la Tabla 3-1 enumera los parámetros de proyecto que se van a agregar, así como las categorías que lo tendrán, se lleva un control de estos para evitar que se repitan los parámetros y traerlos al proyecto con Dynamo. Estos parámetros permitirán sobre todo llevar un control en campo y resultarán útiles para los reportes de avance de obra. Los parámetros de la categoría Vista son para organizar con mayor orden el navegador de proyectos.

Tabla 3-2  
Parámetros según categorías planteados

CATEGORIAS DE REVIT	PARAMETROS INCORPORADOS						
<b>Cimentación estructural</b>	tipo_metrado	sector	protocolo	semana_proyecto	semana_real	NC	coment
<b>Pilares estructurales</b>	tipo_metrado	sector	protocolo	semana_proyecto	semana_real	NC	coment
<b>Armazón estructural</b>	tipo_metrado	sector	protocolo	semana_proyecto	semana_real	NC	coment
<b>Suelos</b>	tipo_metrado	sector	protocolo	semana_proyecto	semana_real	NC	coment
<b>Muros</b>	tipo_metrado	sector	protocolo	semana_proyecto	semana_real	NC	coment
<b>Escaleras</b>	tipo_metrado	sector	protocolo	semana_proyecto	semana_real	NC	coment
<b>Suelos – Bordes de losa</b>	tipo_metrado	sector	protocolo	semana_proyecto	semana_real	NC	coment
<b>Techos</b>	tipo_metrado	sector	protocolo	semana_proyecto	semana_real	NC	coment
<b>Vistas</b>	TIPO DE VISTA	VISTA GRUPO	VISTA SUBGRUPO				

La Figura 3-5 muestra el algoritmo a nivel conceptual, así será más sencillo programar y en la Figura 3-6 se ve la secuencia en Dynamo.

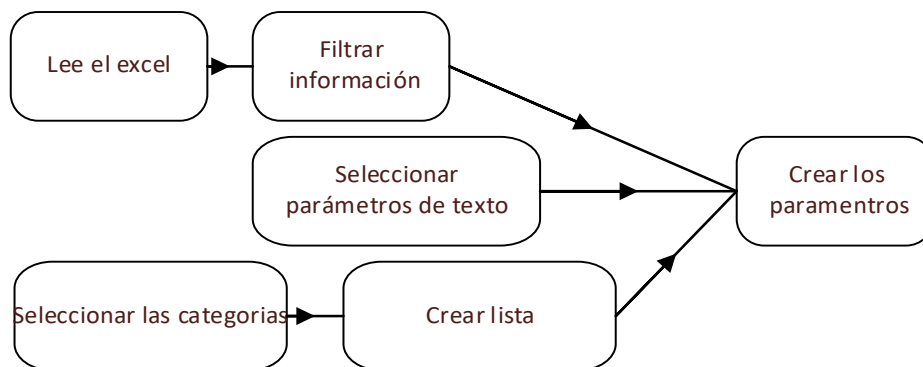


Figura 3-5: Algoritmo de creación de parámetros  
(Fuente Propia)

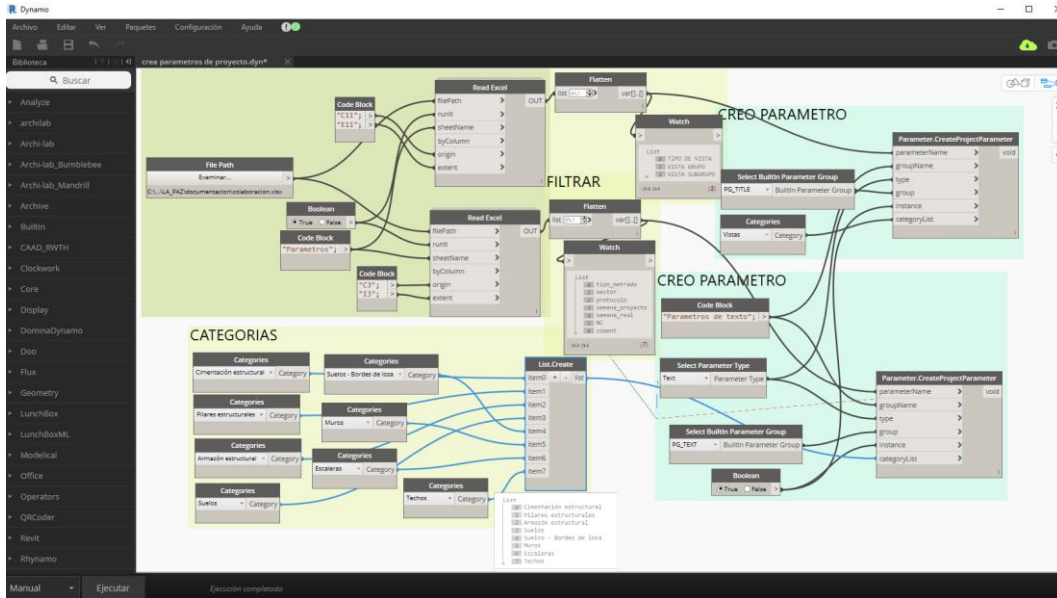


Figura 3-6: Grupo de nodos para creación automática de parámetros de proyectos.  
(Anexo D)  
(Fuente Propia)

A continuación, se describe los nodos utilizados en Dynamo:

- El grupo “leer Excel” a través de **Read Excel**, permite la lectura de los datos, tiene como puestos de entrada: un **File Path**, que es la ubicación del archivo Excel donde se encuentra la Tabla 3-2; **runit**, al que se le enlaza un **Boolean**, si está en True, permite la lectura del Excel; **sheet name**, es un string con el nombre de la hoja donde se encuentra la tabla dentro del Excel; **byColumn**, su valor por defecto es False, significa que la lectura de datos será mediante las filas; **origin**, es la celda donde comenzará la lectura de los datos; **extend**, es la última celda, límite de la lectura de datos.
- El grupo “filtrar” a través de **Flatten**, aplanar la lista hasta tener una lista que contenga los nombres de los parámetros leídos desde el Excel, el aplanamiento no es total debido a que se utilizó el nivel relativo @L1 del nodo, el resultado se aprecia en el nodo **Watch**.
- El grupo “creo parámetro” utiliza a **Parameter.CreateProjectParameter**, el cual es el que permite la creación de los parámetros de proyecto, requiere como puertos de entrada: **parameterName**, son los datos obtenidos y filtrados del archivo Excel; **groupName**, sirve para organizar los datos cuando se trabajan con parámetros compartidos; **type**, es el tipo de parámetro que van a ser creados, se selecciona con el nodo **Select**

**Parameter Type**, el tipo texto; **group**, es el grupo de datos donde se va a encontrar la información organizada, se selecciona con el nodo **Select Built Parameter Group**; con **instance** en True significa que los parámetros van a ser de ejemplar, finalmente **categoryList** son las categorías a las cuales les van afectar los parámetros, si son más de una estos se ingresan mediante un **List.Create**.

- **Paquete utilizado Archi-lab\_Bumblebee:** autor Konrad K. Sobon. Paquete personalizado que se utilizó, descargado de “<https://dynamopackages.com>”

La Figura 3-7, se muestra los parámetros creados en el proyecto, al seleccionar un muro, por ejemplo, se ve que están colocas en el grupo Texto tal como se indicó.

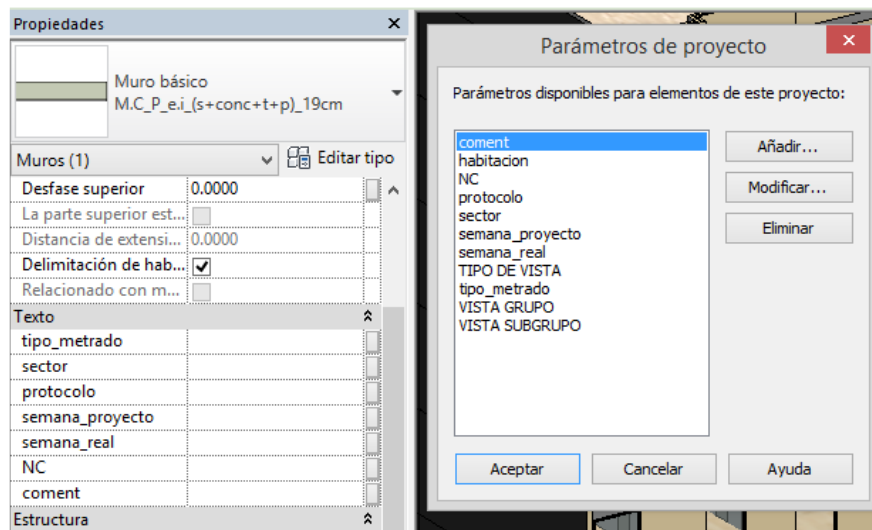


Figura 3-7: vista de parámetros de proyecto  
(Fuente Propia)

### 3.4 MODELADO DE PISOS A TRAVÉS DE HABITACIONES

Una habitación es una subdivisión del espacio del modelo limitado por muros, contenedoras de gran cantidad de información, Revit utiliza esta información para calcular el área, perímetro y el volumen. Dynamo permite ir más lejos, se puede extraer el contorno de las habitaciones y aprovecharla para el modelado de pisos arquitectónicos (creación de pisos acabados como el contrapiso, enchapes, laminados, entre otros acabados) dentro de estas automáticamente, incluso se puede utilizar el parámetro de ejemplar “Acabado del suelo” para agregar el tipo de suelo, también automáticamente y usarla como referente al crear el suelo”,

agilizando enormemente el modelado al ya no dibujar las líneas manualmente; la Figura 3-8 muestra la planta típica del hotel evidenciándose 25 habitaciones distribuidas según la Tabla 3-3, dibujarla con la herramienta convencional “Suelos” o pisos de Revit significa utilizarla 25 veces, proceso repetitivo que en proyectos grandes demora su creación, se va simplificar este proceso con Dynamo.

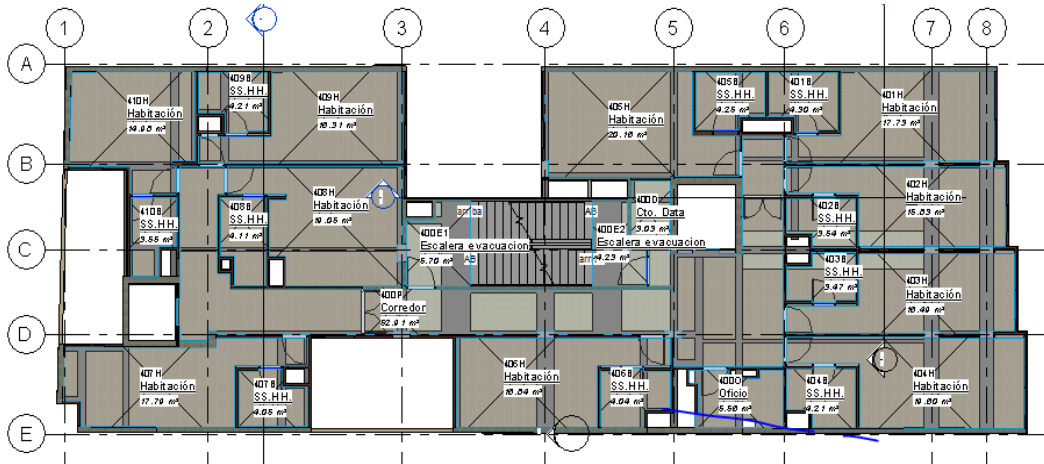


Figura 3-8: planta típica con habitaciones  
(Fuente Propia)

Tabla 3-3  
Nombre vs cantidad de habitaciones planta típica

PLANTA TIPICA	NÚMERO HABITACIONES
Habitación	10
SS.HH.	10
Cto. Data	1
Escalera evacuación	2
Oficio	1
Corredor	1
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>

La Figura 3-9 muestra el algoritmo a nivel conceptual y la Figura 3-10, el código en Dynamo.

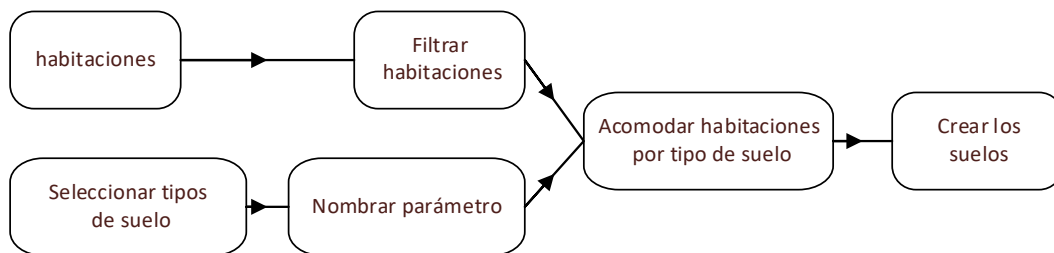


Figura 3-9: Algoritmo de creación de suelo a través de habitaciones  
(Fuente Propia)

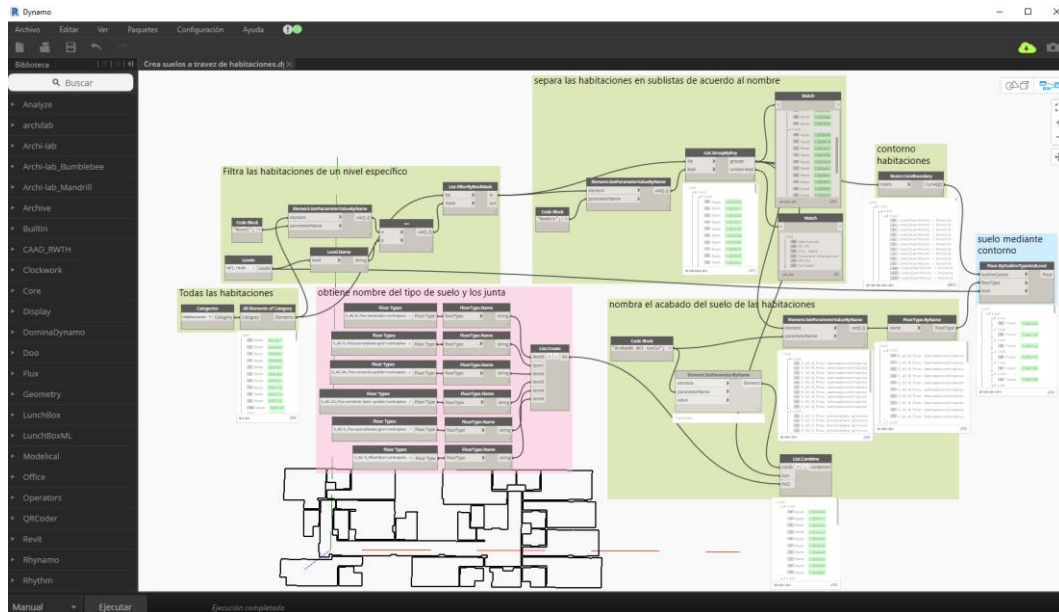


Figura 3-10: Grupo de nodo para creación automática de pisos a través de habitaciones (Anexo E)  
(Fuente Propia)

A continuación, se describe los nodos utilizados en Dynamo:

- El grupo “todas las habitaciones” llama a la categoría habitaciones y obtiene todas las habitaciones del documento con el nodo **All Elements of Category**.
- El grupo “filtra las habitaciones de un nivel específico” extrae el parámetro “Nivel” de las habitaciones, a su vez se selecciona el nivel +8.84, se transforma en una cadena (string), para poder comparar con el parámetro “nivel” de las habitaciones, mediante el nodo **==** y **List.FilterByBoolMask**, permitiendo quedarse con las habitaciones de un nivel deseado (25 habitaciones en el nivel +8.84).
- El grupo “separa habitaciones en sub-listas de acuerdo al nombre”, extrae el nombre de las habitaciones filtradas con el nodo **Element.GetParameterValueByName**, se va a separar estas habitaciones de acuerdo a su nombre con **List.GroupByKey**, obteniendo dos puertos de salida: **groups**, están las 25 habitaciones agrupadas 6 listas como señala el puerto **unique keys**, en ese orden.
- El grupo “contorno habitaciones”, utiliza el nodo **Room.CoreBoundary**, para extraer las líneas que delimitan las habitaciones, el límite que se toma es el núcleo de los muros de las habitaciones, por lo que se tiene que tener

cuidado al crear los tipos de muros, ver que materiales están dentro y fuera del núcleo, tener presente también el sistema constructivo de estos; también hay otros nodos que sacan el contorno de las habitaciones con las caras acabadas del muro o con los ejes. Estas líneas también se aprecian en el espacio de trabajo de Dynamo como se ve en la Figura 3-10.

- El grupo “obtiene nombre del tipo de suelo y los junta”, mediante el nodo **Floor Types** se selecciona el tipo de suelo deseado para cada habitación de acuerdo a la lista generada del puerto de salida **unique keys** del nodo **List.GroupByKey**, se convierte a string estos tipos y se juntan en una lista con **List.Create**.
- El grupo “nombra el acabado del suelo de las habitaciones” con el nodo **List.Combina**, coge las habitaciones ya ordenadas según su nombre y rellena su parámetro de ejemplar “Acabado del suelo” con la lista creada, que contiene el nombre de los tipos de suelo. El nodo **FloorType.ByName** coge este parámetro de las habitaciones y obtiene el tipo de suelo de cada una.
- Finalmente, **Floor.ByOutlineTypeAndLevel** coge el contorno de las habitaciones, el tipo de muros y el nivel, para crear el suelo de forma automática, el resultado se ve en la Figura 3-11.

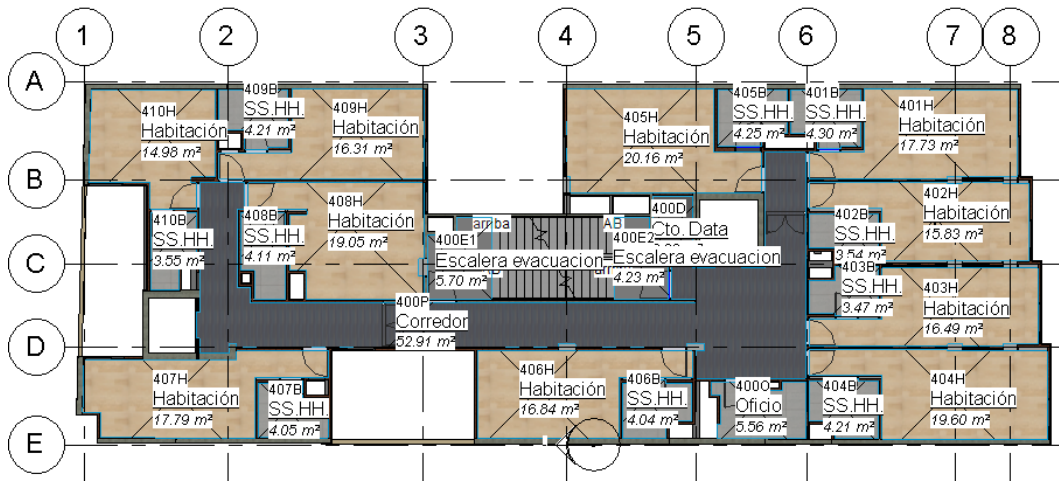


Figura 3-11: Creación de suelo arquitectónico de planta típica del nivel +8.84  
(Fuente Propia)

### 3.5 CREACIÓN AUTOMÁTICA DE ELEMENTOS DE AUTOCAD A REVIT

La utilización del CAD (Computer-Aided Design) en la industria de la construcción, para muchos será reemplazada por softwares que utilicen la metodología BIM (representación digital de elementos constructivos reales con información).

En la actualidad, los países y empresas “*pioneros de la metodología BIM*”, aún siguen utilizando el CAD, por lo que da entender que no será reemplazada totalmente y la adopción del BIM será progresivo por niveles como se ve en la Figura 1-1.

En nuestro medio, hay empresas que ya vienen trabajando con CAD varios años, por consiguiente, han desarrollado sus propios métodos y protocolos; muchas de ellas intervienen en la construcción de manera limitada y periódica (intervienen como subcontratistas y especialistas en la ejecución de determinadas etapas del proyecto) a lo que por diversos motivos (licencias, know how) no se han pasado al BIM, y utilizan AutoCAD; su información desarrollada en sí ya está bien trabajada y detallada, entonces se puede utilizar esa información para modelar directamente algunos elementos a través de Dynamo a Revit. Por consiguiente, para colocar elementos a Revit ya no se tendrían que importar o vincular planos CAD y recién modelar el elemento. Se deja los calcos referenciales (utilización de planos 2D que sirven de plantilla para modelar), lo que simplifica el modelo y se obvian varios errores humanos de modelado.

La Figura 3-12, muestra el plano CAD entregado por el proyectista de FCR e iluminación, se observa la ubicación exacta de todas las luminarias. Para actualizar el modelo 3D y verificar si hay interferencias se ha automatizado el modelado de estos elementos a través de Dynamo. Para ello se debe verificar que los elementos dibujados en CAD sean bloques (comparten información como su nombre)

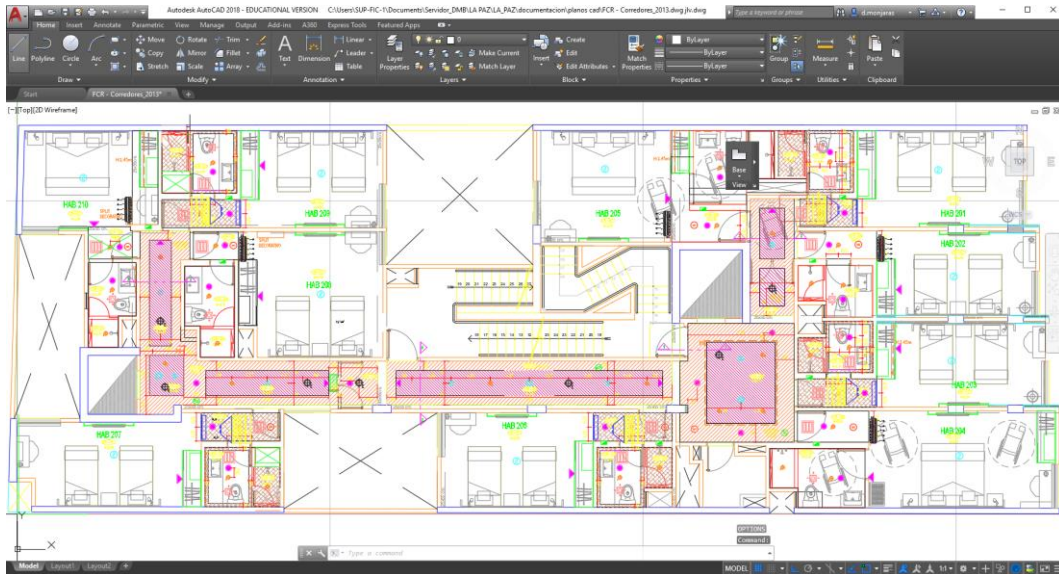


Figura 3-12: Plano CAD piso típico enviado por el proyectista encargado de FCR e iluminación (Fuente Propia)

La Figura 3-13, muestra dos formas en las que se dibujaron las luminarias en AutoCAD:

- Izquierda, mediante bloques, en sus propiedades tienen un campo con información común, útil para poder filtrar la información.
- Derecha, mediante líneas y círculos, no es posible aprovechar la información.

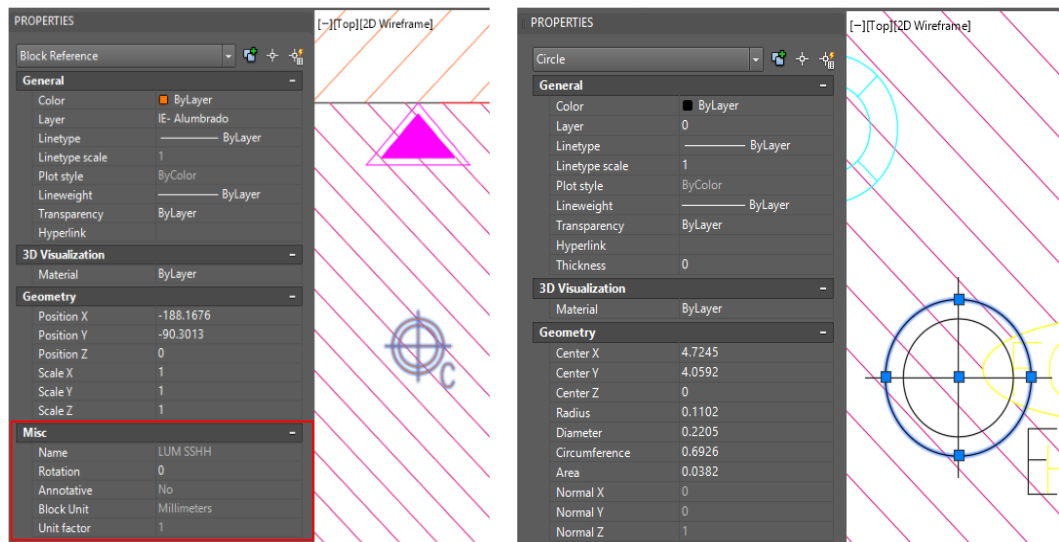


Figura 3-13: formas de dibujar en AutoCAD las luminarias (Fuente Propia)



LEYENDA	SIMB	NOMBRE
LUMINARIAS LED RECESADAS ENTRADA		LUM SS.HH
LUMINARIA CON PARLANTE Y LUZ ESTROBOSCOPICA		Parlante + Luz E
LUMINARIAS LED RECESADAS BAÑO HERMETICAS		Empotrado recesado
LUMINARIAS LED RECESADAS CORREDOR		LUM CORREDOR
UNIDAD DE ILUMINACION CON KIT INTEGRADO, BATERIA DE MERGENCIA		

Figura 3-14: Nombre del bloque de las luminarias  
(Fuente Propia)

La Figura 3-14, muestra el nombre de los bloques de las luminarias presentes en los falsos cielos de los pisos típicos, se observa que la última no tiene nombre (ya que en AutoCAD no ha sido dibujado como bloque sino con líneas), por lo que no será posible sacar su información, por ende, no se puede modelar directamente a través de Dynamo.

Una vez referenciado las coordenadas del plano CAD con el modelo de Revit, se utiliza el comando “DATAEXTRACTION” para sacar la información de AutoCAD a través de un archivo con extensión “.dxe”, en la que se selecciona los objetos y que información de ellos extraer, se seleccionó sus coordenadas “X” , “Y” y se exporta esa información en formato “.xls” como se ve en la Figura 3-15.

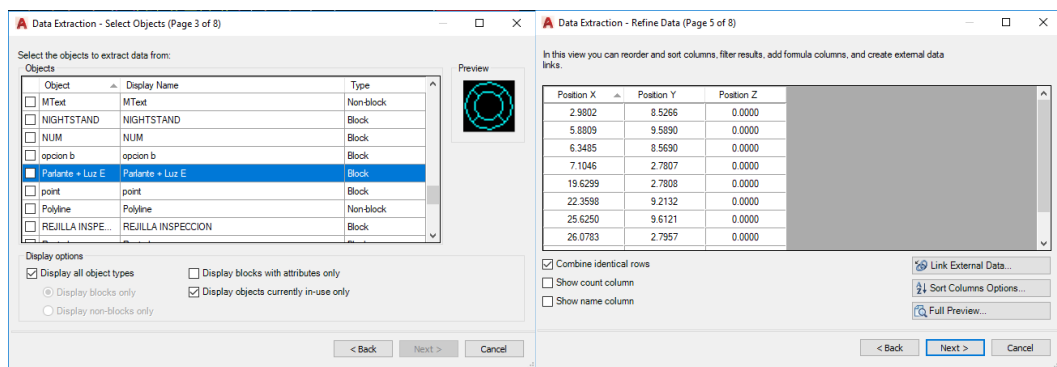


Figura 3-15: Exportación de información de CAD mediante DATAEXTRACTION  
(Fuente Propia)

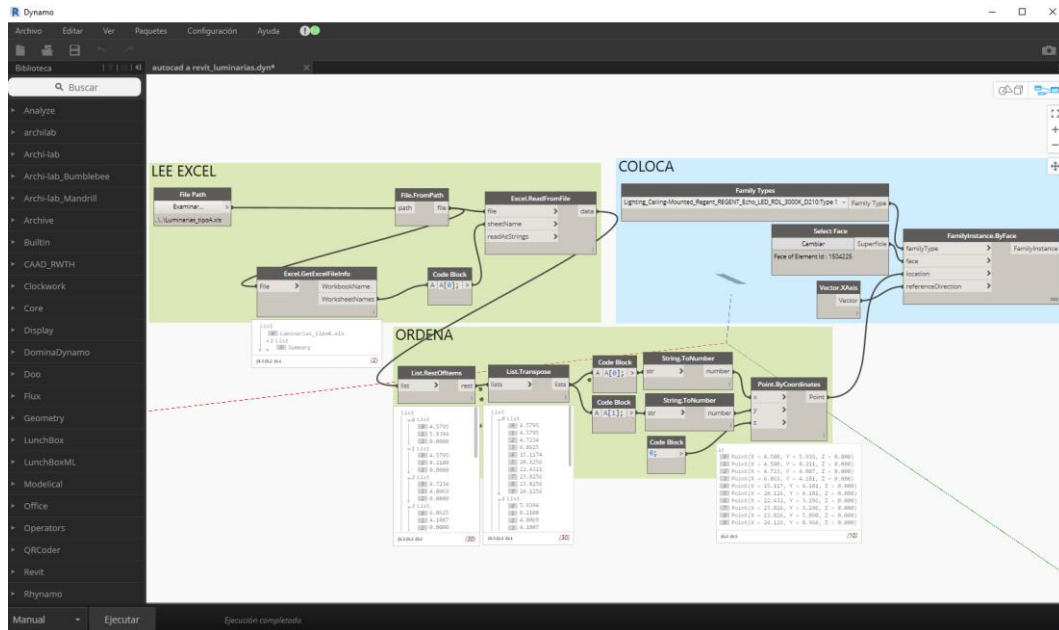


Figura 3-16: Grupo de nodo para creación de elementos en Revit utilizando información de AutoCAD (Anexo F). (Fuente Propia)

La Figura 3-16, muestra el flujo de nodos para el modelado de elementos en Revit utilizando la información de AutoCAD a través de Dynamo:

- El grupo “Lee Excel” a través de **Excel.ReadFromFile**, permite la lectura del archivo .xls exportado de AutoCAD en Dynamo.
- El grupo “Ordena” acomoda la información de acuerdo con las exigencias del nodo, para este caso se ordenó la información para crear coordenadas que indican la posición de las luminarias a modelar con el nodo **Point.ByCoordinates**.
- El grupo “Coloca”, utiliza las coordenadas creadas como puerto de entrada del nodo **FamilyInstance.ByFace**, este nodo también requiere especificar el tipo de la luminaria a colocar con **Family Types** y especificar el elemento donde van a estar referenciados con **Select Face**.

La Figura 3-17 muestra el resultado de aplicar en Revit el algoritmo de Dynamo, las luminarias se colocaron correctamente y en la ubicación exacta detallado en los planos de AutoCAD.

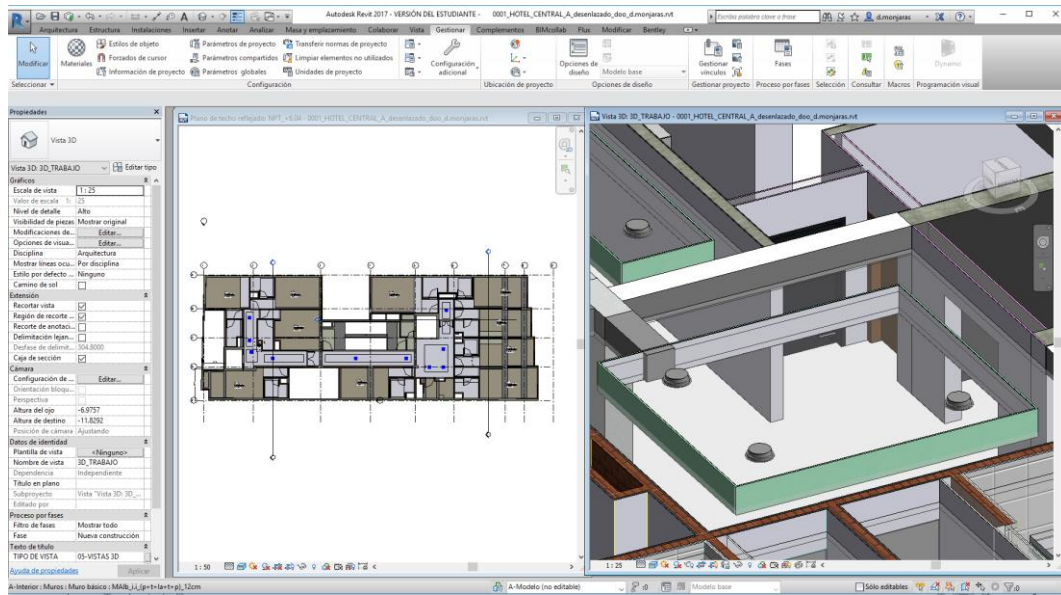


Figura 3-17: Modelado de luminarias, vista planta piso típico  
(Fuente Propia)

## CAPÍTULO IV: MODIFICACIÓN DE INFORMACIÓN DE ELEMENTOS

### 4.1 MANEJO DE ENLACES EN SUBPROYECTOS

La utilización de subproyectos da ventajas en cuanto a:

- No estar abriendo todo el proyecto a la vez
- Visualización y filtro
- Reporte de responsabilidades claras
- Rendimiento
- Sectorización
- Manejo de enlaces

En el manejo de enlaces nos encontramos con la vinculación de archivos CAD, IFC, incluso mismo Revit. También importación de archivos CAD que sirven de plantilla cuando se modela, Dynamo permite cambiar de subproyecto a estos elementos de forma automática, sin tener que hacerlos de uno en uno.

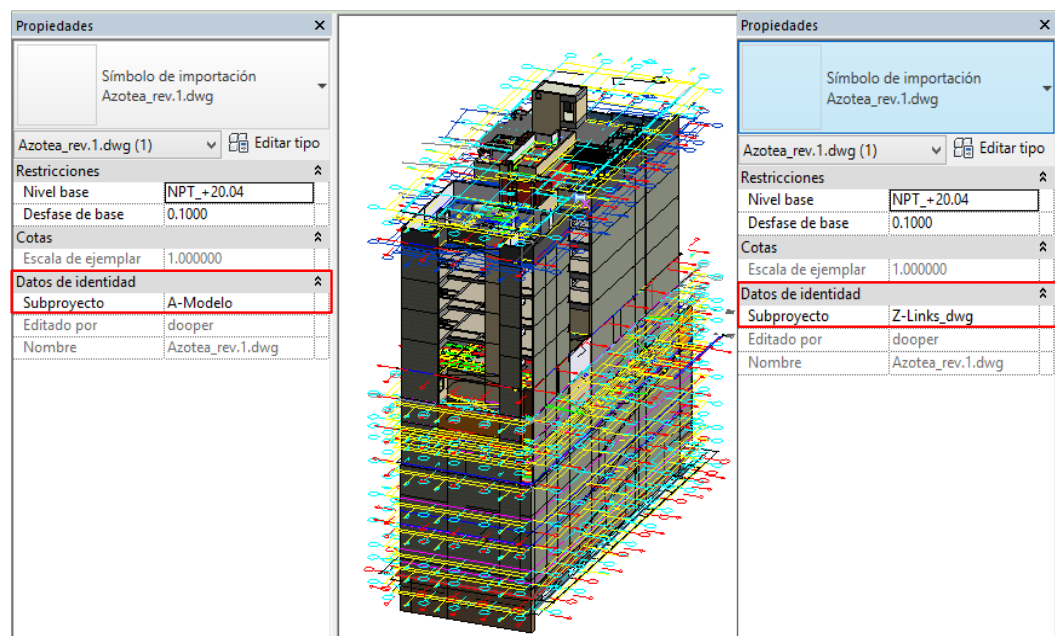


Figura 4-1: Cambio de subproyecto de los símbolos de importación  
(Fuente Propia)

La Figura 4-1, muestra el cambio de la propiedad de subproyectos de un elemento de símbolo de importación (importación CAD, también se puede hacer con los vínculos IFC y Revit). La operación es sencilla, seleccionar el elemento y cambiar las propiedades del subproyecto al nombre de Z-Links\_dwg, ahora hacerlo repetitivamente es cansado y se corre el riesgo de olvidarse alguno.

La Figura 4-2, representa el análisis conceptual del algoritmo.

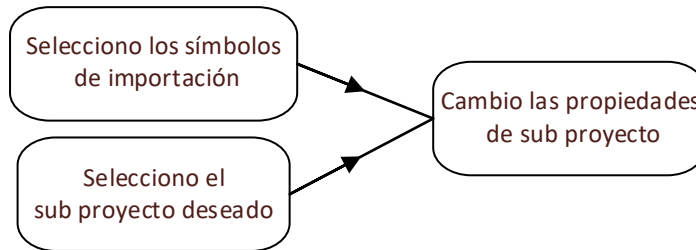


Figura 4-2: Algoritmo de cambio de subproyectos  
(Fuente Propia)

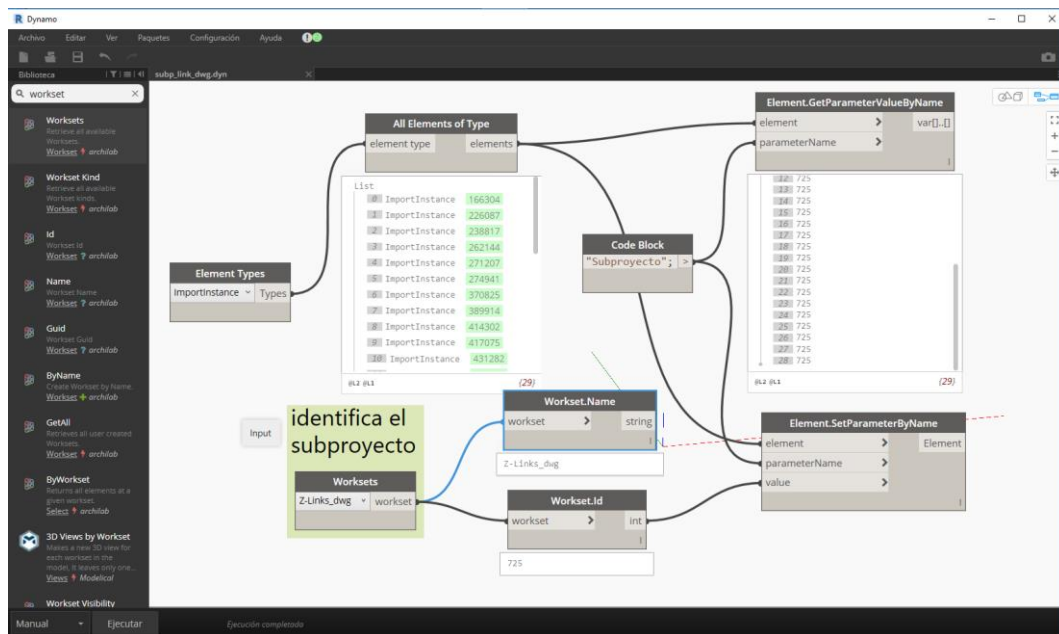


Figura 4-3: Grupo de nodo para cambio de subproyectos de símbolos de importación  
(Anexo G)  
(Fuente Propia)

La Figura 4-3, muestra el flujo de nodos para el cambio de propiedades de subproyectos de elementos de símbolos de importación de forma automática. A continuación, se describe los nodos y grupos utilizados en Dynamo:

- **Element Types:** Contiene un menú desplegable con cada tipo de elemento disponible en un documento. Se selecciona “ImportInstance (símbolos de iportación)”
- **All Elements of Type:** Todos los elementos del documento activo de un tipo dado. Se ve que hay 28 elementos.
- **Worksets:** Recupera todos los Worksets disponibles en una lista desplegable. Se selecciona “Z-Links\_dwg”
- **Workset.Name:** Devuelve el nombre del workset o subproyecto

- **Workset.Id:** Devuelve el ID del workset, número 673.
- **Element.GetParameterValueByName:** Devuelve el valor del parámetro de un elemento dado el nombre del parámetro como una cadena. El nombre del parámetro es “Subproyecto”.
- **Element.SetParameterByName:** Modifica el parámetro de un elemento de Revit dado su nombre y un valor. Como input se tendrá el parámetro “Subproyecto” y el valor deseado del ID que es 673.
- **Paquete utilizado Archi-lab.net:** autor Konrad K Sobon. Paquete personalizado que se utilizó, descargado de “https://dynamopackages.com”

## 4.2 COLOCACIÓN DE ELEMENTOS EN EL SUBPROYECTO DESEADO

La colocación de elementos en el subproyecto que le corresponde a veces no es tan directo y tan sencillo, si bien para algunos elementos se utilizan filtros de selección y listo, pero cuando se mezclan distintas categorías no es tan cómodo, también cuando se quieren filtrar distintos tipos de muros, ya sea por fines constructivos o por su cuantificación, la selección de cada tipo se envuelve tedioso y se corre el riesgo de dejar algún elemento. En la Figura 4-5 se aprecia el flujo en Dynamo de cómo cambiar automáticamente los tipos de muros correspondientes a la especialidad de estructuras, siguiendo la distinción según el presupuesto y planos del hotel, separando y llamando a los muros según las partidas del presupuesto tal como lo señala la Tabla 4-1, en la que se distinguen 3 tipos de muros principales: muros perimétricos (M.C\_PE\_) muros armados (M.C\_A\_) y placas (M.C\_P\_).

La Figura 4-4 representa el análisis conceptual del algoritmo.

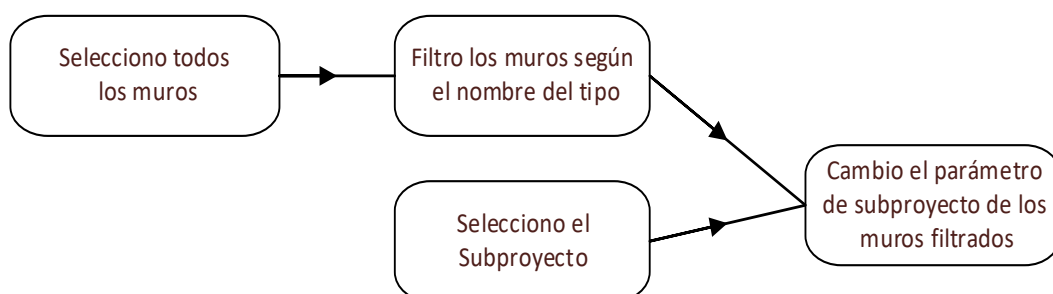


Figura 4-4: Algoritmo de cambio de subproyectos de muros  
(Fuente Propia)

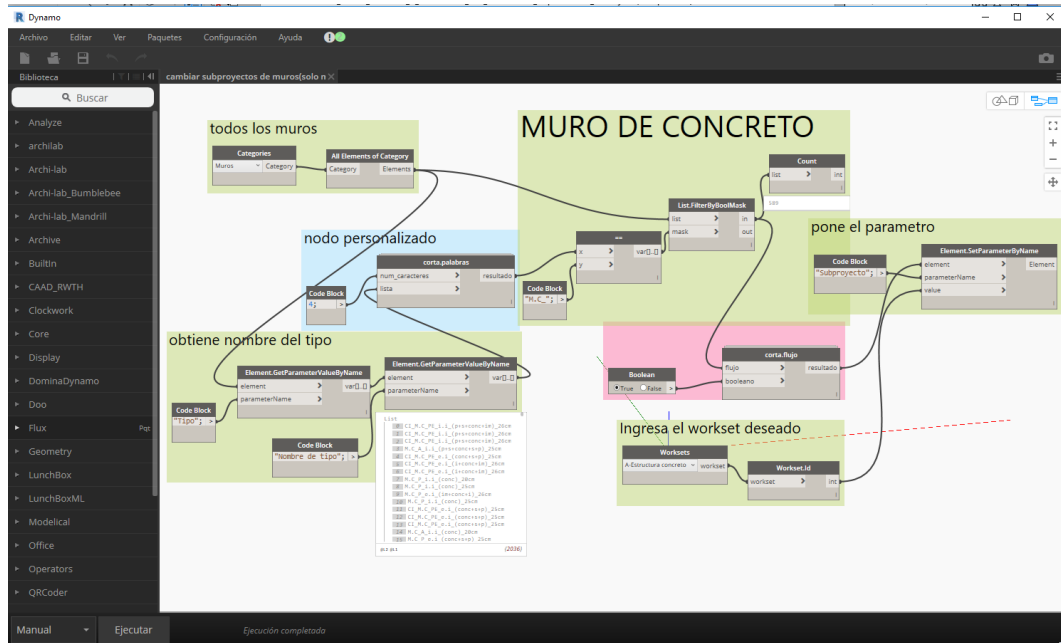


Figura 4-5: Grupo de nodo para cambio de determinados tipos de muros a un subproyecto (Anexo H) (Fuente Propia)

Tabla 4-1  
Listado de partidas de muros en el presupuesto de estructuras del Hotel

LISTADO REFERENCIAL DE PARTIDAS			Ejemplo nomenclatura	Metrado presupuesto
Item	Descripción	Und		
<b>02</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>			
<b>02.03.04</b>	<b>MUROS PERIMETRICOS</b>		<b>M.C_PE_e.i_(conc+t+p)_18cm</b>	
02.03.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA MUROS – TIPO I	m3		88.92
02.03.04.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN MUROS	m2		451.13
02.03.04.03	ACERO fy = 4,200 kg/cm2 EN MUROS	Kg		6,488.16
02.03.04.04	CURADO CON ADITIVO EN MUROS	m2		451.13
<b>02.03.05</b>	<b>MUROS ARMADOS</b>		<b>M.C_A_i.i_(conc+t+p)_18cm</b>	
02.03.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA MUROS – TIPO I.	m3		137.22
02.03.05.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN MUROS	m2		2,213.36
02.03.05.03	ACERO fy = 4,200 kg/cm2 EN MUROS	Kg		9,605.40
02.03.05.04	CURADO CON ADITIVO EN MUROS	m2		2,188.42
<b>02.03.06</b>	<b>PLACAS</b>		<b>M.C_P_e.i_(conc+t+p)_18cm</b>	
02.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA PLACAS – TIPO I.	m3		482.63
02.03.06.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN PLACAS, 1 Y 2 CARAS	m2		3,832.97
02.03.06.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 EN PLACAS	kg		46,619.56
02.03.06.04	CURADO CON ADITIVO EN PLACAS	m2		3,832.97

A continuación, se describe los nodos y grupos utilizados en Dynamo:

- El grupo “todos los muros” a través de **Element Types**, selecciona la categoría muros y con **All Elements of Type**, obtiene todos los ejemplares de muros del modelo.
- El grupo “obtiene nombres de tipo” a través del primer **Element.GetParameterValueByName**, obtiene todos los tipos de muros de cada ejemplar y con el segundo **Element.GetParameterValueByName**, obtiene el nombre del tipo de muro de cada ejemplar.
- El grupo “nodo personalizado” a través de **corta.palabras**, obtiene las primeras letras de cada nombre de tipo de muro, se obtuvieron las 4 primeras letras.
- El grupo “filtra los nodos según su código” utiliza el nodo **==**, para comparar las palabras cortadas y la de los **Code Block** para obtener una lista en la que figuran *True* si son idénticas o *False* si son distintas, se conoce como máscara booleana, compara los tipos de muros según la Tabla 4-1. Esta máscara, sirven de entrada al nodo **List.FilterByBoolMask**, para separar en 2 sub-listas los elementos de acuerdo con el valor o ubicación de la máscara booleana. Con esto se logra separar los muros según su tipo. Con el nodo **Count**, se obtiene la cantidad de ejemplares que hay en cada tipo de muro principal.
- Los elementos ya escogidos, servirán de entrada junto con la Id del subproyecto deseado **Workset.Id** para cambiar el parámetro de Subproyecto de las propiedades de los muros filtrados al deseado mediante el nodo **Element.SetParameterByName**.
- El nodo **corta.palabras**, es un nodo personalizado, la Figura 4-6 muestra el flujo de este nodo el cual consta de dos entradas (lista y num\_caracteres) y una salida (resultado). También se aprecia un nodo llamado **Python Scrip**, este nodo sirve para entrar a la programación escrita mediante el lenguaje de Python, al editar este nodo Figura 4-7, se ve el código utilizado para obtener las primeras letras de una o varias palabras mediante la utilización de listas y la sentencia iterativa “for”.



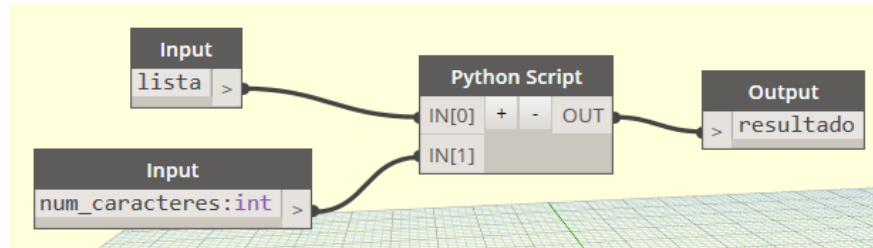


Figura 4-6: Algoritmo del Nodo personalizado corta.palabras  
(Fuente Propia)

```

1 import clr
2
3 clr.AddReference('ProtoGeometry')
4
5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import *
6
7 #Las entradas de este nodo se almacenan como lista en las variables
  IN.
8 nombre = IN[0]
9 n=IN[1]
10 cadena=[]
11 for i in nombre:
12     a=i[:n]
13     cadena.append(a)
14 cadena
15
16
17 #Asigne la salida a la variable OUT.
18 OUT = cadena
  
```

Figura 4-7: Bloque de código Python del nodo corta.palabras  
(Fuente Propia)

- El nodo **corta.flujo**, también es un nodo personalizado, sirve como interruptor del flujo de datos, al poner la entrada con un True, permite que la información siga fluyendo a los otros nodos, pero si se pone False como entrada, el nodo devuelve un null o dato nulo que corta el flujo, sirve para utilizar Dynamo y permitir hacer pruebas en el algoritmo sin que afecte a nodos importantes, la Figura 4-8 muestra el flujo de este nodo el cual consta de dos entradas (flujo y booleano) y una salida (resultado). También se aprecia un nodo llamado corta.flujo (**Python Scrip**), al editar este nodo Figura 4-9, se ve el código utilizado, el cual toma el valor booleano y lo compara con la sentencia condicional "If", si es un True, devuelve el dato de entrada y si es un False devuelve un null.

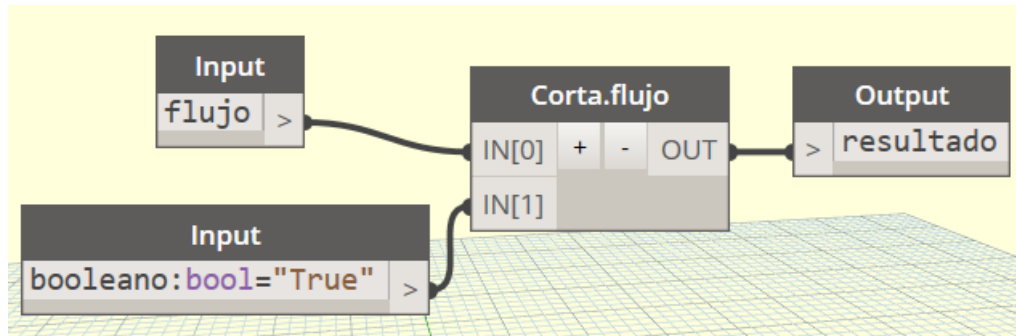


Figura 4-8: Algoritmo del Nodo personalizado corta.flujo  
(Fuente Propia)

```

1 import clr
2
3 clr.AddReference('ProtoGeometry')
4
5 from Autodesk.DesignScript.Geometry import *
6
7 #Las entradas de este nodo se almacenan como lista en
8 #las variables IN.
9
10 v = IN[1]
11 if v == True:
12     OUT = IN[0]
13 else:
14     OUT = null

```

Figura 4-9: Bloque de código Python del nodo corta.flujo  
(Fuente Propia)

La Figura 4-10, da el resultado final luego de haber corrido el algoritmo de Dynamo, automáticamente los muros filtrados han pasado al subproyecto *A-Estructura concreto*.

Lo mismo se hace con los otros elementos pertenecientes por ejemplo a la disciplina de “Estructuras”, para ello se relaciona y se complementa la EDT (estructura de descomposición del trabajo) del proyecto con la nomenclatura de los elementos en Revit, Figura 4-11, esto servirá para mejorar el control y seguimiento de las partidas.

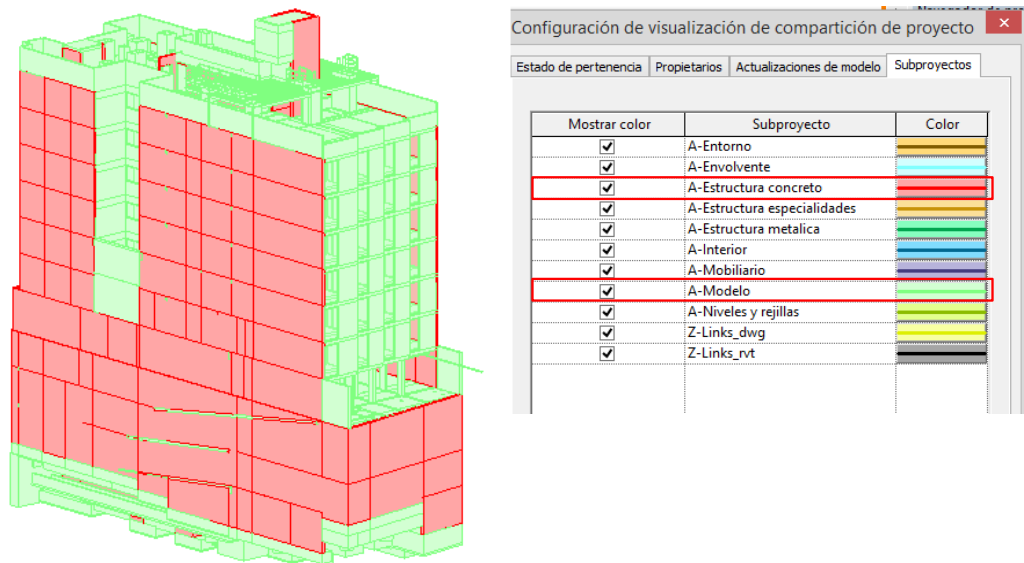


Figura 4-10: Visualización de los muros en el subproyecto A-Estructura concreto  
(Fuente Propia)

La Figura 4-11, muestra la EDT del proyecto, a la cual se le ha agregado información relacionada a como se realizará la nomenclatura de los elementos en Revit, se aprecia que el campo de Movimiento de Tierras y Calzaduras no están codificadas, esto es debido a que el modelado comenzó cuando estos trabajos ya estaban en proceso de ejecución y no fueron modelados, también a la EDT del proyecto se agregó el campo de Estructuras Especiales entendiéndose todos los elementos que no fueron presupuestados pero si deben de ejecutarse a costo de la contratista.

Igual forma al cambio automático de los muros de concreto al subproyecto *A-Estructura concreto*. Se utiliza Dynamo para pasar las demás categorías como Suelos o pisos (losas), Cimentación estructural, Pilares estructurales, Armazón estructural, al subproyecto deseado de forma automática según las necesidades del proyecto, ahorrando tiempo y esfuerzos, también el algoritmo creado puede ser utilizado en otros proyectos o modelos, lo que resulta muy útil.

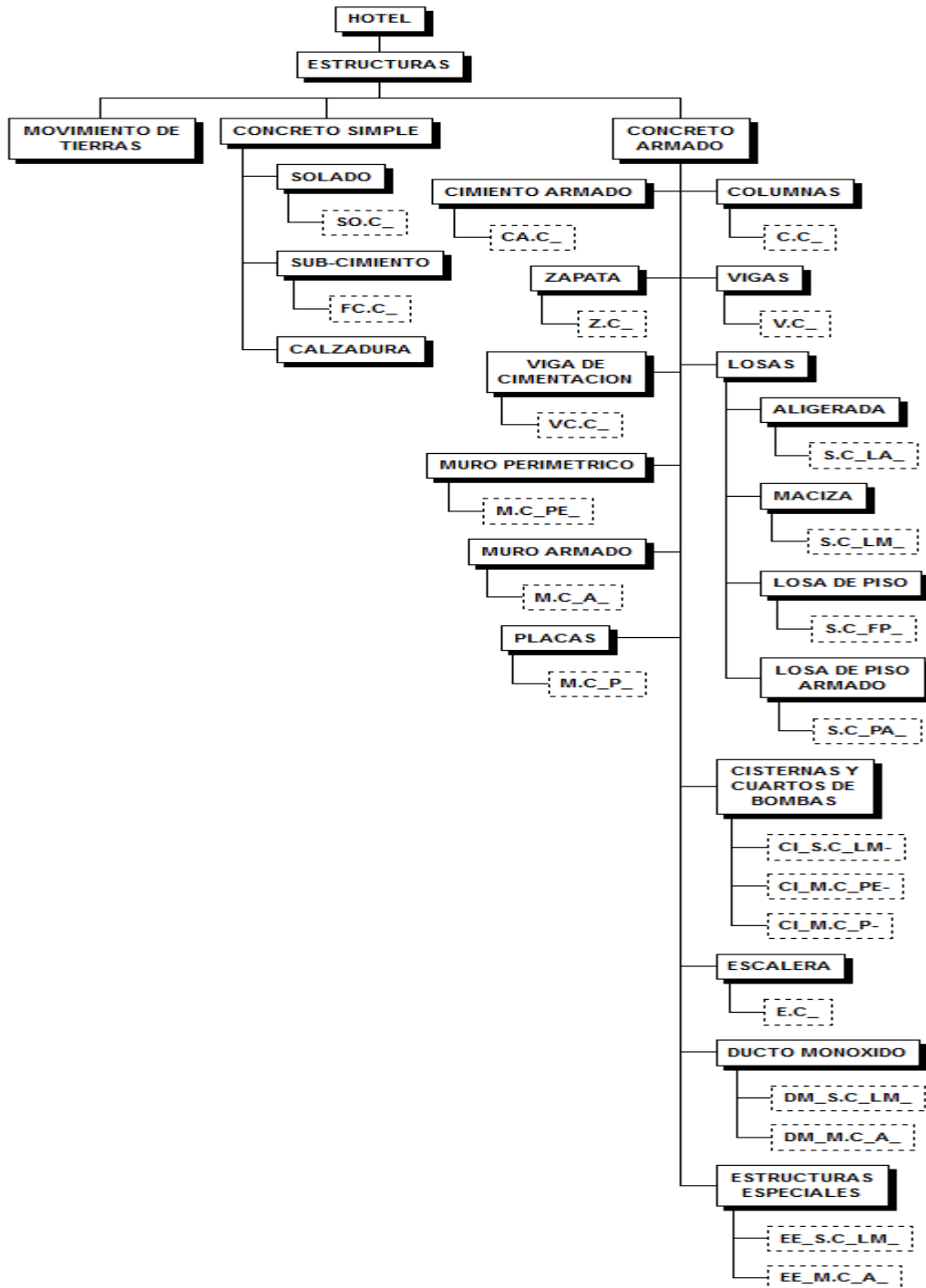


Figura 4-11: Complementación de la EDT del Proyecto especialidad de Estructura  
(Fuente Propia)

La Figura 4-12, muestra todos los elementos del modelo con su respectivo subproyecto realizado de forma automática.

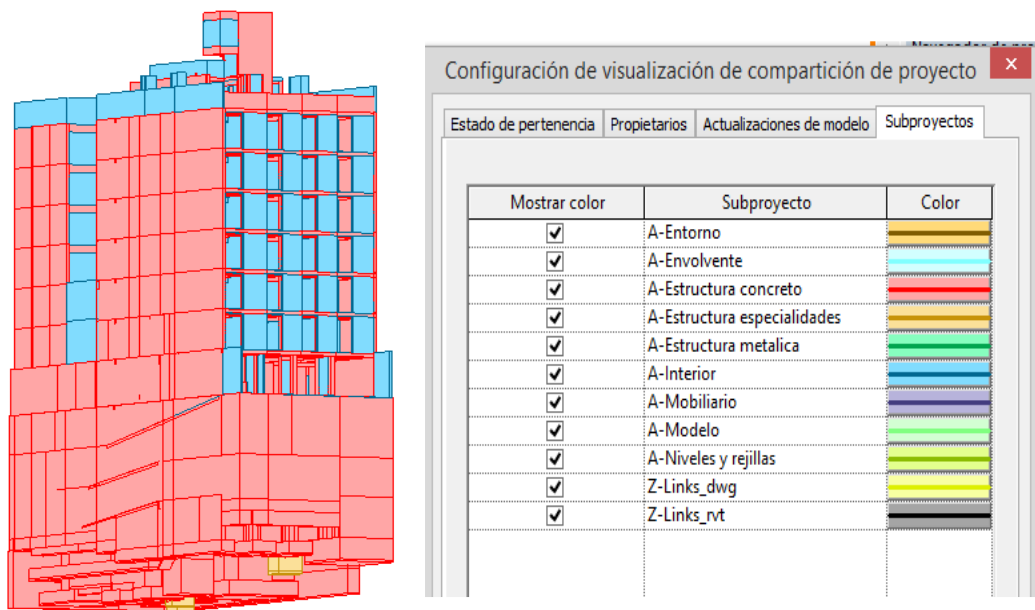


Figura 4-12: Asignación de subproyectos a los elementos  
(Fuente Propia)

### 4.3 ORGANIZACIÓN DE VISTAS EN EL NAVEGADOR

La organización de vistas del navegador de proyectos que tiene Revit con su plantilla por defecto, generalmente no es la óptima para trabajar, se utilizaron los parámetros de proyectos creados según la Tabla 3-2, de la categoría vista para organizar el navegador como se observa en la Figura 4-13; se creó una nueva organización de vistas (DIEGO) en la cual se está agrupando las vistas de forma jerárquica comenzando por VISTA GRUPO, parámetro de ejemplar que distingue si la vista se va a utilizar para trabajar en el modelo (Vista de trabajo) o para su incorporación en un plano e impresión (Presentación); VISTA SUBGRUPO, parámetro de ejemplar que muestra quien es el responsable de trabajar con la vista seleccionada; TIPO DE VISTA, renombramiento de las vistas de acuerdo a su tipo según la Tabla 4-2; y DISCIPLINA.

Se va a utilizar Dynamo para renombrar los tipos de vistas y cambiar el parámetro VISTA GRUPO automáticamente según su uso (vista de trabajo o presentación).

Tabla 4-2

Listado de tipo de vista

TIPO DE VISTA	
<b>REVIT</b>	<b>PROYECTO HOTEL</b>
FloorPlan	01-PLANTAS
CeilingPlan	02-TECHOS
Elevation	03-ALZADOS
Section	04-SECCIONES
ThreeD	05-VISTAS 3D
DraftingView	06-VISTAS DE DISEÑO

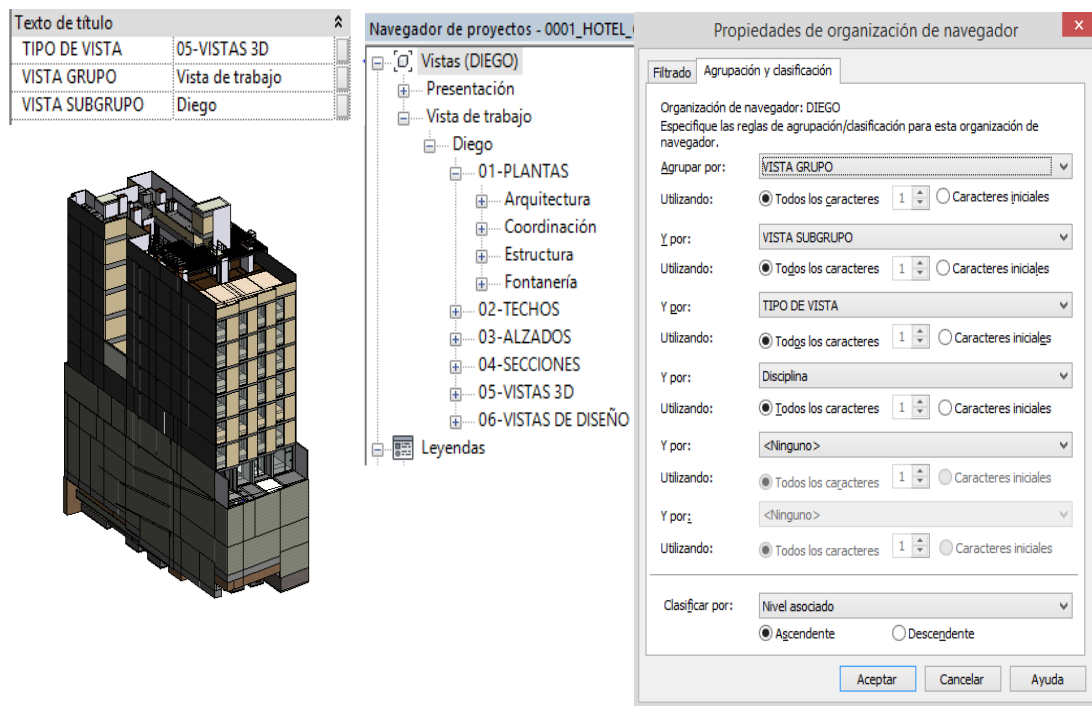


Figura 4-13: Vista del navegador de proyectos  
(Fuente Propia)

El análisis conceptual del algoritmo se observa en la Figura 4-14, la clave está en utilizar la información que brinda Revit en el parámetro de ejemplar “Número de plano”, la cual solo las vistas que están en un plano lo tienen relleno; esto servirá para filtrar las vistas. El desarrollo en Dynamo se aprecia en la Figura 4-14Figura 4-15.

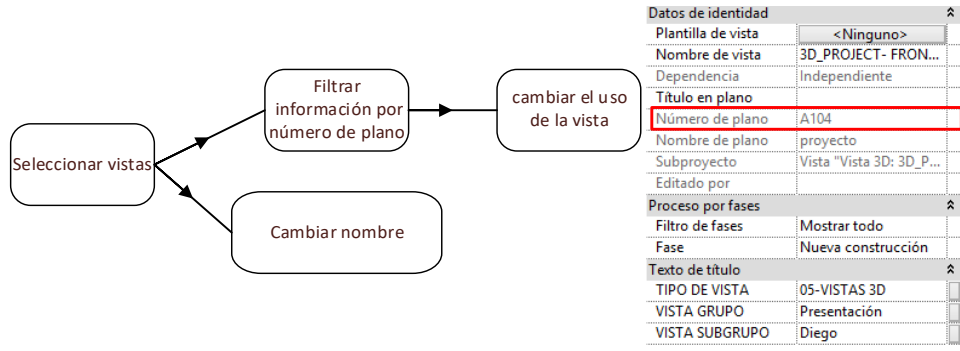


Figura 4-14: Algoritmo de cambio parámetro de vistas  
(Fuente Propia)

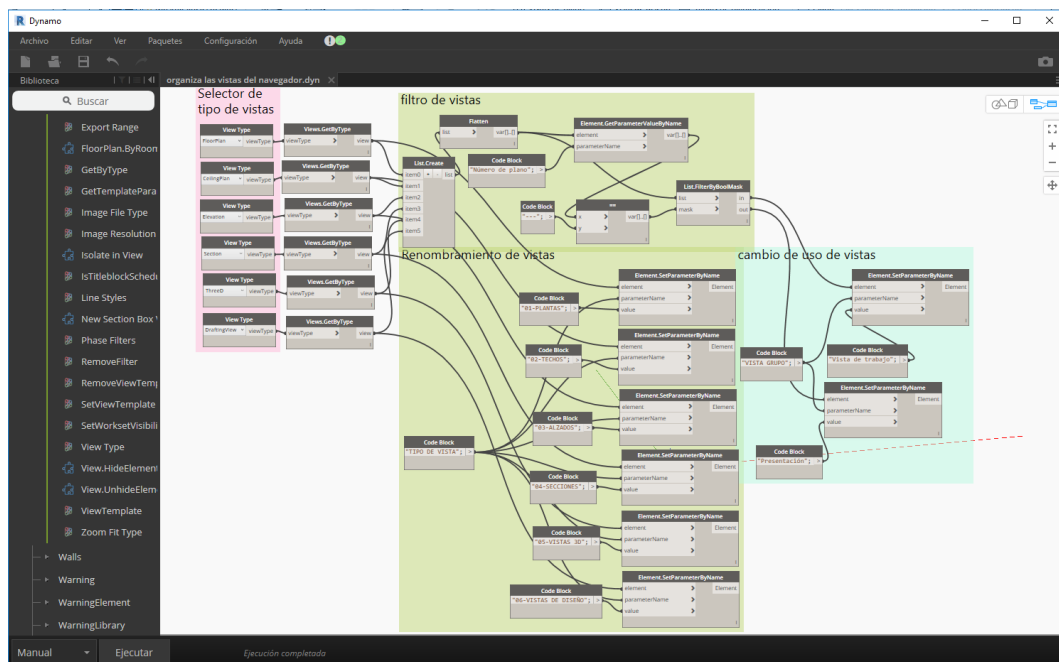


Figura 4-15: Grupo de nodo para cambio de parámetros a las vistas  
(Anexo I)  
(Fuente Propia)

A continuación, se describe los nodos y grupos utilizados en Dynamo:

- El grupo “selector de tipo de vistas” a través de **View Type**, permite seleccionar el tipo de vista deseado y obtiene todas las vistas de ese tipo con **View.GetByType**.
- El grupo “filtro de vistas” une todas las vistas generadas en una lista con **List.Create**, se aplanan la lista con **Flatten**, que servirá de entrada para **Element.GetParameterValueByName** el cual obtiene el parámetro “Número de plano” de las vistas que será comparado con el string “---“ que pertenece a las vistas que no están en los planos del proyecto,

generándose una máscara booleana que se usará justamente para separar las vistas que pertenezcan a los planos con **List.FilterByBoolMask** con sus puertos de salida **in** (vistas que no están en los planos) y **out** (vistas que están en los planos).

- El grupo “cambio de uso de vistas” utiliza esa información para rellenar el parámetro de ejemplar “VISTA DE GRUPO”, con el nodo **Element.SetParameterByName**, las vistas provenientes del puerto de salida **in** se rellenan con “Vista de trabo” y las de puerto de salida **out** se rellena con “Presentación”.
- El grupo “Renombramiento de vistas” rellena el parámetro “TIPO DE VISTA” de cada vista seleccionada según la Tabla 4-2 igual con el nodo **Element.SetParameterByName**
- **Paquete utilizado Archi-lab\_Grimshaw:** autor Konrad K Sobon. Paquete personalizado que se utilizó, descargado de “<https://dynamopackages.com>”

#### 4.4 NUMERACIÓN Y RENOMBRAMIENTO DE HABITACIONES

Una de las herramientas más usadas y significativas es la de “Habitaciones” son contenedores de una gran cantidad de información, permite medir superficies útiles, contar elementos, medir volúmenes, familias. Su uso es de gran ayuda en proyectos con varios espacios como hospitales y hoteles, facilita la ubicación y control de espacios en etapas tempranas de construcción referente a recursos y planificación. Se debe renombrar y renumerar las habitaciones creadas siguiendo la lógica del proyecto, con Dynamo se logra de forma más rápida.

La Figura 4-16, muestra la planta típica del hotel la cual consta de 10 habitaciones con su respectivo servicio higiénico, un cuarto de oficio, un cuarto de data y el área común (pasadizo, hall ascensores y escaleras).





Figura 4-16: Planta típica del Hotel  
(Fuente Propia)

El análisis conceptual se observa en la Figura 4-17, la selección de las habitaciones, que se puede realizar de varias formas, el proyecto especifica una determinada forma de numeración, entonces la selección debe ser ordenada; se renombrara las habitaciones señaladas y se reenumeran, esta remuneración debe ser acorde al piso de las habitaciones. El desarrollo en Dynamo se observa en la Figura 4-18.

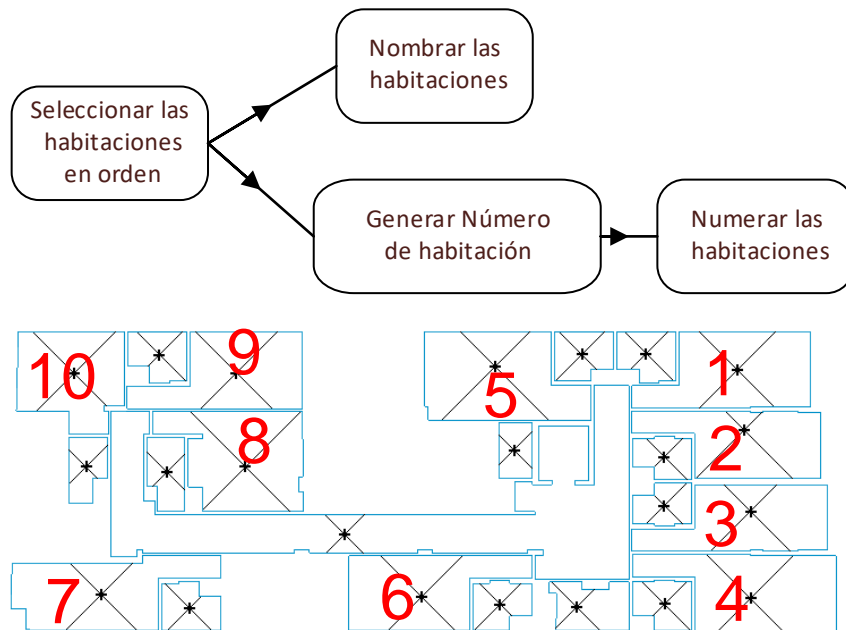


Figura 4-17: Algoritmo de numeración y renombramiento habitaciones  
(Fuente Propia)

A continuación, se describe los nodos y grupos utilizados en Dynamo:

- El grupo “selección habitaciones” a través del nodo **Springs.SelectElements(ordered)**, permite la selección ordenada de las

habitaciones deseadas, se realiza siguiendo el orden descrito en la Figura 4-17.

- El grupo “nombrar habitaciones” renombra las habitaciones seleccionadas, en este caso las llama “Habitación”.
- El grupo “genera número habitación” logra construir una lista incremental mediante el nodo **Sequence**, toma como inicio 301, se incrementa de uno en uno, el total de números lo da el nodo **Count**, que saca el total de habitaciones seleccionada (10 habitaciones), llegando la lista hasta el número 310. Esta lista se combina con el string “H” por medio del nodo operador **+**; teniendo una lista que va del 301H al 310H, servirá para rellenar el parámetro “Numero” de las habitaciones seleccionadas, mediante el nodo ya conocido **Element.SetParameterByName**.
- **Paquete utilizado Springs:** autor Dimitar. Paquete personalizado que se utilizó, descargado de “<https://dynamopackages.com>”

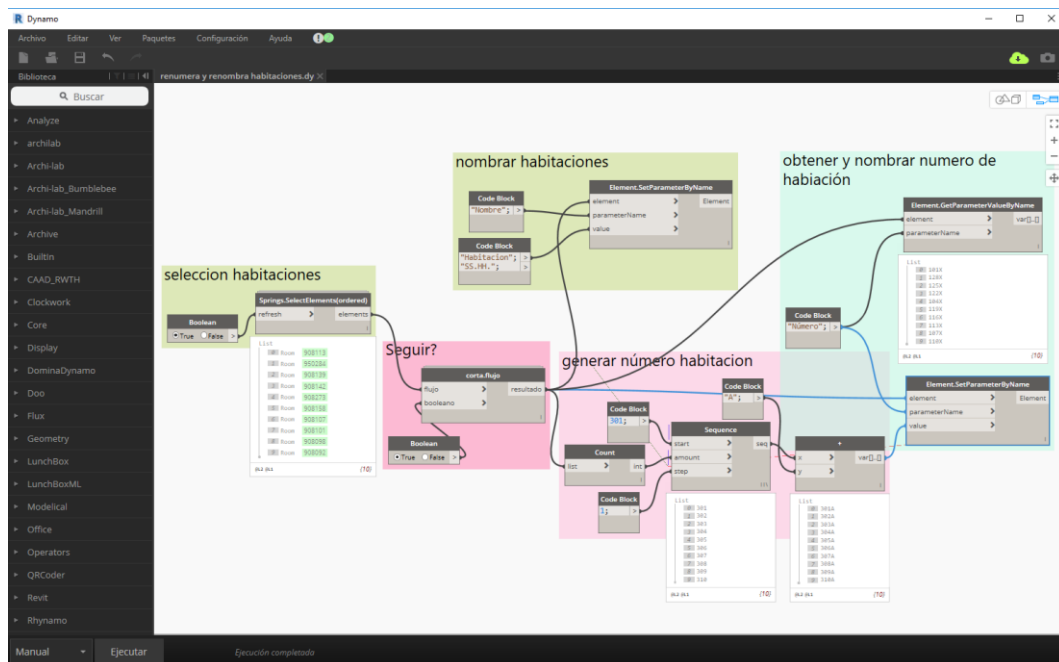


Figura 4-18: Grupo de nodo para numeración y renombramiento de habitaciones  
(Anexo J)  
(Fuente Propia)

## CAPÍTULO V: CONTROLES DE CALIDAD

### 5.1 CONTROL DE CALIDAD DEL MODELO

Se debe de verificar que no contenga errores el modelo o modelos BIM que se utilizarán en obra, los elementos tienen que estar bien modelados. La metodología de control de calidad habitual del modelo es agarrar algunos elementos, pasar a verificarlos y si no se encuentra un error se puede dar por entendido que los elementos de ese tipo están bien, pero si se encuentran errores se pasa a verificarlos uno por uno los elementos. Dynamo te permite realizar los chequeos de forma masiva ya que puede trabajar sobre todos los elementos.

Generalmente los controles de calidad se dan por los colores.

#### 5.1.1 Colorear elementos mal ubicados (referenciados) al nivel.

Se va a crear una representación gráfica de los pisos o suelos (losas) que están más alejados de su nivel anfitrión (controlados por el parámetro “Desfase de altura desde nivel”), muchas veces este parámetro cuenta con un valor demasiado alto o bajo, incluso su nivel anfitrión suele ser niveles inferiores de piso, causando confusión en el modelo. Con Dynamo se controla que todos los pisos o suelos estén hospedados en un mismo nivel para poder posteriormente poder sectorizar el modelo constructivamente por pisos.

El algoritmo también se puede modificar para el control de calidad de los demás elementos como:

- Control nivel de vigas y pilares
- Control niveles de referencia de Muros
- Control altura de Falso Cielo Raso
- Control altura de Luminarias

El desarrollo en Dynamo se observa en la Figura 5-1, se pasa a explicar su algoritmo a continuación:

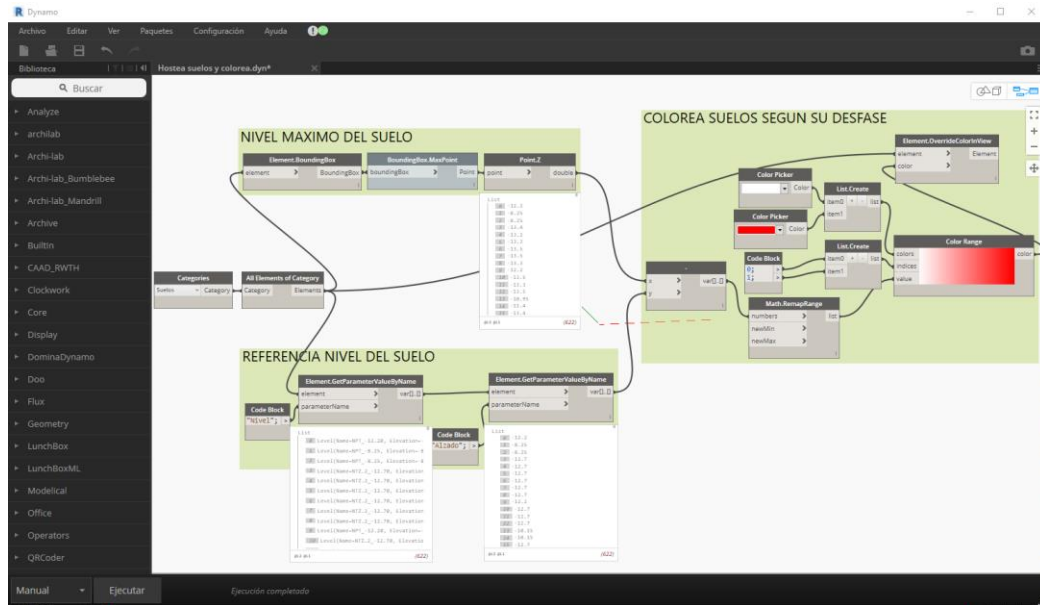


Figura 5-1: Grupo de nodo para colorear suelos mal referenciados al nivel  
(Anexo K)  
(Fuente Propia)

- **Categories** y **All Elements of Category** obtiene todos los elementos del modelo con la categoría “Suelos” o pisos en Revit.
- El grupo “nivel máximo del suelo” a través del nodo **Element.BoundingBox**, construye una caja imaginaria que envuelve todos los puntos de la geometría seleccionada. **BoundingBox.MaxPoint**, devuelve el punto que tiene los mayores valores X, Y y Z de la caja. **Point.Z**, obtiene el componente Z del punto, que sería el punto máximo en las coordenadas Z de todos los suelos del modelo.
- El grupo “Referencia nivel suelo” obtiene el parámetro del suelo *Nivel* y su *alzado* mediante el nodo **Element.GetParameterByName**.
- Finalmente, el grupo “Colorea suelos según su desfase”, con el nodo de diferencia “-” obtiene el desfase del suelo con su nivel de referencia, estos valores se escalan de 0 a 1, manteniendo su proporción con **Math.RemapRange**, que sirve de entrada a **Color Range**, para definir los colores a utilizar con **Color Picker**; el nodo **Element.OverrideColorInView**, cambia el color del elemento en la vista activa, logrando distinguir que suelos están desfasados coloreando con mayor intensidad los más alejados.

La Figura 5-2, muestra el resultado de aplicar el algoritmo de Dynamo, colorea los suelos, resaltando aquellos que están más alejado de su nivel de referencia; al

seleccionar el suelo más marcado, indica que se encuentra en el nivel “NPT+17.24” pero su desfase de altura es de 2.76 m, lo que indica que está mal modelado ese suelo (losa), está ubicado geoméricamente en un nivel superior “NPT+20.04”, pero las propiedades indican que pertenece al “NPT+17.24”, no hay consistencia, por lo que ocasionaría problemas para la sectorización y obtención de metrados automáticos; se corrigió el elemento, ubicando el suelo en el nivel “NPT+20.04”, en cuanto a los demás suelos, su color, indican que están en el nivel que les corresponde. También se observa que las rampas están más coloreadas, se debe a que pertenecen a dos niveles.

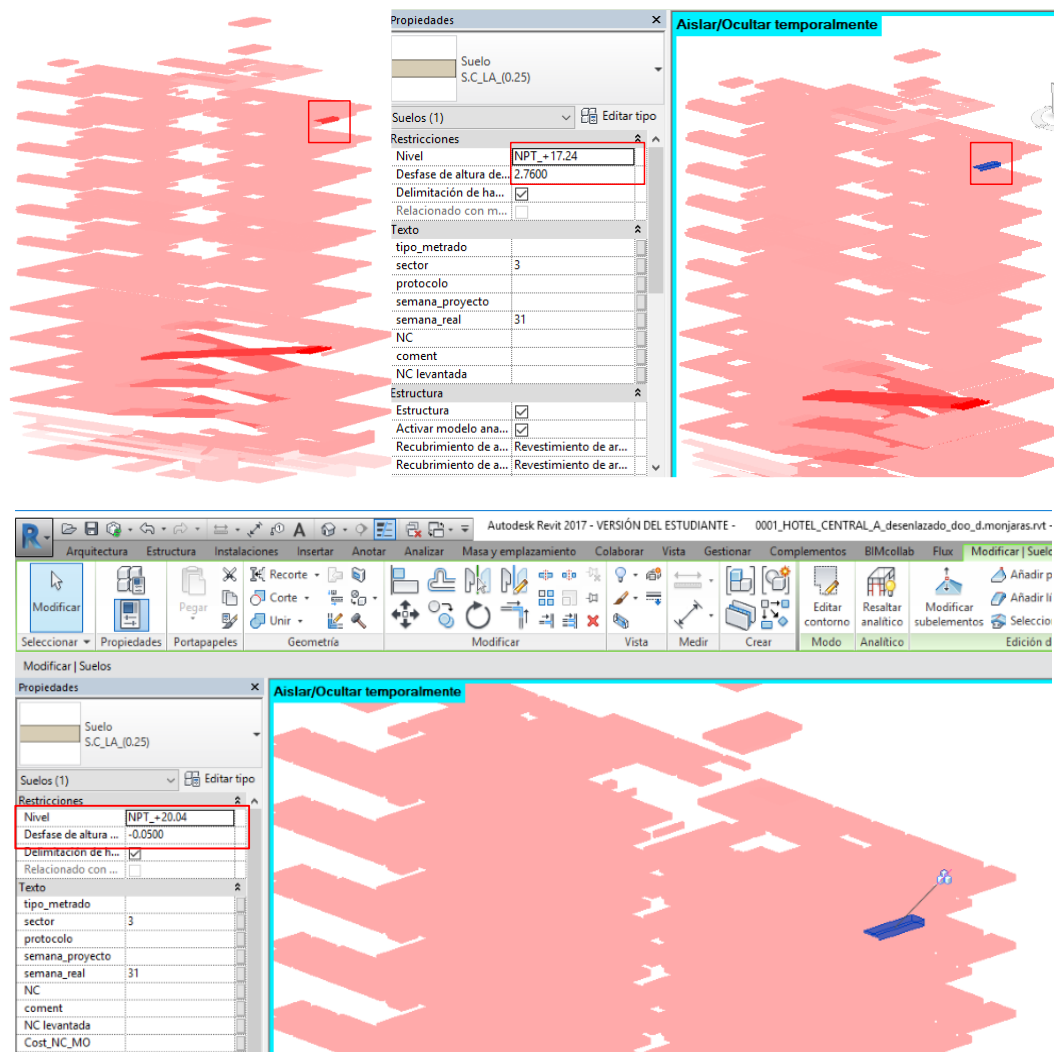


Figura 5-2: Control de calidad de suelos mal referenciados  
(Fuente Propia)

Muy útil para controlar la altura de lo elementos y su identificación en el modelo de manera automática.

### 5.1.2 Colorear muros de albañilería según su desfase de base.

El control de calidad va a depender del estado del proyecto y su nivel de desarrollo propio del modelo; es muy distinto hacer un control del modelo a inicios de diseño, donde por ejemplo, respecto a los muros, solo se verifica el tipo correspondiente (es decir si son de concreto, albañilería o tabiquería) o en etapas de construcción, donde debido a que el nivel de desarrollo es más elevado, va a exigir que se distingue el arranque de los muros (para muros de concreto y albañilería deberá iniciar a nivel de llenado de losa pero para la tabiquería de drywall su nivel de arranque será el contrapiso por ejemplo). Es común encontrar errores de este tipo, en la que todos los muros nacen del nivel piso terminado, no contemplando la constructibilidad en el modelo.

La Figura 5-3, muestra el algoritmo en Dynamo para colorear los muros de albañilería según su desfase de base y la Figura 5-4

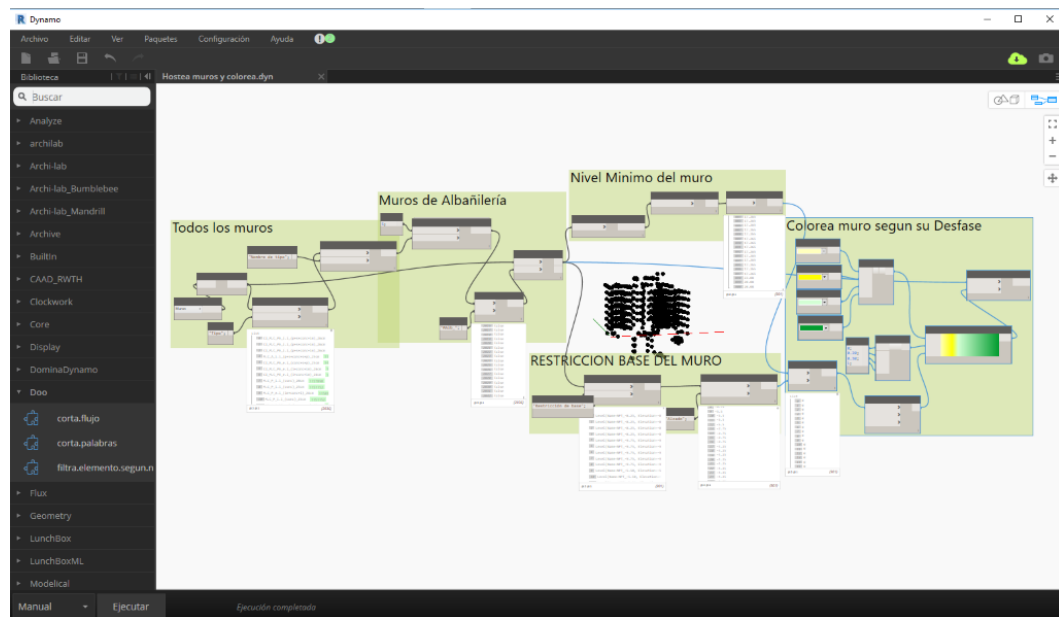


Figura 5-3: Grupo de nodo para colorear muros de albañilería según su desfase de base (Anexo L)  
(Fuente Propia)

- **Categories** y **All Elements of Category** obtiene todos los elementos del modelo con la categoría “Muros” en Revit.
- El grupo “nivel mínimo del muro” a través del nodo **Element.BoundingBox**, construye una caja imaginaria que envuelve todos los puntos de la geometría seleccionada. **BoundingBox.MinPoint**, devuelve el punto que tiene los menores valores X, Y y Z de la caja.

**Point.Z**, obtiene el componente Z del punto, que sería el punto mínimo en las coordenadas Z de todos los muros del modelo.

- El grupo “Muros de Albañilería”, filtra los muros, quedando sólo los muros de albañilería.
- El grupo “Restricción base del muro” obtiene el parámetro del suelo *Restricción de base* y su *alzado* mediante el nodo **Element.GetParameterValueByName**.
- Finalmente, el grupo “Colorea muro según su desfase”, con el nodo de diferencia “-” obtiene el desfase de base del muro con su nivel de referencia, estos valores se escalan de 0 a 1, manteniendo su proporción con **Math.RemapRange**, que sirve de entrada a **Color Range**, para definir los colores a utilizar con **Color Picker**; el nodo **Element.OverrideColorInView**, cambia el color del elemento en la vista activa, logrando distinguir que suelos están desfasados coloreando con mayor intensidad los más desfasados.

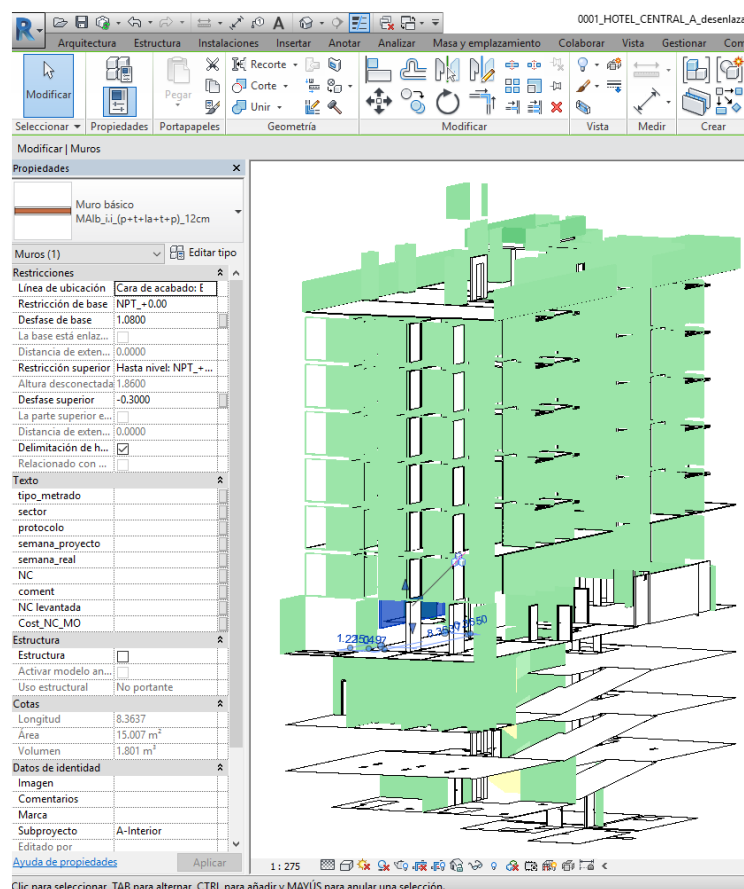


Figura 5-4: Control de calidad del modelo de muros de albañilería  
(Fuente Propia)

## 5.2 CONTROL DE NO CONFORMIDADES DE OBRA (NC)

La aplicación de la gestión de calidad es obligatoria por lo general y su exigencia es fundamental para evitar la insatisfacción del usuario final, así como disminuir y eliminar los malos procesos constructivos. Aplicar control de calidad en la ejecución de la obra trae consigo la generación de No conformidades (NC) entendiéndose como aquellos elementos, actividades o materiales que no cumplen los requisitos establecidos.

El flujo que trae consigo la generación, análisis, acción correctiva y cierre con respecto al tratamiento de la información de la NC, suele causar pérdidas de tiempo, muchas veces no se sabe que versión de documento es la última, correos que se pierden y problemas en localizar los archivos.

La Figura 5-5, muestra el flujo que la obra tenía al inicio respecto a las NC observadas por el cliente y o el supervisor, se evidencia claramente un sistema jerárquico apoyándose sólo de correos electrónicos para envío de la información de NC (formado Excel).



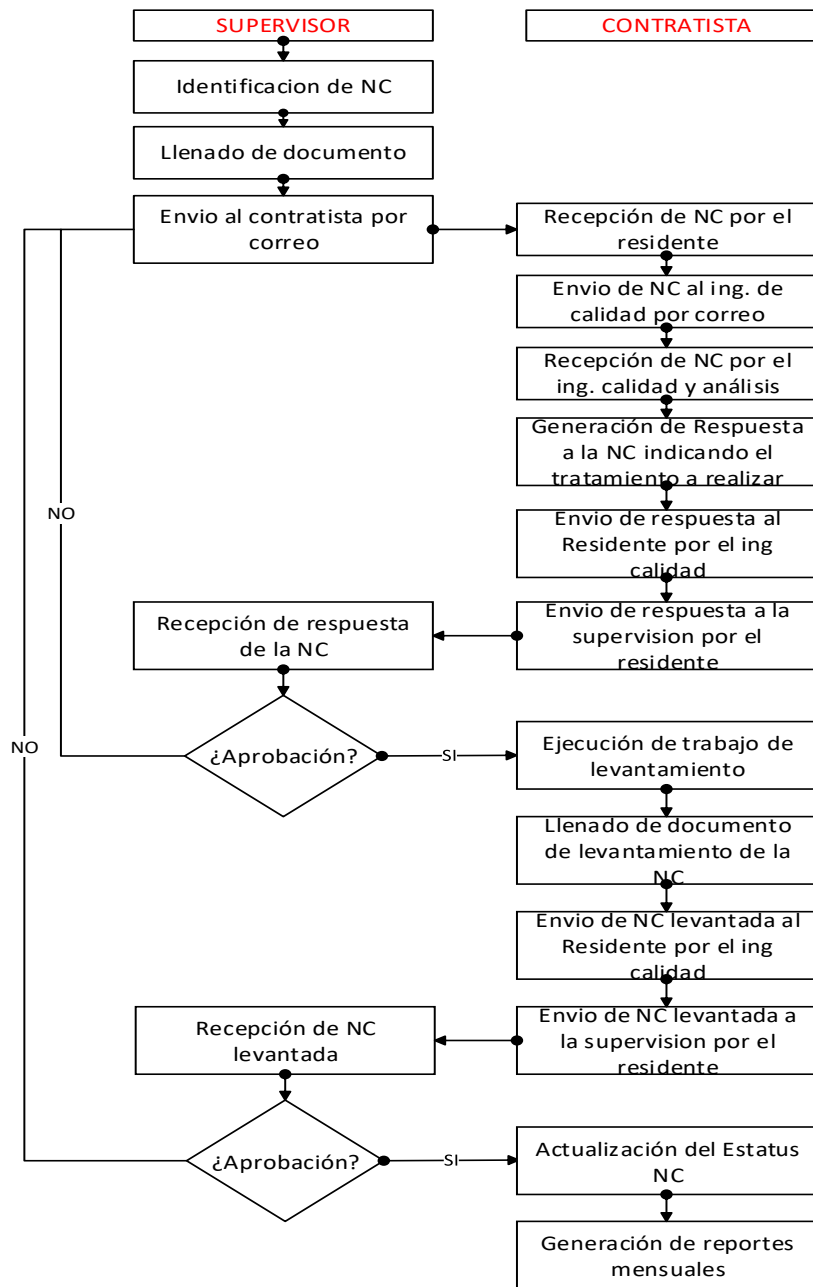


Figura 5-5: Tratamiento de NC en obra habitual  
(Fuente Propia)

Se puede simplificar el flujo de las NC, mediante Dynamo tanto al inicio, en la trazabilidad de las NC en el modelo, como en la generación de reportes mensuales. La generación de los reportes de NC, se desarrollan en el capítulo VI. La Figura 5-6 muestra el flujo de tratamiento de NC planteada, donde se propone llevar de forma horizontal la información de las NC, volviéndola transparente, agilizando su seguimiento y control.

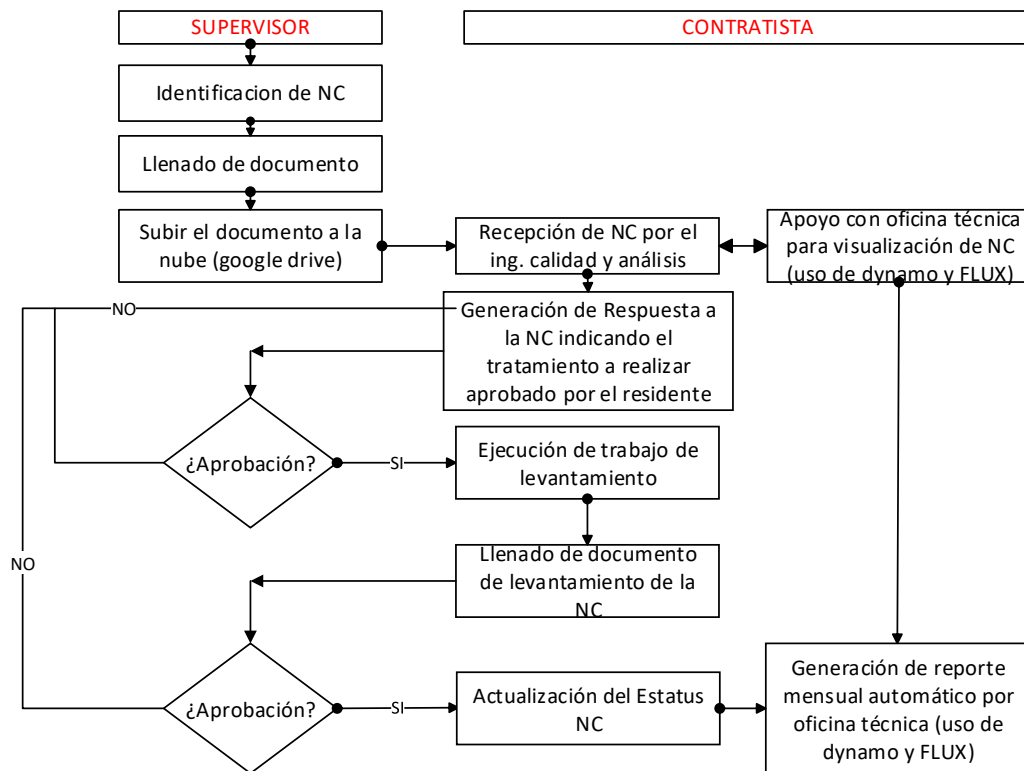


Figura 5-6: Tratamiento planteado de NC (Fuente Propia)

Recibida la NC, la identificación del elemento en el modelo a la cual hace referencia se hace con el llenado del parámetro de ejemplar: “NC” como se aprecia en la Figura 5-7. Mediante Dynamo, Figura 5-8, se hace un filtrado y establece un color de superficie de estos elementos para cargarlos a FLUX (herramienta de colaboración); la Figura 5-9 muestra el resultado, antes y después de ejecutar el algoritmo de Dynamo.

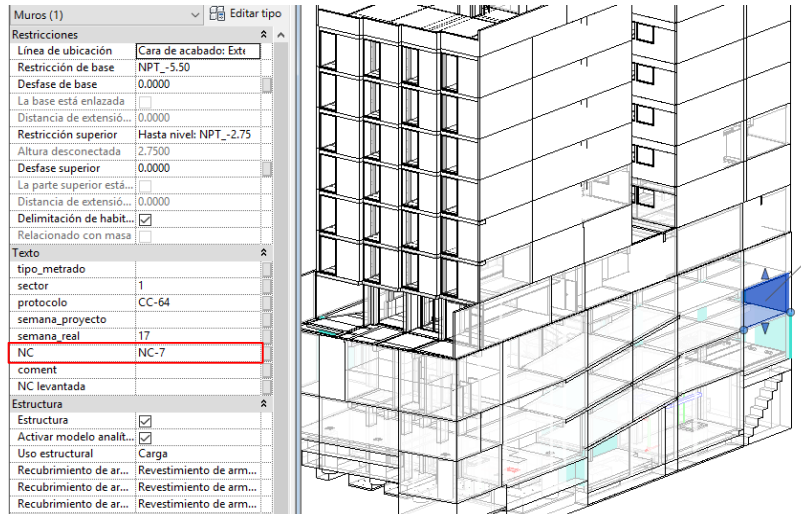


Figura 5-7: Identificación de la NC en el modelo  
(Fuente Propia)

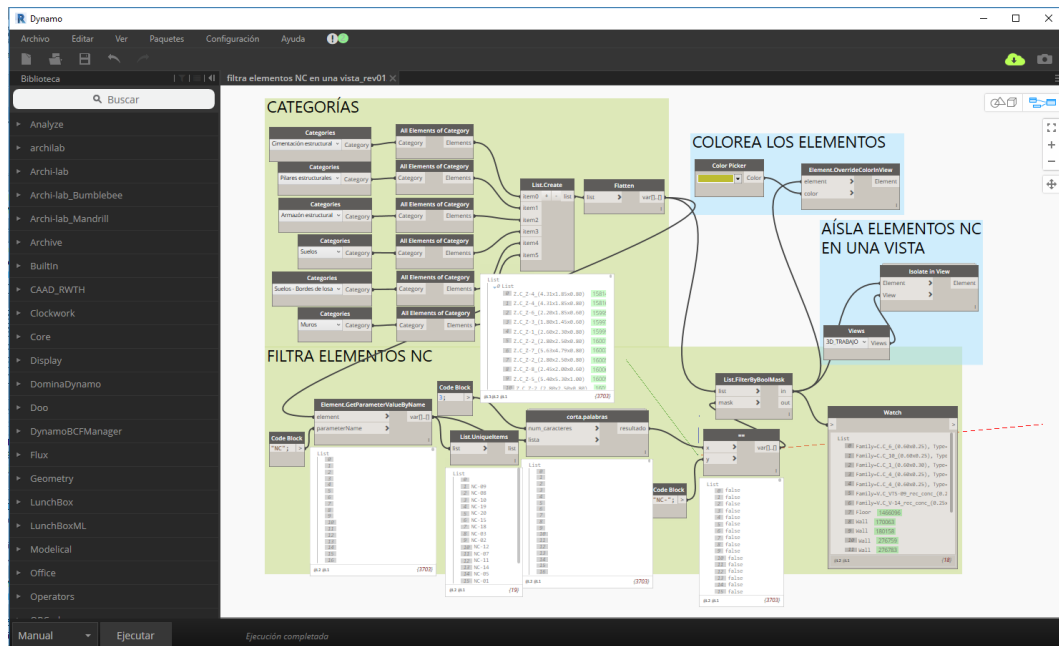


Figura 5-8: Grupo de nodo para filtrado y coloración de elementos NC en una vista  
(Anexo M)  
(Fuente Propia)

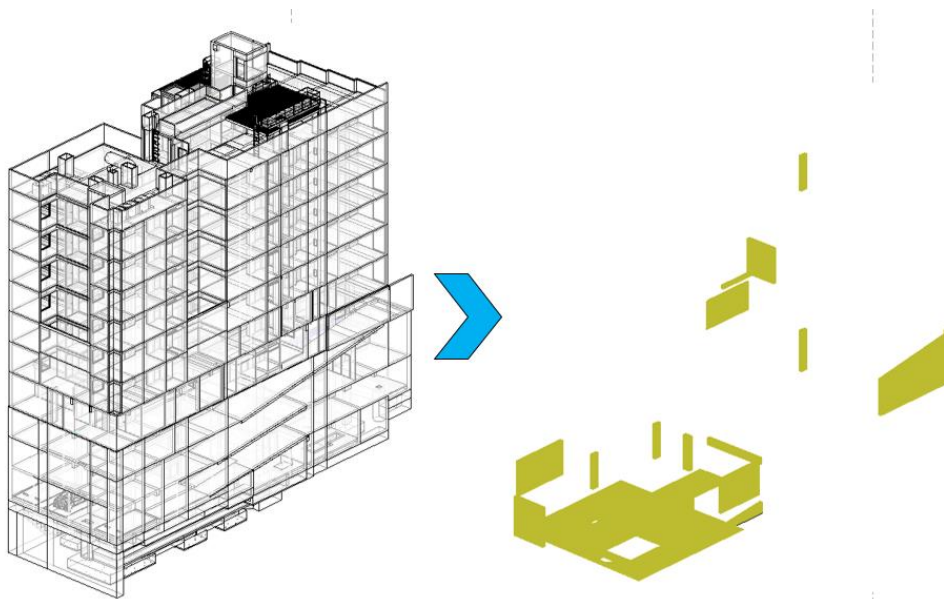


Figura 5-9: Ejecución del algoritmo de filtrado de NC  
(Fuente Propia)

A continuación, se describe los nodos y grupos utilizados en Dynamo:

- El grupo “categorías” a través de **Categories**, permite seleccionar la categoría en Revit y **All Elements of Category** obtiene todos los elementos en el modelo de las categorías seleccionadas, estos se juntan con **List.Create**, luego se aplanan con **Flatten** para que estén en una lista 1D.
- El grupo “Filtra elementos NC” obtiene el parámetro “NC” de los elementos con **Element.GetParameterValueByName**, luego se obtiene las primeras 3 letras de cada parámetro con **corta.palabras**, que sirve de entrada a **List.FilterByBoolMask** para filtrar los elementos que son No Conformes. También se utiliza el nodo **List.UniqueItems** para ver solo los elementos únicos de la lista.
- El grupo “Colorea los elementos” utiliza los elementos NC filtrados y el nodo **Color Picker** que selecciona un color como entrada al nodo **Element.OverrideColorInView** que logra cambiará el color del elemento en la vista activa.
- El grupo “Aísla elementos NC en una vista” como su nombre lo indica con el nodo **Isolate in View** aísla los elementos filtrados en la vista seleccionada con **Views**.
- **Paquete utilizado Archi-lab\_Grimshaw:** autor Konrad K Sobon.

- **Paquete utilizado UI++:** autor Gytaco

Aislados los elementos del modelo que presentan las NC, estos son cargados a Flux, aquí se crearon las tablas como la Figura 5-10 con los parámetros necesarios para el llenado de las NC por el responsable de calidad de obra que no necesariamente sepa utilizar BIM, ésta es la ventaja de Flux, poder visualizar, modificar el modelo o parte de éste por personas a las que no se desea compartir el modelo o que no trabajan con BIM.

The screenshot shows the SCHEDULER application interface. At the top, there is a header with the logo and the name 'SCHEDULER', along with menu items: 'Help', 'Undo', 'Feedback', and 'Logout'. Below the header is a toolbar with icons for adding, deleting, and settings. The main area is divided into two sections: 'Add' and 'Reorder'. The 'Add' section has a tree view of parameters: Family Information, Geometry Parameters, Instance Parameters, Type Parameters, and Custom Parameters. The 'Reorder' section has a list of parameters: NC, category, level, and NC levantada. To the right of these sections is a table with 10 rows and 4 columns: NC, category, level, and NC levantada. The table contains the following data:

	NC	category	level	NC levantada
1	NC-02	Walls	NPT_-12.20	
2	NC-12	Walls	NPT_-12.20	
3	NC-07	Walls	NPT_-5.50	
4	NC-11	Walls	NPT_-5.50	
5	NC-14	Walls	NPT_-8.25	
6	NC-05	Walls	NPT_-12.20	
7	NC-01	Walls	NPT_-8.25	
8	NC-16	Walls	NPT_-4.25	
9	NC-17	Walls	NPT_+6.04	
10	NC-21	Walls	NPT_+3.24	

Figura 5-10: Creación de tabla en Flux  
(Fuente Propia)

El llenado de la información se realiza de dos maneras, directamente mediante la internet como se aprecia en la Figura 5-11 o a través de Excel y de ahí cargarlo a Flux a través de su Add-in como se ve en la Figura 5-12.

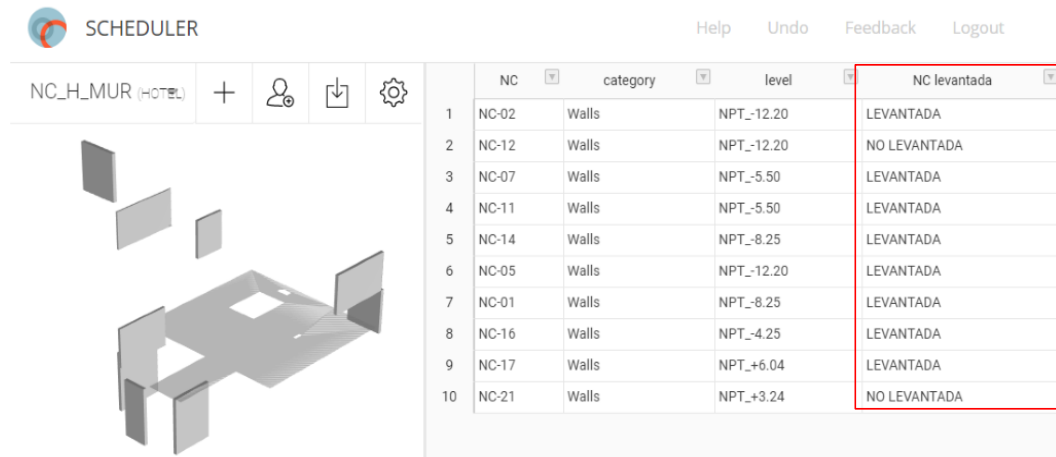


Figura 5-11: Llenado de información a través de Flux (Fuente Propia)

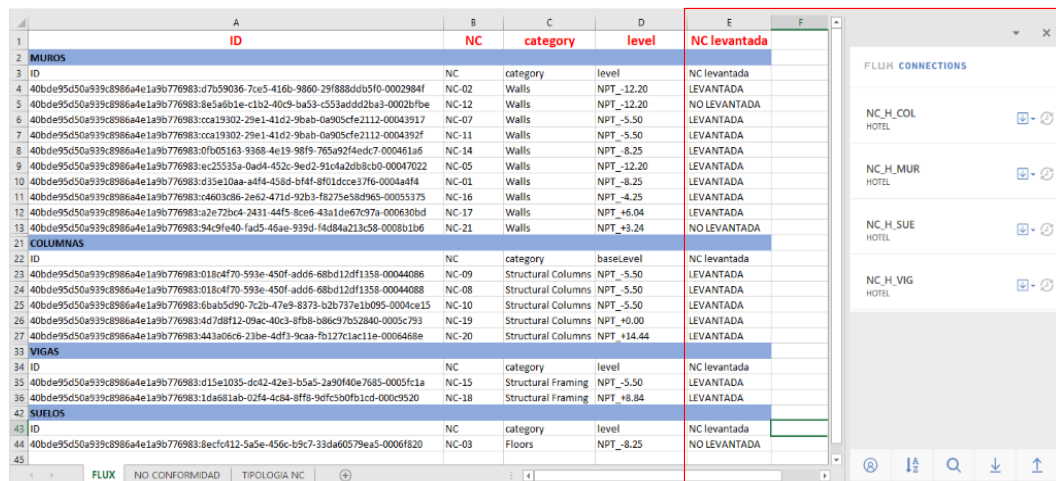


Figura 5-12: Llenado de información a Flux por Excel (Fuente Propia)

Para actualizar el modelo, se carga la información de flux a este, directamente con su add-in para Revit, Figura 5-13 .

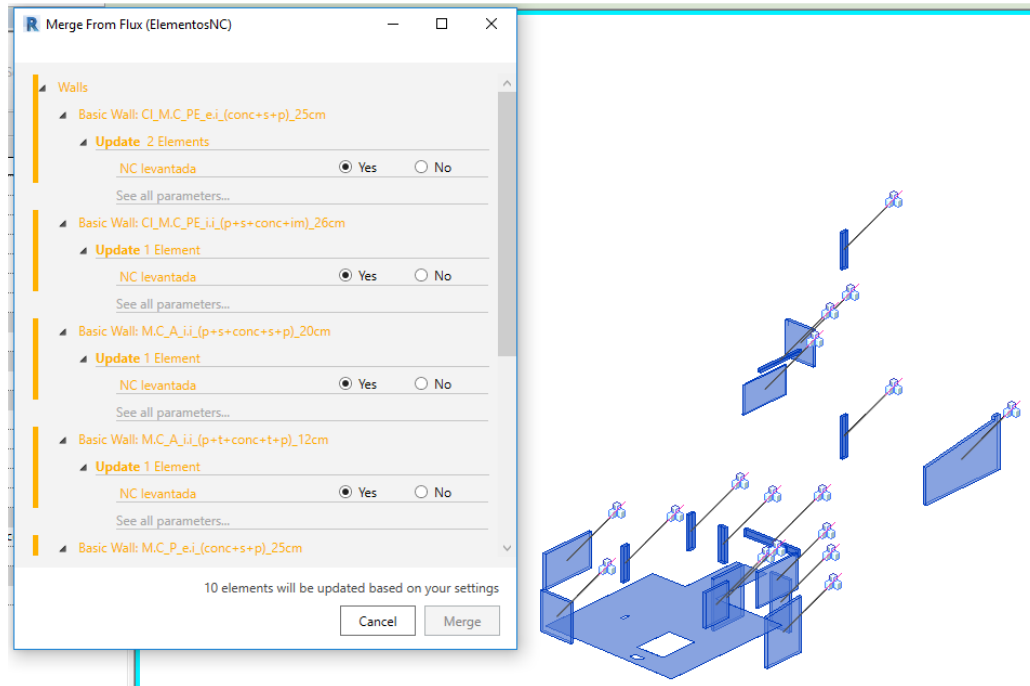


Figura 5-13: Actualización del modelo mediante el add-in Flux para Revit (Fuente Propia)

También se puede actualizar mediante Dynamo como se ve en la Figura 5-14.

- **Flux Project**, selecciona un proyecto de Flux (HOTEL), sirve de entrada a **Receive from flux** con el que se puede seleccionar la tabla de Flux donde se sacara la información, **Flow Control**, permite elegir si el flujo de actualización a través de Flux a será una vez o de forma constante.
- Con **List.RestOfItems** se elimina el primer objeto de la lista que corresponde a la de títulos. **List.GetItemAtIndex** escoge los elementos pertenecientes al índice indicado, "0" para la id y "4" para el estado de la NC.
- **String.Split** corta la cadena de los id en dos sub-listas por el carácter ":" esto sirve para separar el parámetro de ejemplar "Flux Id" de los elementos, se selecciona el primer ítem de cada sub-lista.
- Con **Categories** y **All Elements of Category** se seleccionan todos los ejemplares de muros que sirven para obtener el parámetro de ejemplar "Flux Id" que servirán para obtener la matriz booleana y filtrar los elementos que contengan las NC con **List.FilterByBoolMask**.
- Finalmente se modifica los parámetros actualizados del estado de las NC de los elementos con **Element.SetParameter.ByName**.

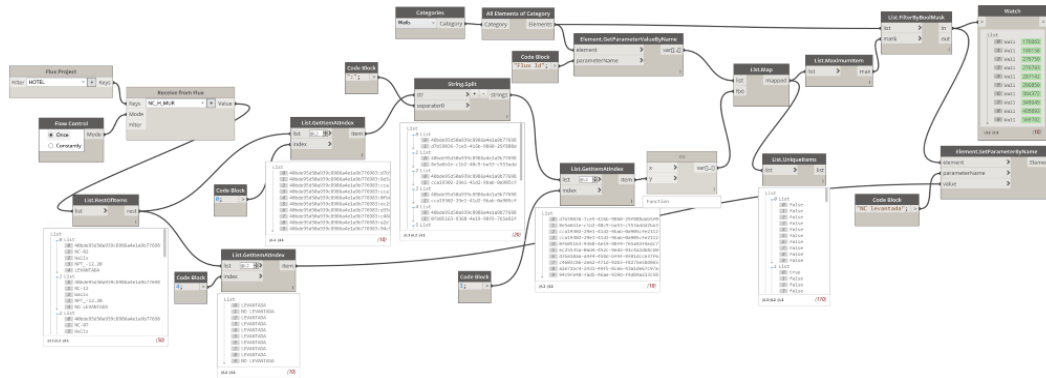


Figura 5-14: Actualización del modelo con la información de Flux mediante Dynamo  
(Anexo N)  
(Fuente Propia)

La Figura 5-15 muestra el parámetro “NC levantada” ya actualizado de manera automática.

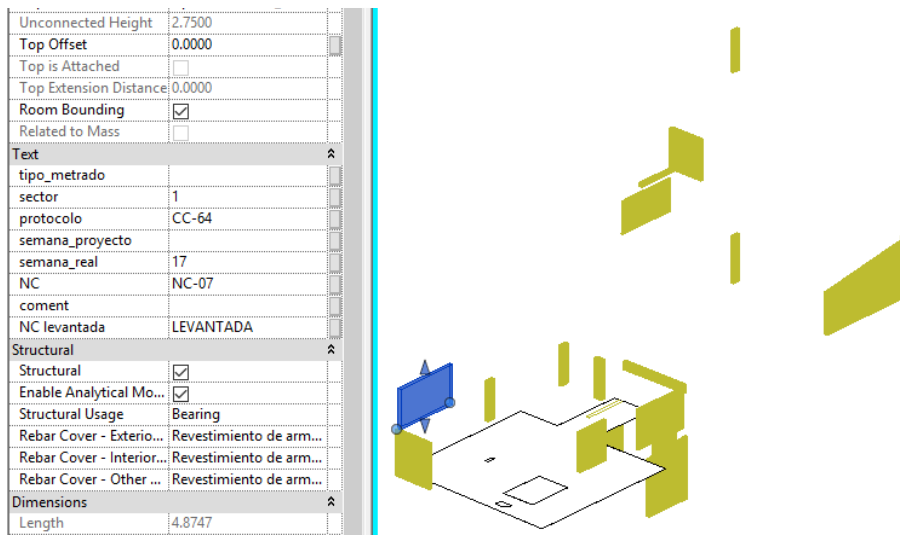


Figura 5-15: NC actualizada  
(Fuente Propia)

Para el control interno del seguimiento de las NC, también se utilizó Dynamo para extraer la información del formato Excel utilizado por el área de Calidad, parte de este formato se ve en la Figura 5-16 (ver cuadro completo en **Anexo O**), y poder así sacar la información necesaria para el relleno de parámetros de los elementos en Revit, que servirán para dejar constancia del levantamiento de la NC y su posterior análisis, como las horas invertidas del personal, para así sacar el costo de mano de obra de la NC; los comentarios también son importantes para ver el porqué de una acción o decisión. Se observan más datos disponibles como el responsable de los levantamientos de NC, que vendría a ser el ingeniero de campo; las personas asignadas para el trabajo (operarios y ayudantes) y el



metrado (sólo si se trata de una segregación o cangrejera). Hay que distinguir que las NC cuya columna de ELEMENTO sea igual a General, la información no podrá ser vinculada al modelo ya quien no se trata de elementos específicos, si no trabajos generales como seguridad.

OBRA:  
CLIENTE:

ITEM	ELEMENTO	Estado	Proceso	Metrado	Recursos	HH invertidas		Responsable	Comentarios
						PE	OP		
NC-01	Walls	Respondido	LEVANTADA	0.5*1.5	Ludeña Rivas Jose, Campos Colos Juan	2.5	2	Renso Tenorio	conforme
NC-02	Walls	Respondido	LEVANTADA	1.6*1+0.3*1	Enciso Silva David, Ludeña Rivas Jose, Campos Colos Juan	3	2	Renso Tenorio	conforme
NC-03	Floors	NO Respondido	NO LEVANTADA	2*3				Renso Tenorio	Se realizara al final de acabar las estructuras
NC-04	GENERAL	Respondido	LEVANTADA	NA	Enciso Silva David, Ludeña Rivas Jose	8	0	Renso Tenorio	conforme
NC-05	Walls	Respondido	LEVANTADA	0.4*0.6	Ludeña Rivas Jose, Campos Colos Juan	1	1.5	Renso Tenorio	conforme
NC-06	GENERAL	NO Respondido	NO LEVANTADA	NA				Renso Tenorio	Se quedo con el scontratta que cambiaria su encofrado
NC-07	Walls	Respondido	LEVANTADA	0.8*1+1*0.5+0.3*1.5	Enciso Silva David, Ludeña Rivas Jose, Campos Colos Juan	2	2	Renso Tenorio	conforme

Figura 5-16: Cuadro parcial de Reporte de NC Internas (Fuente Propia)

La Figura 5-17, muestra cómo la información en Excel es llevada al modelo para rellenar automáticamente los parámetros de los elementos No Conformes, correspondiente a comentarios (coment) y NC levantada. Con Dynamo no solo es posible pasar la información, si no modificarla también, esto se muestra con el relleno del parámetro que indica el costo de la mano de obra de la NC (Cost\_NC\_MO), donde la información disponibles en Excel son las horas hombres de operarios y peones para el levantamiento de la NC, ya en Dynamo se multiplica con el costo respectivo y se pasa el resultado al modelo Revit.

OBRA: CLIENTE:		H-I Invertidas							
ITEM	ELEMENTO	Estado	Proceso	Metrado	Recursos	FE	OP	Responsable	Comentarios
NC-01	Walls	Respondido	LEVANTADA	0.5*1.5	Ludofia Rivas Jose, Campos Coios Juan	2.5	2	Renso Tenorio	conforme

Texto	
tipo_metrado	
sector	1
protocolo	CC-30
semana_proyecto	
semana_real	15
NC	NC-01
coment	conforme
NC levantada	LEVANTADA
Cost_NC_MO	76.37 Soles

Figura 5-17: Paso de información de NC de Excel al modelo (Fuente Propia)

El algoritmo y su descripción en Dynamo del reporte de la “Actualización de parámetros de NC del modelo con la información de Excel”, se aprecia en la Figura 5-18, para mayor visualización ver Anexo P.

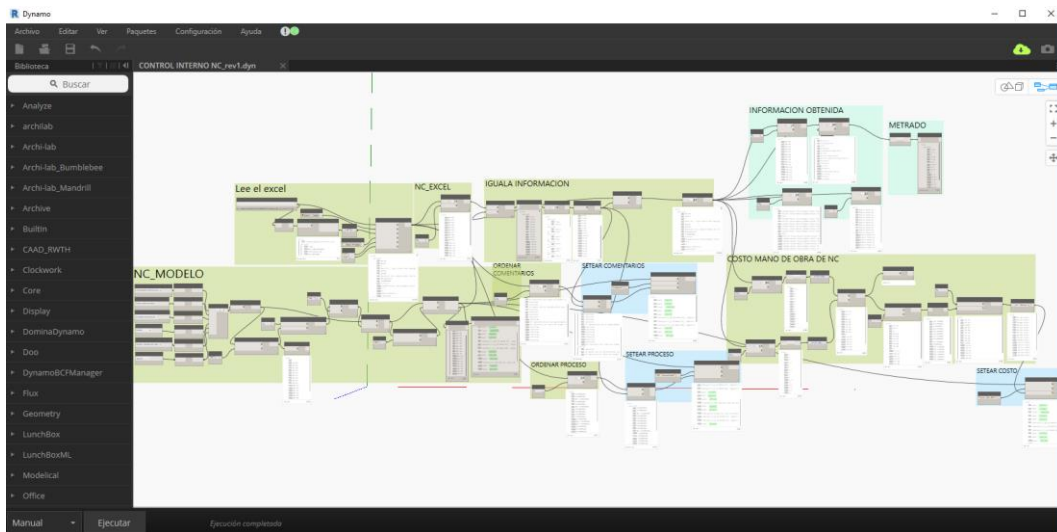


Figura 5-18: Actualización de parámetros de NC del modelo con la información de Excel Anexo P (Fuente Propia)

A continuación, se describe los nodos y grupos utilizados en Dynamo:

- El grupo “NC\_MODELO” a través de **Categories**, permite seleccionar la categoría en Revit y **All Elements of Category** obtiene todos los elementos en el modelo de las categorías seleccionadas, estos se juntan con **List.Create**, luego se aplanan con **Flatten** para que estén en una lista 1D. Se consigue el parámetro “NC” de los elementos con

**Element.GetParameterValueByName**, luego se obtiene las primeras 3 letras de cada parámetro con **corta.palabras**, que sirve de entrada a **List.FilterByBoolMask** para filtrar los elementos que son No Conformes. Luego se utiliza el nodo **List.SortByKey** para reorganizar la lista en orden ascendente según el nombre de las NC.

- El grupo “Lee el Excel” a través de **Excel.GetExcelFileInfo**, permite seleccionar la Hoja del libro de Excel “NC\_INTERNO” la que contiene el informe que se ve en el Anexo O; **Read Excel** lee por filas en cada lista desde la celda “A7” al “O27”.
- El grupo “NC\_EXCEL” obtiene el nombre de las NC del libro de Excel.
- El grupo “IGUALA INFORMACION” compara ambas listas de NC (del modelo y Excel) para filtrar las NC y quedarse solo las que están en el modelo.
- Los grupos “ORDENAR COMENTARIOS” Y “SETEAR COSTO” sacan la información de los comentarios del Excel y lo coloca en el parámetro “coment” de Revit mediante **Element.SetParameterByName**.
- Los grupos “COSTO MANO DE OBRA DE NC” Y “SETEAR COMENTARIOS” sacan la información de las horas hombre de peones y operarios del Excel, para desaparecer los datos nulos pero conservar su ubicación, se utiliza el nodo **Python Script** (horas PE y horas OP) con el código según la Figura 5-19. Luego estos valores se multiplican por el costo respectivo de hora hombre, se suman para obtener el costo total de mano de obra por cada No Conformidad, se transforma los valores a texto mediante **String from Object** para concatenar con “soles” mediante el nodo **code block** (a + “Soles”). Finalmente se coloca en el parámetro “Cost\_NC\_MO” de Revit mediante **Element.SetParameterByName**.

```

1 import clr
2 clr.AddReference('ProtoGeometry')
3 from Autodesk.DesignScript.Geometry import *
4 #Las entradas de este nodo se almacenan como lista en las variables IN.
5 nombre = IN[0]
6
7 cadena=[]
8 for i in nombre:
9     if i == None:
10        cadena.append(0)
11    else:
12        cadena.append(i)
13
14
15
16 #Asigne la salida a la variable OUT.
17 OUT = cadena
18

```

Figura 5-19: Código para reemplazar valores nulos por 0 (Fuente Propia)

- El grupo “INFORMACION OBTENIDA”, filtra algunos datos que podrían necesitarse, que están presentes como se ve en la Figura 5-20 (nombre de las NC, metrado de NC que son segregaciones y/o cangrejeras, personal asignado a levantar las NC, persona responsable), pero que no se han pasado al modelo, dejándolos en Dynamo por si se van a utilizarán más adelante.

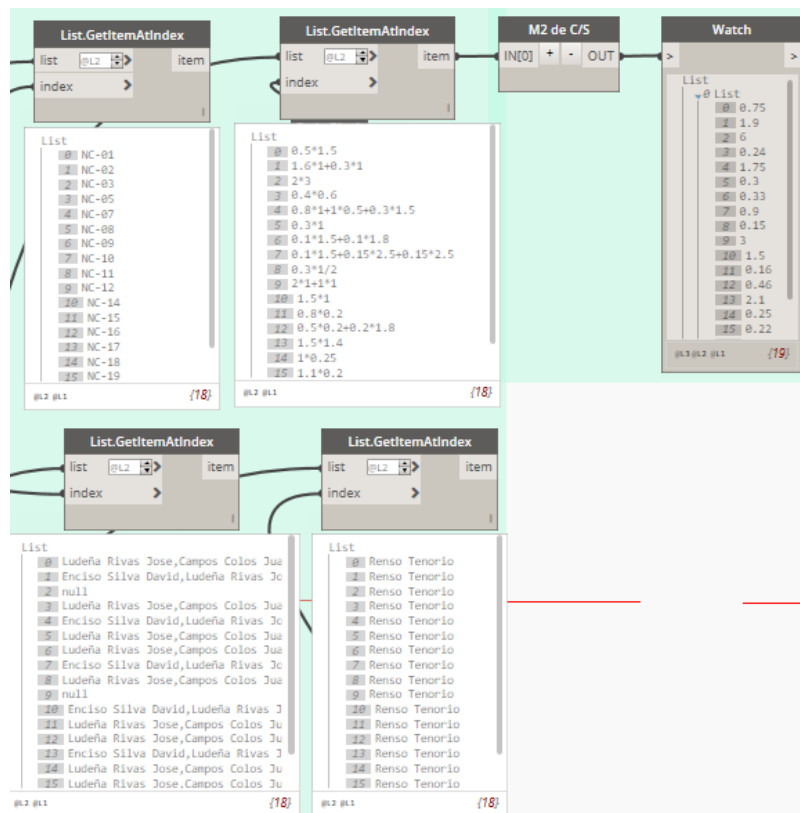


Figura 5-20: Información de NC que quedan en Dynamo (Fuente Propia)

## CAPÍTULO VI: GENERACIÓN DE REPORTES

### 6.1 CONTROL AVANCE DE OBRA

Conforme transcurre la ejecución de un proyecto, se debe presentar la información o documentación de manera constante y periódica a la supervisión o al cliente de forma precisa y sucinta para que estos hagan el seguimiento puntual a los procesos que abarcan costo, tiempo, calidad y seguridad; uno de esos documentos es el control de avance de obra (Serpell Bley, y otros, 2015 pág. 190). En la Figura 6-1 se muestra el avance de obra por semanas, de manera gráfica, de la especialidad de estructura, muy útil para una apreciación rápida de la situación actual y proyecciones de avance, también para hacer la retroalimentación al conocer la secuencia real de construcción, logrando la posibilidad de mejoras en futuros proyectos similares.

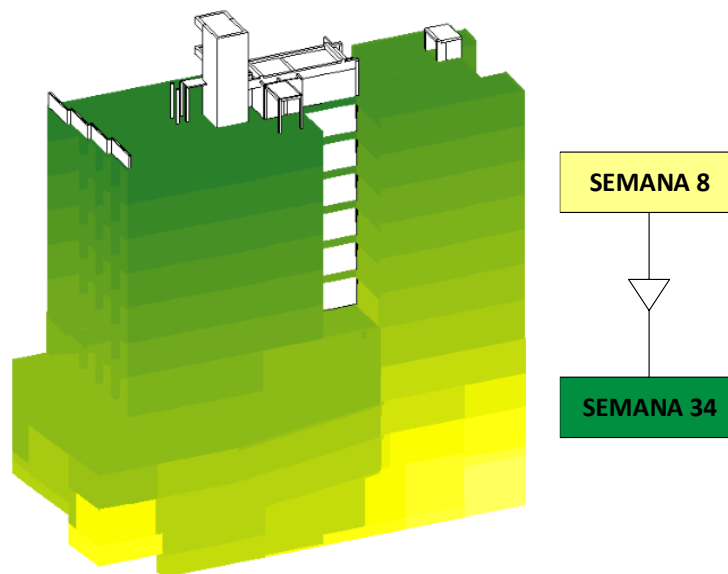


Figura 6-1: Avance de obra gráfico  
(Fuente Propia)

La Figura 6-3 muestra el algoritmo en Dynamo, para la modificación de gráficos en vista por elementos según el avance de obra, para ello se rellenó parámetros de ejemplar resaltados en la Figura 6-2 conforme el progreso de la obra, identificando también el número de protocolo de colocación del concreto, para un mayor control y trazabilidad de elementos construidos.

Texto	
tipo_metrado	
sector	3
protocolo	CC-158
semana_proyecto	
semana_real	27
NC	
coment	
NC levantada	

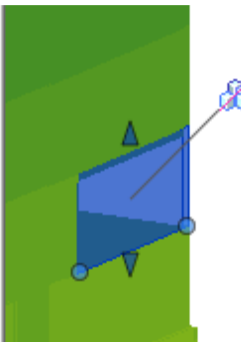


Figura 6-2: Parámetros de obra para control de avance  
(Fuente Propia)

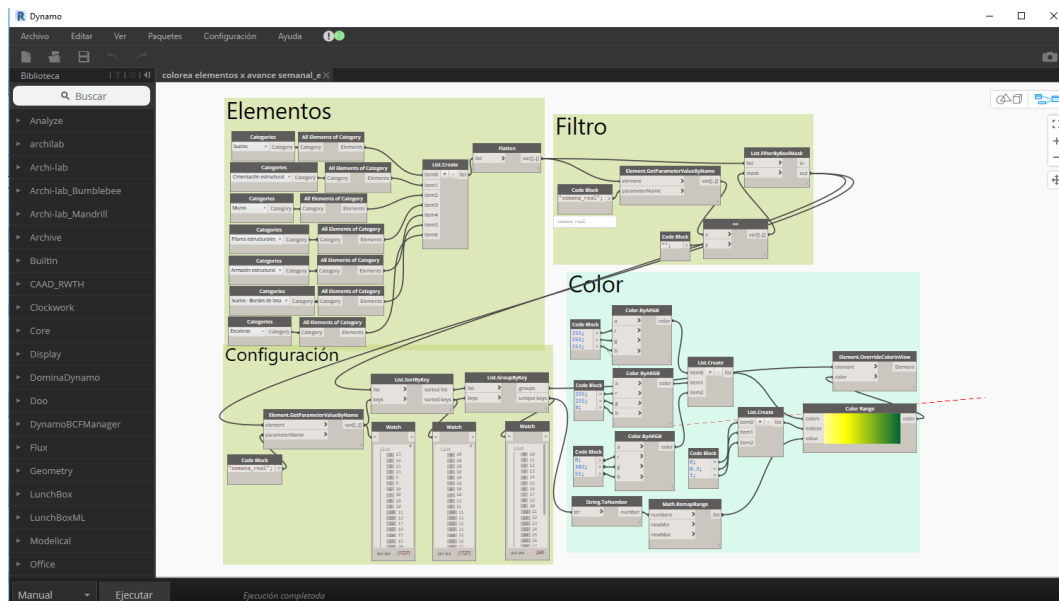


Figura 6-3: Modificación grafica de vista según avance semanal de obra  
(Anexo Q)  
(Fuente Propia)

A continuación, se describe los nodos y grupos utilizados en Dynamo:

- El grupo “Elementos” a través de **Categories**, permite seleccionar la categoría en Revit y **All Elements of Category** obtiene todos los elementos en el modelo de las categorías seleccionadas, estos se juntan con **List.Create**, luego se aplanan con **Flatten** para que estén en una lista 1D.
- El grupo “Filtro” obtiene el parámetro “semana real” de los elementos con **Element.GetParameterValueByName**, que sirve de entrada a **List.FilterByBoolMask** para filtrar los elementos que han sido construidos en obra.
- El grupo “Configuración” utiliza los elementos filtrados y el parámetro “semana real” para ordenar los elementos por semana de avance de obra

mediante el nodo **List.SortByKey** que serán agrupados por semanas en sub-listas mediante **List.GroupByKey**.

- Finalmente, el grupo "Color" como su nombre lo indica, con el nodo **Element.OverrideColorInView** modifica la visibilidad grafica en la vista actual, tiene de puerto de entrada a **element** que son los elementos ya filtrados que se van a modificar su visibilidad gráfica y a **color**, que se conecta con **Color Range** donde se establece en rango de colores a aplicar a los elementos.

La Figura 6-4, muestra el avance mensual visual de la especialidad de estructura que se hace con Dynamo; en el primer y segundo mes, no hay información que añadir al modelo, no se observa mayores avances, ya que se encontraba en la fase de movimiento de tierras (excavación, construcción de calzaduras) y modelado del hotel. También se puede observar que a partir del mes 4, terminando la cimentación de la obra, el avance de elementos construidos se incrementa notoriamente, concluyendo que el movimiento de tierra y cimentación son determinantes en el avance de obra, debiendo identificar con mayor detalle sus restricciones.

Estos controles de avance resultaron muy visuales, fáciles de entender y seguir la secuencia constructiva de los elementos; su análisis permite identificar que problemas han ocurrido en la ejecución de obra, determinando medidas preventivas y mejores planes de contingencia en proyectos similares futuros.

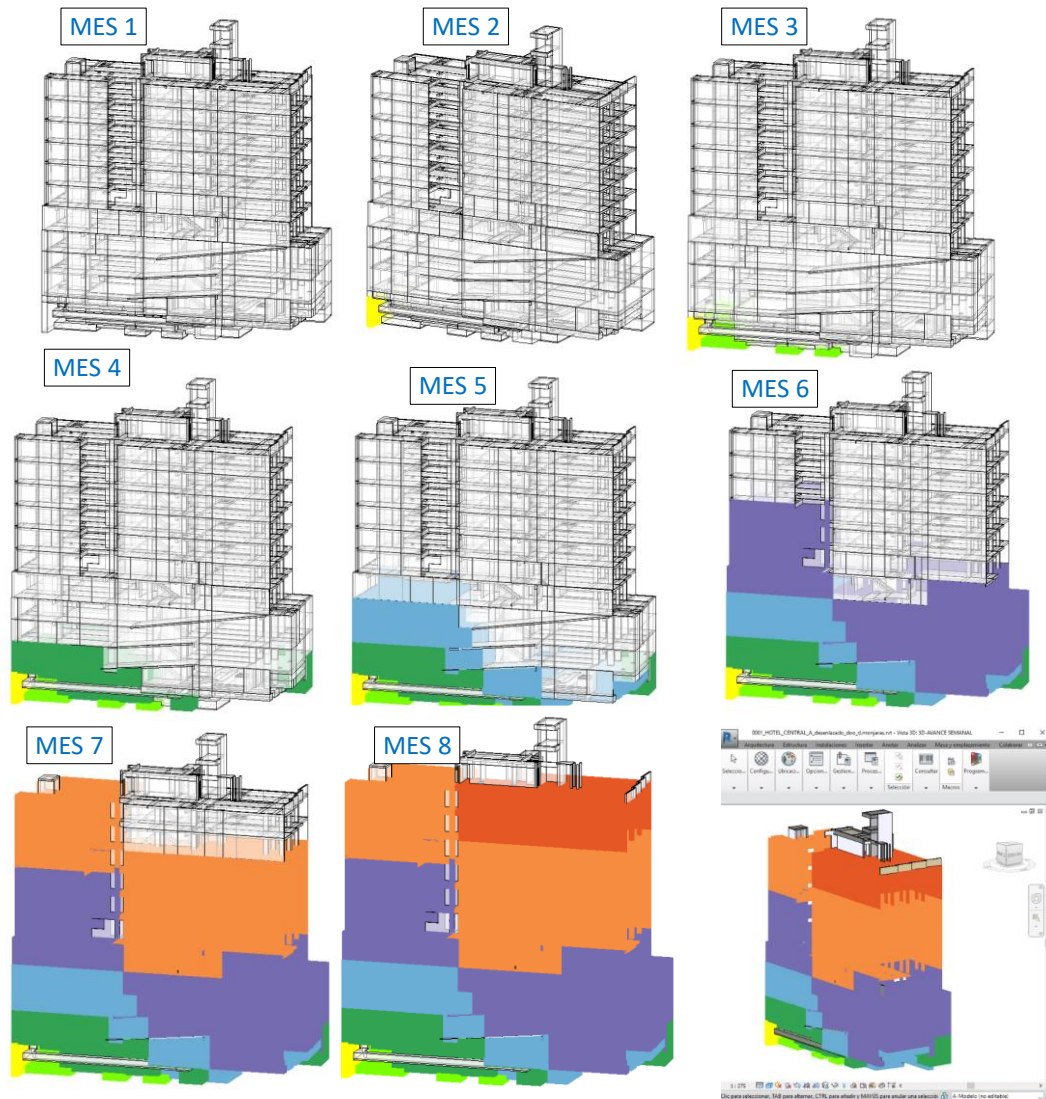


Figura 6-4: Control visual avance mensual  
(Fuente Propia)

## 6.2 REPORTE DE METRADOS TOTALES SEGÚN PRESUPUESTO DE ESTRUCTURAS.

El nivel de utilización BIM en nuestro medio influye como se va a gestionar los metrados y presupuesto, estos varían de proyecto a proyecto; el proyecto del hotel se ha realizado de forma tradicional (planos en CAD y presupuesto en Excel), por lo que el modelo se desarrolló a partir de esos planos CAD, el presupuesto se desarrolló también de manera tradicional y en el traspaso de información a obra, se encontró que muchas partidas no tenían sustento de metrados, si lo tuvieron, la información se perdió y la persona que trabajó en el área de metrados ya no laboraba en la empresa.



Con Dynamo, se logró personalizar al formato del presupuesto para la exportación de los metrados de las partidas de control de Revit a Excel, permitiendo la homologación y actualización de los metrados.

Para las partidas de control se tomaron los elementos de concreto que permite una comprobación volumétrica. En la Figura 6-5 se observan las partidas de control a las que se le incorporó el campo EDT (Ramos Salazar, 2008) según la Figura 4-11, que sirvió para vincular el metrado obtenido en Revit con el del presupuesto.

ITEM	DESCRIPCIÓN	EDT	UND.	CANT.TOTAL PRESUPUESTO
<b>02</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>			
<b>02.02</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>			
02.02.01	CONCRETO PARA SOLADOS C:H 1:12 E=3"	SO.C_	m2	167.15
02.02.02	CONCRETO f'c=100 kg/cm2 +30% PM, 6" Max PARA SUB.CIMIENTO.	FC.C_	m3	116.42
<b>2.03</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>			
<b>02.03.01</b>	<b>CIMIENTO ARMADO</b>			
02.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA CIMIENTO ARMADO - TIPO I	CA.C_	m3	74.62
<b>02.03.02</b>	<b>ZAPATAS</b>			
02.03.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA ZAPATAS - TIPO I	Z.C_	m3	96.18
<b>02.03.03</b>	<b>VIGA DE CIMENTACION</b>			
02.03.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA VIGA CIMENTACION - TIPO I	V.C.C_	m3	2.01
<b>02.03.04</b>	<b>MUROS PERIMETRICOS</b>			
02.03.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA MUROS - TIPO I	M.C_PE_	m3	88.92
<b>02.03.05</b>	<b>MUROS ARMADOS</b>			
02.03.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA MUROS - TIPO I	M.C_A_	m3	137.22
<b>02.03.06</b>	<b>PLACAS</b>			
02.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA PLACAS - TIPO I	M.C_P_	m3	482.63
<b>02.03.07</b>	<b>COLUMNAS</b>			
02.03.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA COLUMNAS - TIPO I	C.C_	m3	61.49
<b>02.03.08</b>	<b>VIGAS + CORTES</b>			
02.03.08.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA VIGAS - TIPO I	V.C_	m3	212.75
<b>02.03.09</b>	<b>LOSA ALIGERADA H=0.25M</b>			
02.03.09.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA LOSA ALIGERADA	S.C.LA_	m3	241.89
02.03.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA 1 DIRECCION	S.C.LA_1	m2	2,587.20
02.03.09.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA EN 2 DIRECCIONES	S.C.LA_2	m2	57.92
02.03.09.05	LADRILLO PARA LOSA ALIGERADA H=0.25m	S.C.LA_3	und	16,090.00
02.03.09.06	LADRILLO PARA LOSA ALIGERADA H=0.20m	S.C.LA_4	und	5,750.00
<b>02.03.10</b>	<b>LOSA MACIZA H=0.10M</b>			
02.03.10.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA LOSA MACIZA H=10cm	S.C.LM_	m3	0.84
02.03.10.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA MACIZA	S.C.LM_1	m2	8.02
<b>02.03.11</b>	<b>LOSA MACIZA H=0.20M</b>			
02.03.11.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 EN LOSA MACIZA	S.C.LM_2	m3	20.82
02.03.11.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA MACIZA	S.C.LM_3	m2	100.33
<b>02.03.12</b>	<b>LOSA MACIZA H=0.25M</b>			
02.03.12.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 EN LOSA MACIZA	S.C.LM_4	m3	44.08
02.03.12.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA MACIZA	S.C.LM_5	m2	176.30
<b>02.03.13</b>	<b>LOSA DE PISO</b>			
02.03.13.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA LOSA DE PISO.	S.C.FP_	m3	56.00
<b>02.03.14</b>	<b>CISTERNAS Y CUARTOS DE BOMBA</b>			
02.03.14.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA CISTERNA Y CUARTO DE BOMBAS	Cl.M.C_	m3	84.64
02.03.14.04	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA LOSA PISO DE CISTERNA	S.C.PA_	m3	27.24
02.03.14.05	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA LOSA DE TECHO DE CISTERNA	Cl.S.C_	m3	13.70
02.03.14.06	ENCOFRADO NORMAL Y DESENCOFRADO LOSA DE TECHO DE CISTERNA	Cl.S.C_1	m2	68.50
<b>02.03.15</b>	<b>ESCALERAS</b>			
02.03.15.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 EN ESCALERAS	E.C_	m3	74.00
<b>02.03.18</b>	<b>DUCTOS ENTERRADOS PARA EXTRACCIÓN DE MONOXIDO</b>			
02.03.18.01	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 EXTRACCIÓN DE MONOXIDO	DM_	m3	7.13

Figura 6-5: Partidas de control para homologar metrados Revit – Presupuesto (Fuente Propia)

La Figura 6-6 muestra el algoritmo en Dynamo, para la obtención de metrados de las partidas de control o Faseado de Obra (Moran Tello, 2008 págs. 19-41) principalmente del concreto de obra y su exportación al Excel.

A continuación, se describe los nodos y grupos utilizados en Dynamo:

- El grupo “Todas categorías estructura” a través de **Categories**, permite seleccionar la categoría en Revit y **All Elements of Category** obtiene todos los elementos en el modelo de las categorías seleccionadas, estos se juntan con **List.Create**, formando una lista.
- El grupo “Nombre de tipo” obtiene el tipo de los elementos con el primer **Element.GetParameterValueByName**, luego se obtiene el parámetro “Nombre de tipo” con el segundo **Element.GetParameterValueByName**.
- Los alambres que salen de los grupos anteriores sirven de entrada a los grupos: Solados, sub-cimientos, cimiento armado, zapata, viga cimentación, muros perimétricos y demás grupos que tienen por encabezados títulos del presupuesto de estructuras. La estructura de estos es parecida, cuentan con un nodo personalizado **filtra.elemento.segun.nombre**, el desarrollo es este nodo se aprecia en la Figura 6-7, tiene tres entradas: elementos, nombres de elementos y un Code Block (que contiene como cadena la EDT de la partida de control), los nombres de los elementos son cortados por **corta.palabras**, según la longitud de caracteres del Code Block (EDT), también son filtrados los elementos por su Code Block. De los elementos filtrados, con **Element.GetParameterValueByName** se obtiene su metrado según su unidad de medida.
- En los muros, al estar formado por capas, para obtener un metrado más preciso se contabilizo por materiales utilizando el nodo **Element.Materials** obteniendo el material de concreto.
- Los valores del metrado obtenidos, se juntan en una lista, son redondeados a 2 decimales para luego ser exportarlos al Excel (grupo Seteo Excell); en el **File Path** se coloca la ubicación del archivo de Excel donde se exportará la información. **Excel.GetExcelFileInfo**, obtiene el nombre de las Hojas del libro, sirve para especificar en que “hoja” se pasaran los datos. Todos estos nodos alimentan a **Excel.WriteToFile** que es el que escribe los datos en la fila y columna especificada.

- Paquete LunchBox for Dynamo: autor archinate.

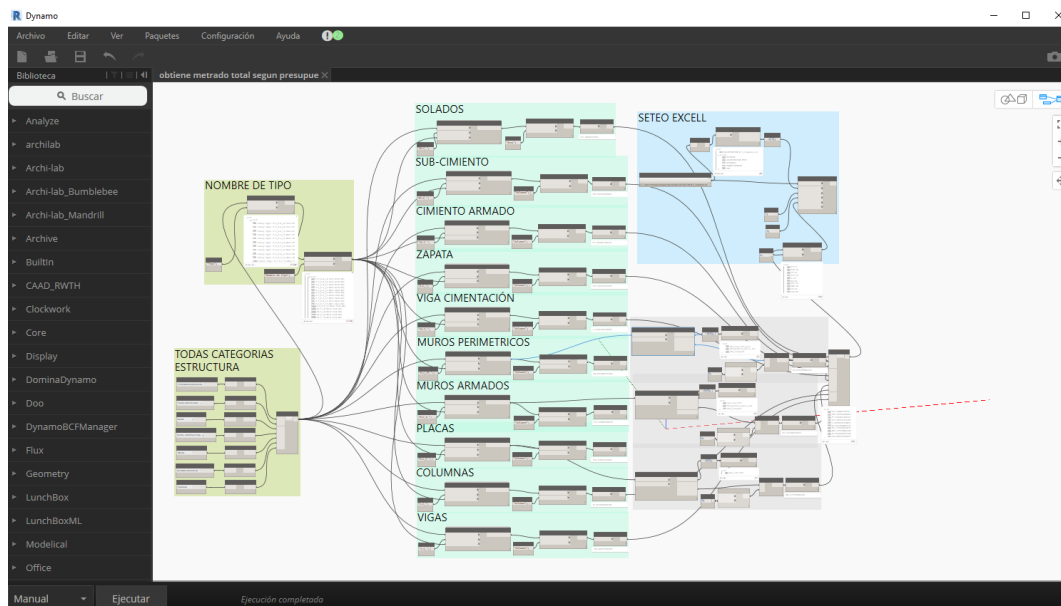


Figura 6-6: Grupo de nodo para obtener metrado total de las partidas de control (Anexo R) (Fuente Propia)

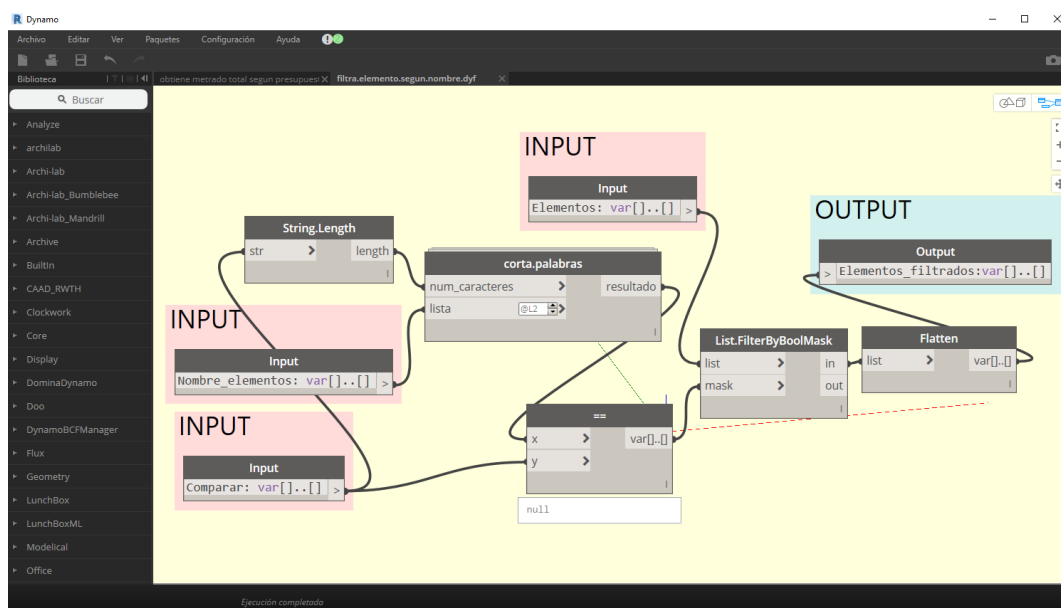
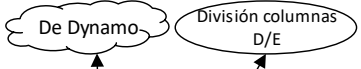


Figura 6-7: Nodo personalizado filtra.elemento.segun.nombre (Fuente Propia)

Los metrados extraídos de las partidas de control (Figura 6-5) del modelo van directo a una plantilla en Excel que es la columna E “Importación Revit” como se ve en la Figura 6-8, esta columna se compara con el metrado del presupuesto “columna D” obteniendo dos campos, “Relación” y “Estado”, la columna **Relación**

(ratio de metrado por partida para contratos de suma alzada) servirá como factor para multiplicar a los metrados del modelo en la valorizaciones debido a la obra se realizó a suma alzada (Si fuera a precios unitarios serían los metrados directos de Revit), debiéndose respetarse el metrado del presupuesto ofertado. La columna **Estado**, informa las partidas donde el metrado del presupuesto oferta es inferior al metrado real, lo que se traducirá en pérdidas económicas, debiendo alertar al responsable de la obra para tomar acciones correctivas en el momento adecuado.



	A	B	C	D	E	F	G
	EDT	ELEMENTO	UND	PRESUPUESTO	IMPORTACION REVIT	RELACION	ESTADO
1							
2	SO.C_	SOLADO	m2	167.15	155.90	1.072	BIEN
3	FC.C_	SUB-CIMIENTO	m3	116.42	110.74	1.051	BIEN
4	CA.C_	CIMIENTO ARMADO	m3	74.62	77.23	0.966	PERDIDA
5	Z.C_	ZAPATA	m3	96.18	127.95	0.752	PERDIDA
6	VC.C_	VIGA DE CIMENTACION	m3	2.01	1.97	1.020	BIEN
7	M.C_PE_	MURO PERIMETRICO	m3	88.9156	82.85	1.073	BIEN
8	M.C_A_	MURO ARMADO	m3	137.22	111.79	1.227	BIEN
9	M.C_P_	PLACAS	m3	482.63	489.28	0.986	PERDIDA
10	C.C_	COLUMNAS	m3	61.49	59.43	1.035	BIEN
11	V.C_	VIGAS	m3	212.75	218.81	0.972	PERDIDA
12	S.C_LA_	LOSA ALIGERADA	m3	241.89	256.39	0.943	PERDIDA
13	S.C_LA_1		m2	2587.2	2,566.30	1.008	BIEN
14	S.C_LA_2		m2	57.92	56.91	1.018	BIEN
15	S.C_LA_3		und	16090	16,271.00	0.989	PERDIDA
16	S.C_LA_4		und	5750	5,470.00	1.051	BIEN
17	S.C_LM_	LOSA MACIZA	m3	0.8421	0.99	0.851	PERDIDA
18	S.C_LM_1		m2	8.02	9.88	0.812	PERDIDA
19	S.C_LM_2		m3	20.82	41.13	0.506	PERDIDA
20	S.C_LM_3		m2	100.33	205.64	0.488	PERDIDA
21	S.C_LM_4		m3	44.08	42.69	1.033	BIEN
22	S.C_LM_5		m2	176.3	170.76	1.032	BIEN
23	S.C_FP_	LOSA DE PISO	m3	56	27.68	2.023	BIEN
24	CI.M.C_	MURO CISTERNA	m3	84.64	65.49	1.292	BIEN
25	S.C_PA_	PISO ARMADO	m3	27.24	14.92	1.826	BIEN
26	CI.S.C_	TECHO CISTERNA	m3	13.7	14.54	0.942	PERDIDA
27	CI.S.C_1		m2	68.5	72.69	0.942	PERDIDA
28	E.C_	ESCALERA	m3	74	33.80	2.189	BIEN
29	DM_	DUCTO MONOXIDO	m3	7.13	21.14	0.337	PERDIDA

Figura 6-8:Plantilla metrado total partidas de control  
(Fuente Propia)

### 6.3 REPORTE DE VALORIZACIONES DE OBRA.

Según el Anexo Único de Definiciones del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado define a la valorización de obra como:

Cuantificación económica de un avance físico en la ejecución de la obra, realizada en un periodo determinado. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2017). El periodo varía según el tiempo de ejecución y se define en el contrato de obra, generalmente es mensual, para la realización de la valorización el contratista debe sumar esfuerzos a fines de cada mes, para calcular los metrados ejecutados hasta la fecha y generar la valorización, más aún si la empresa, residente, supervisión o gerente solicita proyecciones de avance y su correspondiente valorización. Con Dynamo se obtiene de forma automática metrados de avance, proyecciones y valorizaciones, estableciendo previamente la plantilla y la relación de metrado **(ratio de metrado por partida para contratos de suma alzada)** (columna “F” de la Figura 6-8).

Se puede combinar el control de avance semanal con la obtención de metrados a la hora de generar las valorizaciones, lo cual facilita el proceso, la Figura 6-9, muestra el algoritmo en Dynamo para la obtención de metrados por avance semanal para la generación de las valorizaciones mensuales de obra.

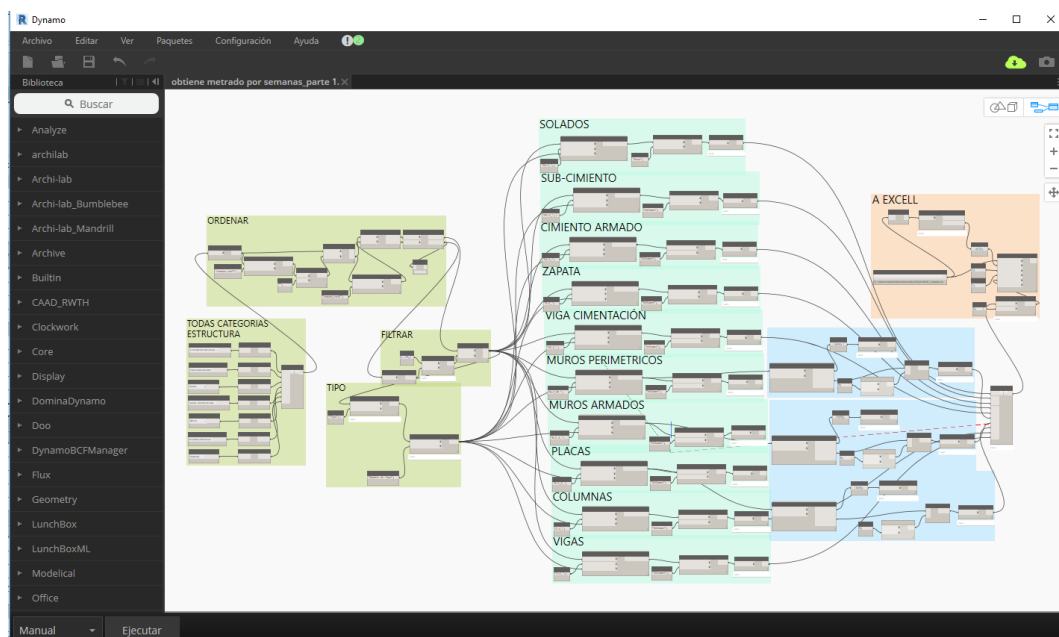


Figura 6-9: Grupo de nodo para obtener metrado semanal para valorización  
(Anexo S)  
(Fuente Propia)

A continuación, se describe los nodos y grupos utilizados en Dynamo:

- El grupo “Todas categorías estructura” a través de **Categories**, permite seleccionar la categoría en Revit y **All Elements of Category** obtiene

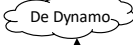
todos los elementos en el modelo de las categorías seleccionadas, estos se juntan con **List.Create**, formando una lista.

- El grupo “Ordenar” obtiene el parámetro *semana\_real* de los elementos y con esos valores ordena los elementos agrupándolos en sublistas mediante **List.GroupByKey**.
- El grupo “filtrar”, mediante **List.ContainsItem** obtiene una lista booleana que indica que valores (de la cadena ingresada por el **Code Block**) están presentes en el parámetro *semana\_real* de los elementos, esta lista booleana sirve para obtener los elementos pertenecientes a los valores indicados en el **Code block** (en este caso hasta la semana 23).
- El grupo “tipo” obtiene el tipo de los elementos con el primer **Element.GetParameterValueByName**, luego se obtiene el parámetro “Nombre de tipo” con el segundo **Element.GetParameterValueByName**.
- Los alambres que salen de los grupos anteriores sirven de entrada a los grupos: Solados, sub-cimientos, cimiento armado, zapata, viga cimentación, muros perimétricos y demás grupos que tienen por encabezados títulos del presupuesto de estructuras. La estructura de estos es parecida, cuentan con un nodo personalizado **filtra.elemento.segun.nombre**, el desarrollo es este nodo se aprecia en la Figura 6-7, tiene tres entradas: elementos, nombres de elementos y un Code Block (que contiene como cadena la EDT de la partida de control), los nombres de los elementos son cortados por **corta.palabras**, según la longitud de caracteres del Code Block (EDT), también son filtrados los elementos por su Code Block. De los elementos filtrados, con **Element.GetParameterValueByName** se obtiene su metrado según su unidad de medida.
- En los muros, al estar formado por capas, para obtener un metrado más preciso se contabilizo por materiales (descontando del espesor total del muro total, el tarrajeo y/o enchape) utilizando el nodo **Element.Materials** obteniendo el material de concreto.
- Los valores del metrado obtenidos, se juntan en una lista, son redondeados a 2 decimales para luego ser exportarlos al Excel (grupo a Excell); en el **File Path** se coloca la ubicación del archivo de Excel donde se exportará la información. **Excel.GetExcelFileInfo**, obtiene el nombre de las Hojas del libro, sirve para especificar en que “hoja” se pasaran los

datos. Todos estos nodos alimentan a **Excel.WiriteToFile** que es el que escribe los datos en la fila y columna especificada.

- **Paquete utilizado LunchBox for Dynamo:** autor archinate.

La Figura 6-10, muestra la Hoja Excel donde se ha exportado los metrados (Columna “H”) hasta la semana 23 de Revit a través de Dynamo, esta información es referenciada a la Hoja de metrados (Columna “H”) Figura 6-11. Las partidas que no son de control, su metrado se obtiene indirectamente del metrado de las partidas de control (Anexo T), multiplicado por los ratios del presupuesto inicial y multiplicado por la relación de metrado (columna “F” de la Figura 6-8), dado que el contrato de ejecución es a suma alzada obteniendo la columna “J” de la Figura 6-11.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	EDT	ELEMENTO	UND	PRESUPUESTO	IMPORTACION REVIT	RELACION	ESTADO	SEMANA REVIT	HOMOLOG ACION
1									
2	SO.C_	SOLADO	m2	167.15	155.90	1.072	BIEN	155.90	167.15
3	FC.C_	SUB-CIMIENTO	m3	116.42	110.74	1.051	BIEN	110.74	116.42
4	CA.C_	CIMIENTO ARMADO	m3	74.62	77.23	0.966	PERDIDA	73.77	71.28
5	Z.C_	ZAPATA	m3	96.18	127.95	0.752	PERDIDA	126.80	95.32
6	VC.C_	VIGA DE CIMENTACION	m3	2.01	1.97	1.020	BIEN	1.97	2.01
7	M.C_PE_	MURO PERIMETRICO	m3	88.9156	82.85	1.073	BIEN	59.99	64.38
8	M.C_A_	MURO ARMADO	m3	137.22	111.79	1.227	BIEN	19.73	24.22
9	M.C_P_	PLACAS	m3	482.63	489.28	0.986	PERDIDA	195.02	192.37
10	C.C_	COLUMNAS	m3	61.49	59.43	1.035	BIEN	27.68	28.64
11	V.C_	VIGAS	m3	212.75	218.81	0.972	PERDIDA	49.97	48.59
12	S.C_LA_	LOSA ALIGERADA	m3	241.89	256.39	0.943	PERDIDA	77.61	73.22
13	S.C_LA_1		m2	2587.2	2,566.30	1.008	BIEN	749.85	755.96
14	S.C_LA_2		m2	57.92	56.91	1.018	BIEN	56.91	57.92
15	S.C_LA_3		und	16090	16,271.00	0.989	PERDIDA	3,046.00	3,012.00
16	S.C_LA_4		und	5750	5,470.00	1.051	BIEN	3,558.00	3,740.00
17	S.C_LM_	LOSA MACIZA	m3	0.8421	0.99	0.851	PERDIDA	-	-
18	S.C_LM_1		m2	8.02	9.88	0.812	PERDIDA	-	-
19	S.C_LM_2		m3	20.82	41.13	0.506	PERDIDA	33.28	16.85
20	S.C_LM_3		m2	100.33	205.64	0.488	PERDIDA	166.38	81.18
21	S.C_LM_4		m3	44.08	42.69	1.033	BIEN	0.25	0.26
22	S.C_LM_5		m2	176.3	170.76	1.032	BIEN	1.02	1.05
23	S.C_FP_	LOSA DE PISO	m3	56	27.68	2.023	BIEN	-	-
24	CI_M.C_	MURO CISTERNA	m3	84.64	65.49	1.292	BIEN	65.49	84.64
25	S.C_PA_	PISO ARMADO	m3	27.24	14.92	1.826	BIEN	14.92	27.24
26	CI_S.C_	TECHO CISTERNA	m3	13.7	14.54	0.942	PERDIDA	14.54	13.70
27	CL_S.C_1		m2	68.5	72.69	0.942	PERDIDA	72.69	68.50
28	E.C_	ESCALERA	m3	74	33.80	2.189	BIEN	-	-
29	DM_	DUCTO MONOXIDO	m3	7.13	21.14	0.337	PERDIDA	-	-

Figura 6-10:Plantilla metrado semanal de partidas de control para valorización (Fuente Propia)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
ITEM	DESCRIPCIÓN	EDT	UND.	CANT.TOTAL PRESUPUESTO	CANT.TOTAL REVIT	HOMOLOGACION DEL TOTAL	SEMANA REVIT		HOMOLOGACION SEMANAL	%
02	ESTRUCTURAS									
02.02	CONCRETO SIMPLE								0.00	
02.02.01	CONCRETO PARA SOLADOS C/H 1-12 E=3"	SO.C.	m2	167.15	155.90	1.072	155.90	167.150	167.15	100%
02.02.02	CONCRETO Fc=100 kg/cm2 +30% PM, 6" Max PARA SUB CIMENTO.	F.C.C.	m3	116.42	110.74	1.051	110.74	116.420	116.42	100%
2.03	CONCRETO ARMADO								0.00	
02.03.01	CIMENTO ARMADO								0.00	
02.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 PARA CIMENTO ARMADO -	CA.C.	m3	74.62	77.23	0.966	73.77	71.277	71.28	96%
02.03.01.02	ENCOFRADO NORMAL Y DESENCOFRADO CIMENTO		m2	76.62		0.992		73.187	73.19	96%
02.03.01.03	ACERO fy = 4.200 kg/cm2 EN MUROS EN CIMENTO ARMADO		Kg	4.467.89		57.852		4267.723	4267.72	96%
02.03.01.04	CURADO CON ADITIVO EN MUROS EN CIMENTO ARMADO		m2	76.62		0.992		73.187	73.19	96%
02.03.02	ZAPATAS								0.00	
02.03.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 PARA ZAPATAS - TIPO I	Z.C.	m3	98.18	127.95	0.752	126.80	95.316	95.32	99%
02.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ZAPATAS		m2	113.82		0.890		112.797	112.80	99%
02.03.02.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 EN ZAPATAS		Kg	4.218.66		32.971		4180.743	4180.74	99%
02.03.02.04	CURADO CON ADITIVO EN ZAPATAS		m2	113.82		0.890		112.797	112.80	99%
02.03.03	VIGA DE CIMENTACION								0.00	
02.03.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=210 kg/cm2 PARA VIGA CIMENTACION -	V.C.C.	m3	2.01	1.97	1.020	1.97	2.010	2.01	100%
02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGA DE CIMENTACION.		m2	14.06		7.137		14.060	14.06	100%
02.03.03.03	ACERO fy= 4200 kg/cm2 EN VIGAS DE CIMENTACION		Kg	712.69		361.772		712.690	712.69	100%
02.03.03.04	CURADO CON ADITIVO EN VIGA DE CIMENTACION		m2	14.06		7.137		14.060	14.06	100%
02.03.03.05	CAMA DE ARENA e=5cm		m	6.94		3.523		6.940	6.94	100%
02.03.04	MUROS PERIMETRICOS								0.00	
02.03.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=245 kg/cm2 PARA MUROS - TIPO I	M.C.PE.	m3	88.92	82.85	1.073	59.99	64.382	64.38	72%
02.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS		m2	451.13		5.445		326.654	326.65	72%
02.03.04.03	ACERO fy = 4.200 kg/cm2 EN MUROS		Kg	6.488.16		78.312		4697.944	4697.94	72%
02.03.04.04	CURADO CON ADITIVO EN MUROS		m2	451.13		5.445		326.654	326.65	72%
02.03.05	MUROS ARMADOS								0.00	
02.03.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=245 kg/cm2 PARA MUROS - TIPO I	M.C.A.	m3	137.22	111.79	1.227	19.73	24.210	24.22	18%
02.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS		m2	2.213.36		19.799		390.640	390.64	18%
02.03.05.03	ACERO fy = 4.200 kg/cm2 EN MUROS		Kg	9.605.40		85.924		1695.273	1695.27	18%
02.03.05.04	CURADO CON ADITIVO EN MUROS		m2	2.188.42		19.578		398.238	398.24	18%
02.03.06	PLACAS								0.00	
02.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=245 kg/cm2 PARA PLACAS - TIPO I	M.C.P.	m3	482.63	469.28	0.986	195.02	192.369	192.37	40%
02.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS. 1 Y 2 CARAS		m2	3.832.97		7.834		1527.767	1527.77	40%
02.03.06.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 EN PLACAS		Kg	46.619.56		95.282		18581.889	18581.89	40%
02.03.06.04	CURADO CON ADITIVO EN PLACAS		m2	3.832.97		7.834		1527.767	1527.77	40%
02.03.07	COLUMNAS								0.00	
02.03.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=245 kg/cm2 PARA COLUMNAS - TIPO I	C.C.	m3	61.49	59.43	1.035	27.68	28.639	28.64	47%
02.03.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS		m2	608.42		10.238		283.377	283.38	47%
02.03.07.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 EN COLUMNAS RECTAS		Kg	20.056.06		337.474		9341.271	9341.27	47%
02.03.07.04	CURADO EN COLUMNAS RECTAS		m2	608.42		10.238		283.377	283.38	47%

Figura 6-11: Metrado de todas las partidas acumulado a la semana 23  
(Anexo T)  
(Fuente Propia)

El metrado obtenido (columna "J" de la Figura 6-11), se multiplica con los precios unitarios contratados (columna "E" de la Figura 6-12) para obtener el costo acumulado (columna "M"), éste se resta del acumulado anterior (columna "I") para la obtención de la valorización actual (columna "K" de la Figura 6-12). De manera similar se puede hacer la valorización para las otras especialidades, no se pudo desarrollar en campo ya que se estaba tratando como piloto para futuros proyectos la valorización de estructuras.



VALORIZACION N°6														
Item	Descripción partida	Und	Metrado	PU	Sub-Total	P. Total	FECHA:				SALDO POR VALORIZAR			
							VALORIZACION ANTERIOR	VALORIZACION ACTUAL	VALORIZACION ACUMULADA					
							%	MONTO	%	MONTO	%	MONTO	%	MONTO
Obra : HOTEL						5,727,263.99								
Propietario : Ubicación :						4,262,888.48								
02	ESTRUCTURAS													
2.03	CONCRETO ARMADO													
02.03.01	CIMIENTO ARMADO													
02.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> PARA CIMENTO A6	m3	74.62	698.63	52,131.40	93.88%	48,943.99	1.54%	854.00	95.52%	49,797.99	4.48%	2,333.41	
02.03.01.02	ENCOFRADO NORMAL Y DESENCOFRADO CIMENTO	m2	76.62	109.60	8,397.36	94.04%	7,897.16	1.48%	124.28	95.52%	8,021.44	4.48%	375.92	
02.03.01.03	ACERO f <sub>y</sub> = 4,200 kg/cm <sup>2</sup> EN MUROS EN CIMENTO ARMADO	Kg	4,467.89	7.83	34,983.58	94.73%	33,139.66	0.79%	276.59	95.52%	33,416.25	4.48%	1,567.33	
02.03.01.04	CURADO CON ADITIVO EN MUROS EN CIMENTO ARMADO	m2	76.62	3.40	260.32	92.95%	241.97	2.57%	6.69	95.52%	248.66	4.48%	11.66	
02.03.02	ZAPATAS													
02.03.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> PARA ZAPATAS - TI	m3	96.18	698.63	67,193.75	95.99%	65,172.04	2.11%	1,420.90	99.11%	66,592.94	0.89%	600.81	
02.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ZAPATAS	m2	113.82	109.60	12,474.39	92.91%	11,590.16	6.19%	772.44	99.10%	12,362.60	0.80%	111.79	
02.03.02.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> EN ZAPATAS	kg	4,218.06	7.83	33,032.11	87.18%	28,707.46	11.92%	3,937.73	99.10%	32,735.19	0.90%	296.92	
02.03.02.04	CURADO CON ADITIVO EN ZAPATAS	m2	113.82	3.40	386.70	92.91%	359.29	6.19%	23.95	99.11%	383.24	0.89%	3.46	
02.03.03	VIGA DE CIMENTACION													
02.03.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> PARA VIGA CIMENT	m3	2.01	698.63	1,404.24	99.93%	1,403.19	0.07%	1.05	100.00%	1,404.24	-	-	
02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGA DE CIMENTACION	m2	14.06	109.60	1,540.94	100.00%	1,540.94	-	-	100.00%	1,540.94	-	-	
02.03.03.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> EN VIGAS DE CIMENTACION	kg	712.89	7.83	5,580.36	100.00%	5,580.39	0.00%	0.03	100.00%	5,580.36	-	-	
02.03.03.04	CURADO CON ADITIVO EN VIGA DE CIMENTACION	m2	14.06	3.40	47.77	100.00%	47.77	-	-	100.00%	47.77	-	-	
02.03.03.05	CAMA DE ARENA e=5cm	m	6.94	270.00	1,873.80	99.97%	1,873.27	0.03%	0.53	100.00%	1,873.80	-	-	
02.03.04	MUROS PERIMETRICOS													
02.03.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =245 kg/cm <sup>2</sup> PARA MUROS - TIP	m3	88.82	750.38	66,720.04	70.00%	46,704.03	2.41%	1,605.11	72.41%	48,309.14	27.59%	18,410.90	
02.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS	m2	451.13	116.75	52,670.48	70.00%	36,869.34	2.41%	1,287.86	72.41%	38,157.20	27.59%	14,533.28	
02.03.04.03	ACERO f <sub>y</sub> = 4,200 kg/cm <sup>2</sup> EN MUROS	Kg	6,488.16	7.83	50,802.28	70.36%	35,746.02	2.04%	1,038.85	72.41%	36,784.87	27.59%	14,017.41	
02.03.04.04	CURADO CON ADITIVO EN MUROS	m2	451.13	3.40	1,532.71	70.00%	1,072.90	2.41%	36.89	72.41%	1,109.79	27.59%	422.92	
02.03.05	MUROS ARMADOS													
02.03.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =245 kg/cm <sup>2</sup> PARA MUROS - TIP	m3	137.22	750.38	102,996.46	12.68%	13,060.02	4.97%	5,114.06	17.65%	18,174.08	82.35%	84,793.38	
02.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS	m2	2,213.36	104.00	230,178.37	8.41%	19,361.75	9.24%	21,282.86	17.65%	40,644.61	82.35%	189,533.76	
02.03.05.03	ACERO f <sub>y</sub> = 4,200 kg/cm <sup>2</sup> EN MUROS	Kg	9,605.40	7.83	75,210.28	12.25%	9,212.12	5.40%	4,051.84	17.65%	13,273.96	82.35%	61,936.32	
02.03.05.04	CURADO CON ADITIVO EN MUROS	m2	2,188.42	3.40	7,435.16	10.27%	763.22	7.38%	549.03	17.65%	1,312.25	82.35%	6,122.91	
02.03.06	PLACAS													
02.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =245 kg/cm <sup>2</sup> PARA PLACAS - TI	m3	482.63	750.38	362,153.49	19.90%	72,067.70	19.96%	72,281.94	39.86%	144,349.64	60.14%	217,803.85	
02.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS, 1 Y 2 CARAS	m2	3,832.97	104.00	398,099.72	16.22%	64,646.78	23.54%	84,233.66	39.86%	150,880.44	60.14%	239,129.28	
02.03.06.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> EN PLACAS	kg	46,619.66	7.83	365,031.15	24.59%	89,762.41	15.27%	55,733.79	39.86%	145,096.20	60.14%	210,534.95	
02.03.06.04	CURADO CON ADITIVO EN PLACAS	m2	3,832.97	3.40	13,022.52	16.22%	2,112.00	23.64%	3,078.60	39.86%	5,190.60	60.14%	7,831.92	

Figura 6-12: Valorización de obra especialidad de estructura del mes 6

Anexo U  
(Fuente Propia)

6.4 INFORMES DE CONTROL DE CALIDAD.

De la información generada en el apartado 5.1 ( donde se desarrolló el proceso de gestión de la información de las NC de obra y su actualización al modelo por medio de Dynamo y Flux); esa información sirve para generar informes gráficos de Control de calidad mensuales de obra para la supervisión y/o cliente mediante Dynamo, este informe lo realiza el ingeniero de calidad en formato Excel como se ve en la Figura 6-13.

ESTATUS DE NO CONFORMIDADES AL 23-03-17								
ITEM	ELEMENTO	TIPOLOGIA	Descripción	Fecha recibida	Fecha respuesta	Acción	Estado	Proceso
NC-01	Walls	S	Muro 21 , ejes 1/A-C con segregación del concreto	17-Dic-16	14-Ene-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA
NC-02	Walls	S	Muro 30 , ejes 34/D-E con segregación del concreto	17-Dic-16	14-Ene-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA
NC-03	Floors	O	Losas, ejes A-B/1-2 el acabado no corresponde al detallado en el cuadro de acabados( Piso de cemento barnido)	17-Dic-16			NO Respondido	NO LEVANTADA
NC-04	GENERAL	O	Durante la inspeccion de obra del dia 20.12.16 , se observa que no existe una ruta de acceso con las condiciones de seguridad adecuadas	20-Dic-16	22-Dic-16	SE LE LLAMO LA ATENCION AL CONTRATISTA POR OBSTACULIZAR LA ZONA DE ACCESO , SE LIMPIO Y SE PROCEDIO A VOLVER A SEÑALIZAR.	Respondido	LEVANTADA
NC-05	Walls	S	Durante la inspeccion post vaciado del Muro 28 , ubicado entre los ejes 4-5/C-D se encontro segregacion del concreto en diversas areas del muro.	20-Dic-16	14-Ene-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA
NC-06	GENERAL	O	Se observa equipo de encofrado en mal estado que podran ocasionar defectos en la revision post vaciado. OBLIGACION DE CONTRATISTA: v) EL CONTRATISTA debera utilizar encofrados nuevos o en excelente estado de conservacion pues no se admitiran irregul	20-Dic-16			NO Respondido	NO LEVANTADA
NC-07	Walls	C	Al inspeccionar el post vaciado del MURO 21 Y LA PLACA 4, ubicado en entre los ejes A,C/1,2 se encontro la presencia de segregaciones, cangrejeras y compuertas de vaciado en linea recta lo cual ocasionaran juntas frias	30-Dic-16	06-Ene-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA
NC-08	Structural Columns	S	Al inspeccionar el post vaciado del C-10, ubicado en entre los ejes B/2 se encontro la presencia de segregaciones.	30-Dic-16	14-Ene-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA

Figura 6-13: Ejemplo de Estatus de NC  
(Fuente Propia)

El análisis conceptual del algoritmo se observa en la Figura 6-14, la clave está en utilizar la información que brinda Excel para generar el gráfico, colocar leyenda y

título; se carga una imagen que se junta con toda la data generada para presentar el reporte. El resultado son reportes gráficos apreciados en la Figura 6-15, Figura 6-16, Figura 6-17, Figura 6-18, Figura 6-19. Estos informes aprovechan toda la información disponible para la generación de reportes.

El algoritmo y su descripción en Dynamo del reporte de “Elementos No Conformes (Figura 6-15)”, se aprecia en la Figura 6-20, los algoritmos de los otros reportes son parecidos por lo que no se van a describir, pero sí estará su algoritmo correspondiente en los anexos.

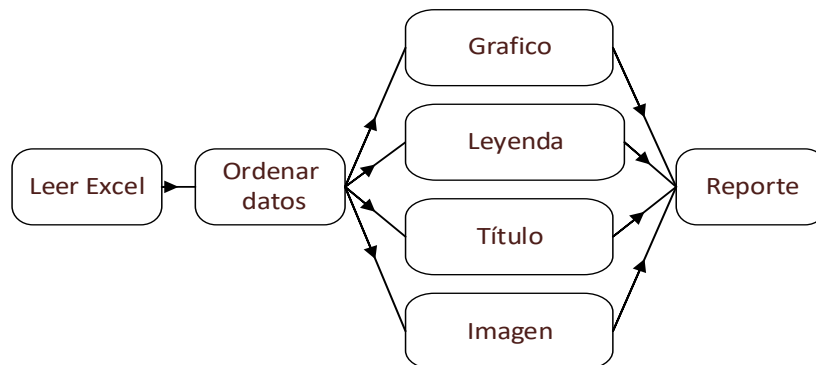


Figura 6-14: Algoritmo de creación de informes  
(Fuente Propia)

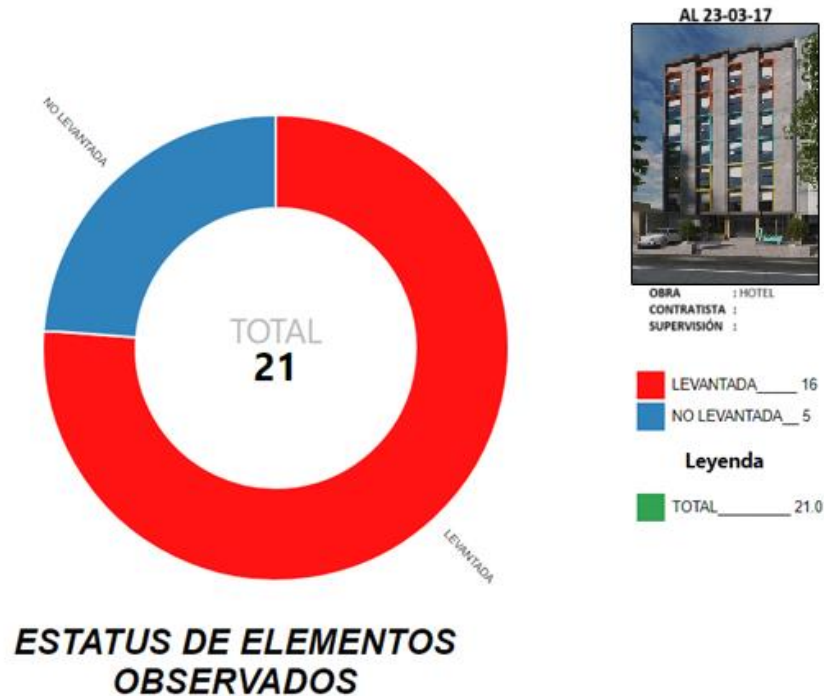


Figura 6-15: Grafico del estatus de Elementos No Conformes  
(Fuente Propia)

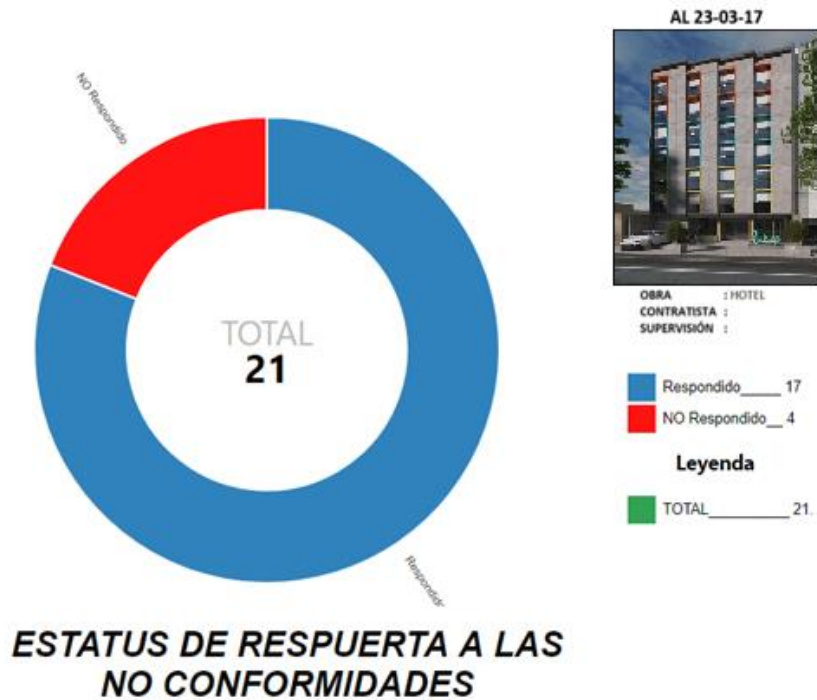


Figura 6-16: Grafico del estatus de Respuesta a las No Conformidades (Fuente Propia)

**NO CONFORMIDADES VS TIPO DE ELEMENTO**

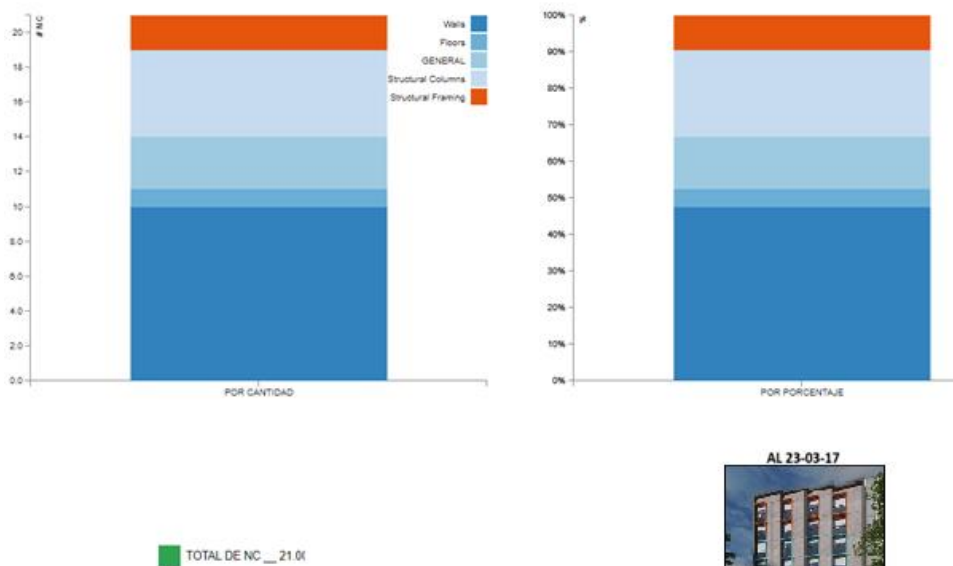
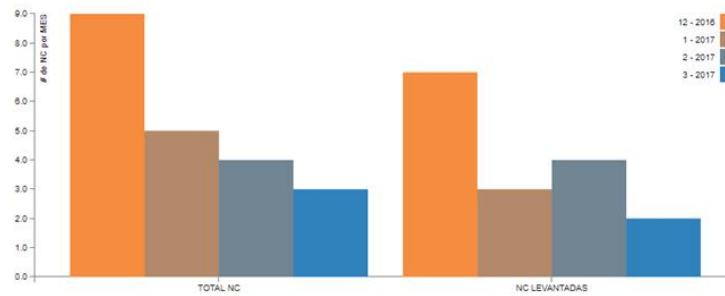


Figura 6-17: Grafico de No Conformidades VS Tipo de elemento (Fuente Propia)

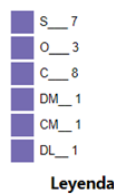
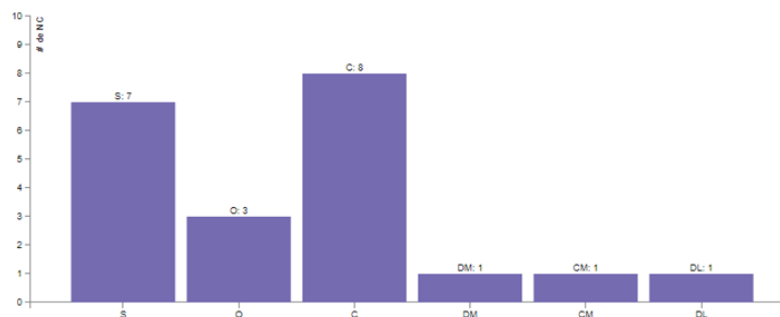
### TRABAJOS NO CONFORMES TOTAL VS LEVANTADOS POR MES



TOTAL 21.0000

Figura 6-18: Grafico de Total No Conformidades VS NC Levantadas por mes (Fuente Propia)

### TIPOLOGIA DE NO CONFORMIDADES



TOTAL 21.000000

Figura 6-19: Grafico de Tipología de No Conformidades (Fuente Propia)

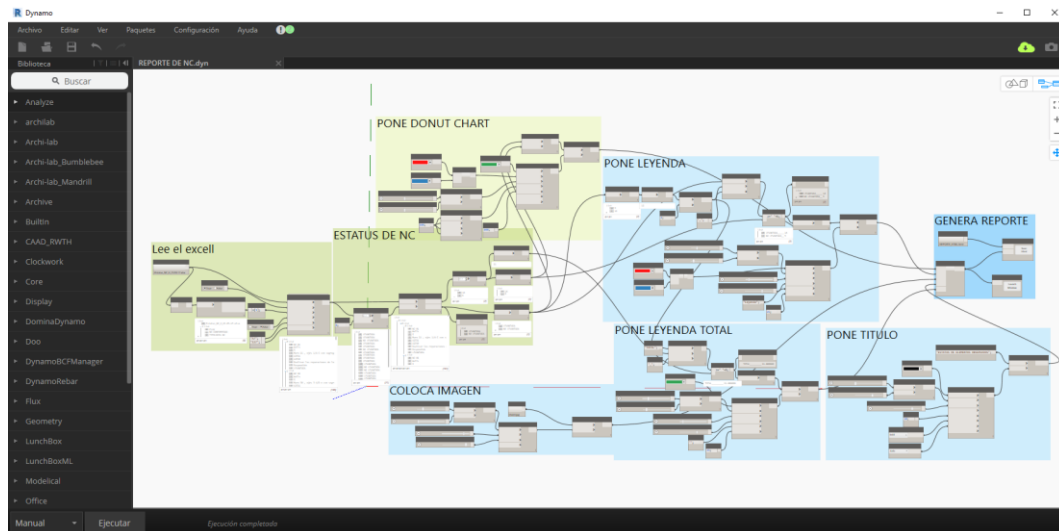


Figura 6-20: Grupo de nodo para reporte de “Elementos No Conformes”  
(Anexo V)  
(Fuente Propia)

A continuación, se describe los nodos y grupos utilizados en Dynamo:

- El grupo “Lee el Excel” a través de **Excel.GetExcelFileInfo**, permite seleccionar la Hoja del libro de Excel “NO CONFORMIDAD” la que contiene el informe que se ve en la Figura 6-13; **Read Excel** lee por filas en cada lista desde la celda “A7” al “I27”.
- El grupo “Estatus de NC” obtiene los elementos ubicados en la posición 8 de cada sub-lista que corresponde al parámetro “LEVANTADA” O “NO LEVANTADA”, esto nos sirve para agrupar los datos en 2 grupos mediante **List.GroupByKey**. Se utiliza el nodo **List.Count** para contar los elementos en cada grupo y sumarlos para saber de cuántos elementos su “No Conformidad” ha sido levantada o no y el total de elementos “No Conformes”.
- El grupo “Pone Donut Chart”, define el gráfico tipo dona, con **DonutChart.Data** se define el estilo, el primer puerto de entrada *HoverColor*, permite elegir el color cuando el puntero del mouse pasa encima de la dona; *Color*, el color de los grupos de valores; *Address* con el nodo **MiscNodes.Address**, posiciona el grafico en las coordenadas deseada; *Margins*, el espesor del margen en pixeles; *Width*, el ancho del grafico en pixeles; *labels*, las etiquetas de los grupos de valores. En el nodo **DonutChart.data**, se enlazan los datos de las etiquetas y sus valores del estado de levantamiento de las No Conformidades obtenidas en el grupo

“Estatus NC”. Tanto el estilo y los datos del gráfico sirven de entrada para que **DonutChart.Chart** construya el reporte, para visualizar el reporte se utiliza **Create.Report** y **Report Window**, al hacer clic en *Launch Window*, aparece una ventana con el gráfico como se ve en la Figura 6-21.

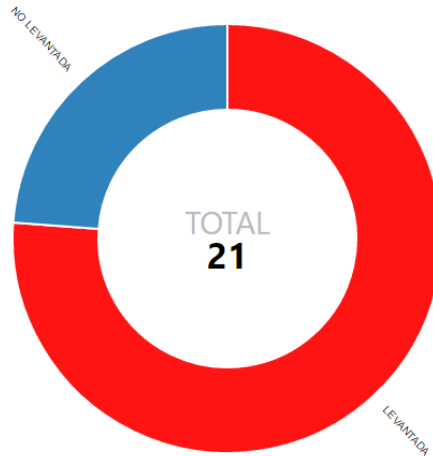


Figura 6-21: Generación gráfico tipo Dona  
(Fuente Propia)

- El grupo “PONE LEYENDA” a través **Legend.Data**, coloca las etiquetas a mostrarse, estas se preparan con un nodo personalizado que junta las etiquetas de los grupos de valores y sus valores. El nodo **Legend.Style** ajusta los estilos de visualización de las etiquetas como se ve en la Figura 6-22.

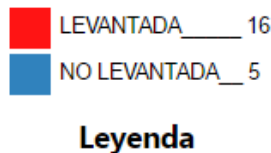


Figura 6-22: Generación de Leyenda  
(Fuente Propia)

- El grupo “PONE LEYENDA TOTAL”, logra lo mismo que el grupo anterior, sirve para colocar la leyenda con la totalidad de Elementos No Conformes. Figura 6-23.

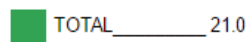


Figura 6-23: Generación de Leyenda total de elementos No Conformes  
(Fuente Propia)

- En grupo “PONE TITULO”, a través del nodo **Text.Create**, se encarga de incorporar texto al gráfico; **Text.Style**, define sus propiedades de visualización, color, ancho, tamaño, tipo y forma de texto. Se utiliza para poner el título del grafico coo se ve en la Figura 6-24.

### **ESTATUS DE ELEMENTOS OBSERVADOS**

Figura 6-24: Generación de texto para el reporte  
(Fuente Propia)

- “COLOCA IMAGEN”, incorpora cualquier imagen para el reporte, se utilizó para colocar el logotipo de la empresa o la imagen render del edificio como se ve en Figura 6-25, se crea con el nodo **Image.Create**, la cual pide la ubicación del archivo a través de **File Path** y su posición y tamaño con **Image.Style**.



Figura 6-25: Generación de imagen para el reporte  
(Fuente Propia)

- Finalmente “GENERA REPORTE”, junta todos los elementos generados en los grupos anteriores con **Create Report**, para su visualización en dynamo se utiliza **Report Window**, también es posible generar un archivo con extensión Html o pdf.
- **Paquete utilizado Archi-lab\_Mandrill:** autor ksobon.

## CONCLUSIONES

- La utilización de Dynamo para Revit mejora la gestión de la información en etapas de planificación, modelado y construcción de una edificación, brindando soluciones e intervenciones específicas que son útiles tenerlas a la mano ya que cuando aparece el problema es la única solución viable a corto tiempo, si no se tendrá que tomar más días para modelar, controlar, hacer reportes y gestionar la información.
- La información de los planos CAD, si está bien dibujado y coordinado, ya contiene la información necesaria para la construcción, la utilización de “bloques” permite el paso de información de AutoCAD a Revit para lo cual Dynamo resulta ser el nexo, su modelado se ve enormemente facilitado al no tener que utilizar los calcos referenciales importando o insertando al modelo, incrementando su tamaño, también evita el error humano que puede originarse al pasar la información a Revit manualmente. Aun no se puede hablar de modelar automáticamente de AutoCAD a Revit, sino de colocar algunos elementos automáticamente mediante la extracción de sus coordenadas mediante un comando de AutoCAD.
- La realización de reportes a través de Dynamo utiliza la información ya generada en el modelo a la cual se puede incorporar la de otros departamentos como el de Calidad (Control de las No Conformidades) que generalmente no trabajan directamente con Revit y hacen sus informes a través de archivos Excel, esta bidireccionalidad de información mejoró con Dynamo ya que utilizar las tablas de información de Revit y el relleno de parámetros se torna engorroso.
- El tiempo realizado en la creación del algoritmo de Dynamo son rápidamente recuperadas en otros proyectos donde solo se actualiza los archivos de entradas y se ejecuta el código; por ejemplo, los nodos del Capítulo III: *creación de subproyectos, creación de vistas 3D para cada subproyecto y creación de parámetros de proyecto*, serán directamente ejecutados en otros proyectos simplificando el flujo de modelado.
- El modelado en Revit de elementos del tipo suelos o pisos arquitectónicos (creación de pisos acabados como el contrapiso, enchapes, laminados, entre otros acabados) se redujo significativamente al utilizar las habitaciones donde se puede aprovechar el área, perímetro y volumen.



Modelar 25 suelos o pisos arquitectónicos por planta manualmente se simplificó con un algoritmo en la que se seleccionó también el tipo de suelo por nombre de habitación.

- Se tuvo retrasos en la identificación y levantamiento de las No Conformidades de Obra, por lo que se planteó a la supervisión la utilización de Dynamo y Revit para su identificación y reportes, pero se tenía que cambiar el flujo de recepción y seguimientos de las NC por parte de la supervisión, a una estructura más horizontal y colaborativa donde los reportes se colgaban en un archivo en la nube.
- El control de avance de obra y la utilización de colores para representarlo resultó muy útil, especialmente para las reuniones con la supervisión y el cliente, los cuales se podía explicar las actualizaciones de programación, restricciones y ritmo de obra.
- La vinculación del modelo con el presupuesto a través de una EDT creada con las primeras letras de los nombres de los elementos fue muy útil, se aprovechó la información de avance de obra para la obtención de metrados y la correspondiente valorización mensual, agilizando y ahorrando esfuerzos. Se evidencio que utilizar las primeras letras de los nombres de los elementos para la vinculación del presupuesto no es tan conveniente y genera algunas confusiones para la estandarización de procedimientos, se pactó que para otros proyectos se utilizaran parámetros que contenga el código de la EDT o vincularlos mediante Notas Claves de elementos y materiales en Revit.
- Se logro integrar, agilizar y agregar valor a los reportes de “Estatus de No Conformidades” y vincularlos con el modelo para que a partir del reporte en formato Excel del área de calidad se actualice el parámetro “NC levantada” para su seguimiento en el modelo; también se utilizó este parámetro para generar reportes visuales donde se coloreaba de color rojos los elementos que aún no han sido levantadas su conformidad, ayudando a identificarlos. Finalmente se generaron reportes gráficos en formato “html”. Muy utilices para las reuniones ejecutivas.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda formalizar los códigos para su utilización en procedimientos estándares, incluirlos en los libros de estilos de la empresa constructora o diseñadora para que ayude su utilización en otros proyectos, la capacitación y motivación al personal para así incrementar el repositorio de algoritmos en la empresa.
- Es importante comunicar a la supervisión y al cliente el alcance de los reportes para su aceptación, actualmente hay proyectos piloto con la metodología BIM en proyectos del Estado, desde su diseño como la “Escuela de Oficiales de Chorrillos” donde la supervisión y el cliente han aceptado el reporte de metrados de los programas BIM como sustento de metrado para las valorizaciones de obra.
- Dynamo es frágil al manipular los nodos, por lo que se recomienda informar al usuario que no debe modificarlos si no tiene conocimientos básicos de programación, para salvar este inconveniente se puede estandarizar colores para grupos de nodos donde determinados colores indiquen por ejemplo la entrada de información y otros colores que no se deben manipular.
- Dynamo constantemente se está actualizando, por lo que al actualizarlo se debe también actualizar los paquetes instalados ya que pueden no funcionar.
- Se recomienda incorporar al departamento de presupuestos la constructibilidad del modelo, así se puede estandarizar metrados y nomenclatura para facilitar la vinculación del presupuesto con el modelo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Autodesk BIM 360°. 2016.** Autodesk and the UK BIM Level 2 Mandate. Abril 19, 2016.

**Autodesk Dynamo Studio. 2017.** The Dynamo Primer. [Online] 2017. [Cited: Abril 03, 2017.] <http://dynamoprimer.com>.

**BIMForum the US chapter of buildingSMART International. 2016.** Level of Development Specification. Octubre 19, 2016.

**BSI Standards Limited. 2014.** BS 1192-4:2014. *Producción colaborativa de información Parte 4: Cumplimiento de los requisitos de intercambio de información del empleador utilizando COBie - Código de prácticas.* Londres : s.n., 2014.

—. **2013.** PAS 1192-2:2013. *Especificación para la gestión de la información para la fase de capital / entrega de proyectos de construcción utilizando modelado de información de construcción.* Londres : s.n., 03 2013.

—. **2014.** PAS 1192-3:2014. *Especificación para la gestión de información para la fase operativa de activos utilizando modelado de información de construcción.* Londres : s.n., 2014.

—. **2015.** PAS 1192-5:2015. *Especificación para modelado de información de construcción con enfoque de seguridad, entornos construidos digitalmente y administración inteligente de activos.* Londres : s.n., 2015.

**BuildingSMART Spanish Chapter. 2014.** Guía de Usuarios BIM. *Parte General.* Octubre 2014.

**Department for business innovation and skills. 2017.** BIM Level 2 Explained. *BIM Level 2.* [Online] 2017. <http://bim-level2.org/en/about/>.

—. **2017.** Introduction BIM Level 2 Guidance. 2017.

**Ideate Software. 2017.** ideate software. [Online] 2017. <http://ideatesoftware.com/ideateexplorer>.

**Mattos, Aldo D and Valderrama, Fernando. 2014.** *Metodos de Plnificación y Control de obra, Del diagrama de barras al BIM.* Barcelona : REVERTÉ S.A., 2014.

**Ministerio de Economía y Finanzas. 2018.** Decreto Legislativo N°1444. *Decreto Legislativo que modifica la Ley N°30225, Ley de Contrataciones del Estado.* s.l. : El Peruano, 2018.

—. **2017.** Reglamento de la Ley 30225. 2017.

**Ministerio del Interior. 2018.** Experiencia en la aplicación del BIM en Obras Públicas. *Exposición ante el Comité Técnico de Normalización "Modelado BIM"*. Lima : s.n., 2018.

**Moran Tello, Carlos Enrique. 2008.** *Gerencia de Control de Costos en Obras Civiles y Montaje*. Lima : CECY´S, 2008.

**Musquiz, Luis. 2017.** Cadenas hoteleras sumarían 21 proyectos en segmentos medio y de lujo en seis años. *EL MERCURIO*. 2017.

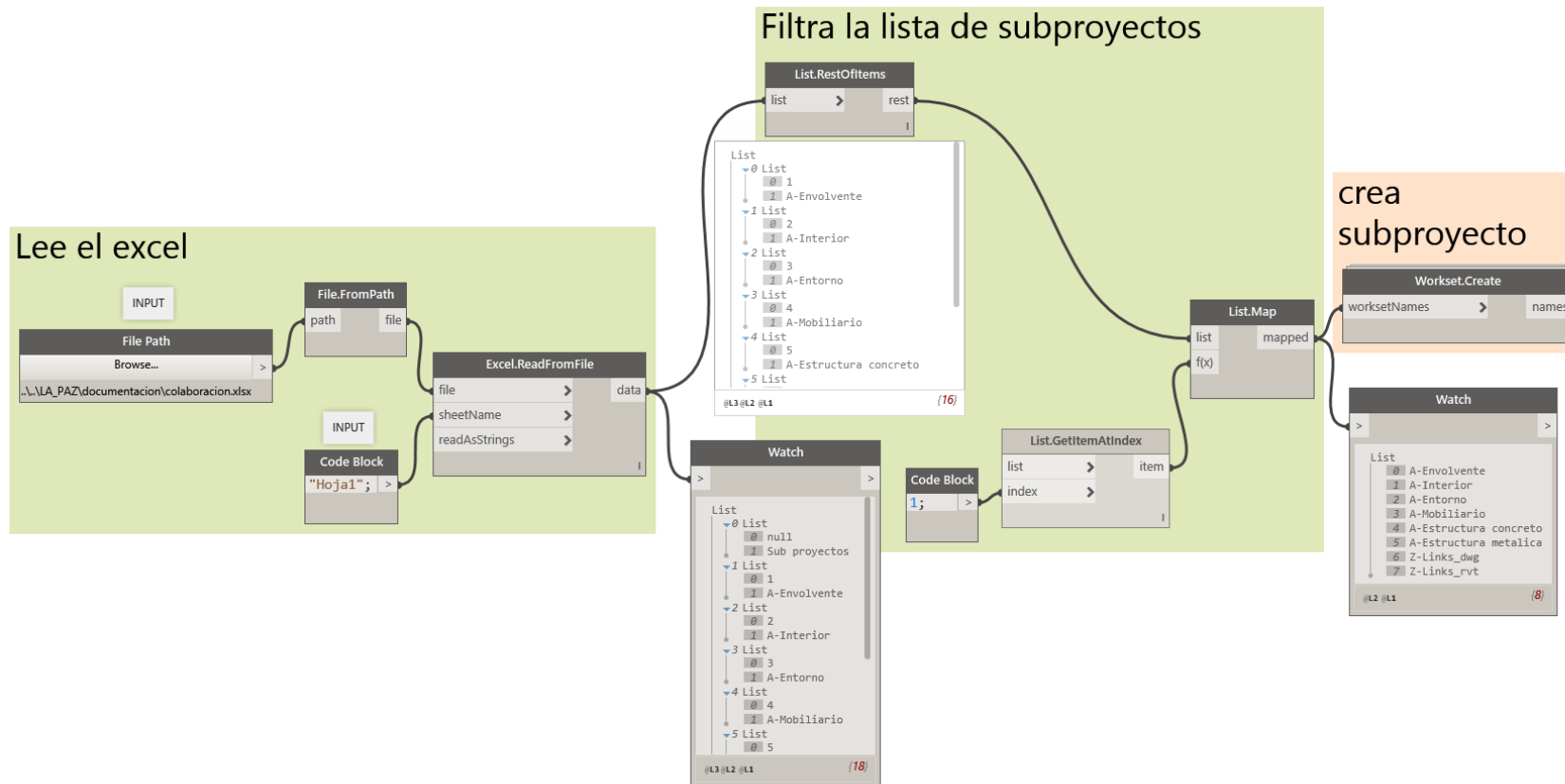
**Olaware and Sun. 2010.** Cost and time control of construction project. *Construction Management and Economics*. 2010.

**Ramos Salazar, Jesus. 2008.** *Costos y Presupuestos en Edificaciones*. Lima : GESCO S.R.L., 2008.

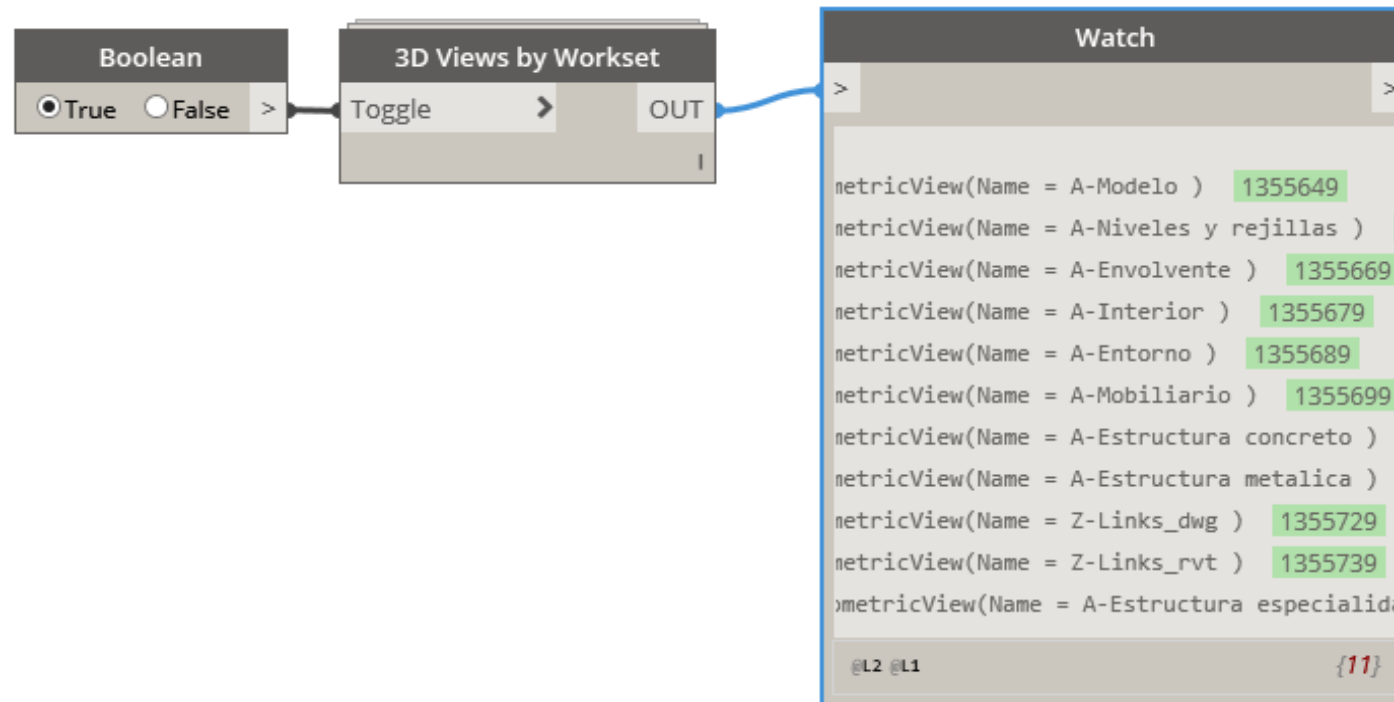
**Serpell Bley, Alfredo and Alarcón Cárdenas, Luis. 2015.** *Planificación y Control de Proyectos*. Santiago : Salesianos Impresora S.A., 2015.

## ANEXOS

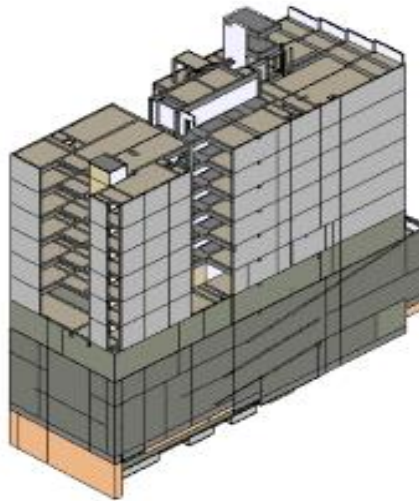
### Anexo A. Creación de Sub proyectos



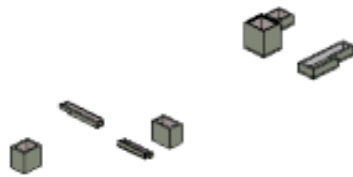
## Anexo B. Creación de vistas 3D de los subproyectos



### Anexo C. Vistas 3D de cada subproyecto



A-Estructura concreto



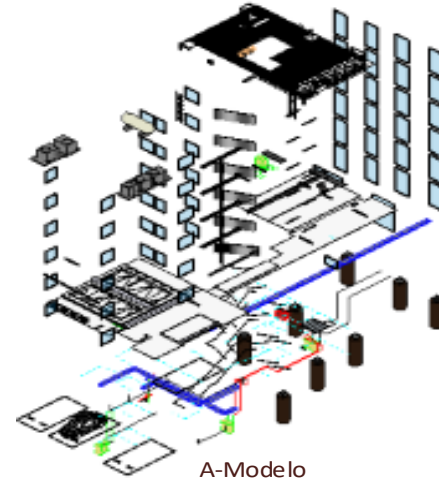
A-Estructura especialidades

#### Vista 3D

- ..... Vista 3D: A-Entorno
- ..... Vista 3D: A-Envolverte
- ..... Vista 3D: A-Estructura concreto**
- ..... Vista 3D: A-Estructura especialidades
- ..... Vista 3D: A-Estructura metalica
- ..... Vista 3D: A-Interior
- ..... Vista 3D: A-Mobiliario
- ..... Vista 3D: A-Modelo
- ..... Vista 3D: A-Niveles y rejillas
- ..... Vista 3D: Z-Links\_dwg
- ..... Vista 3D: Z-Links\_rvt



A-Estructura metalica



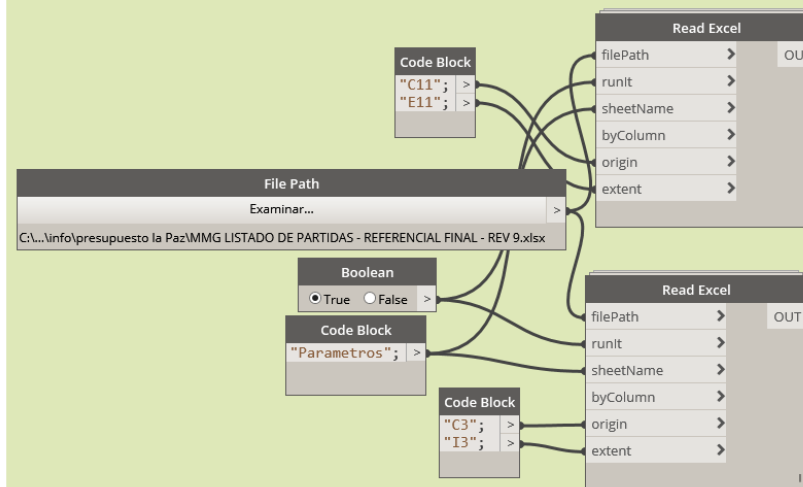
A-Modelo



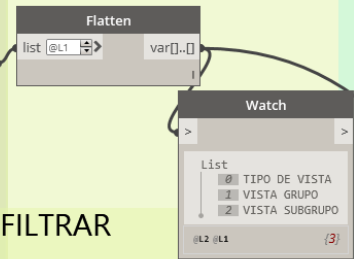
A-Interior

### Anexo D. Creación automática de parámetros

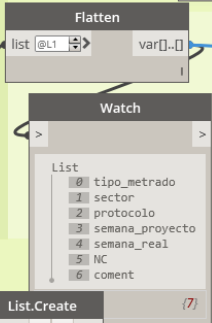
#### LEER EXCEL



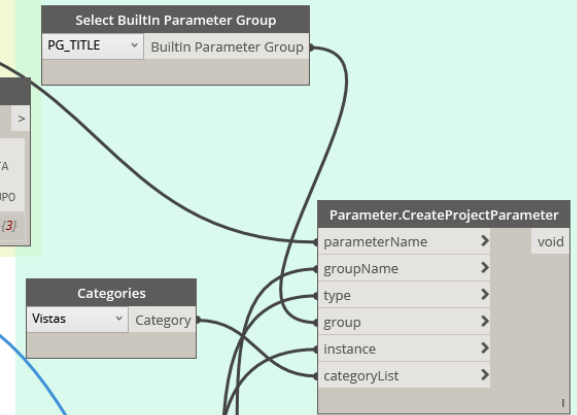
#### FILTRAR



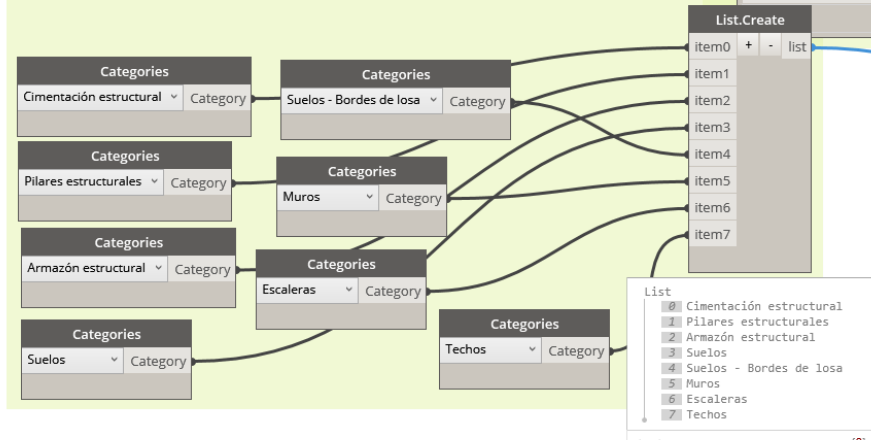
#### FILTRAR



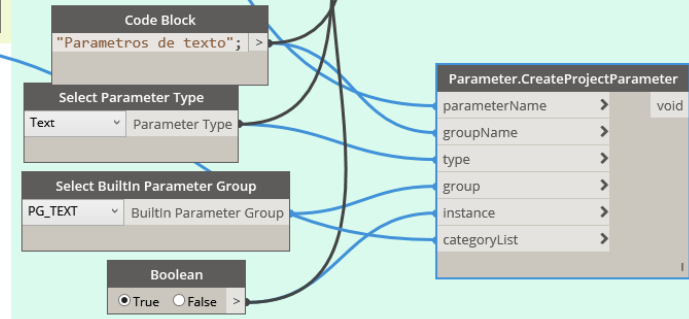
#### CREO PARAMETRO



#### CATEGORIAS

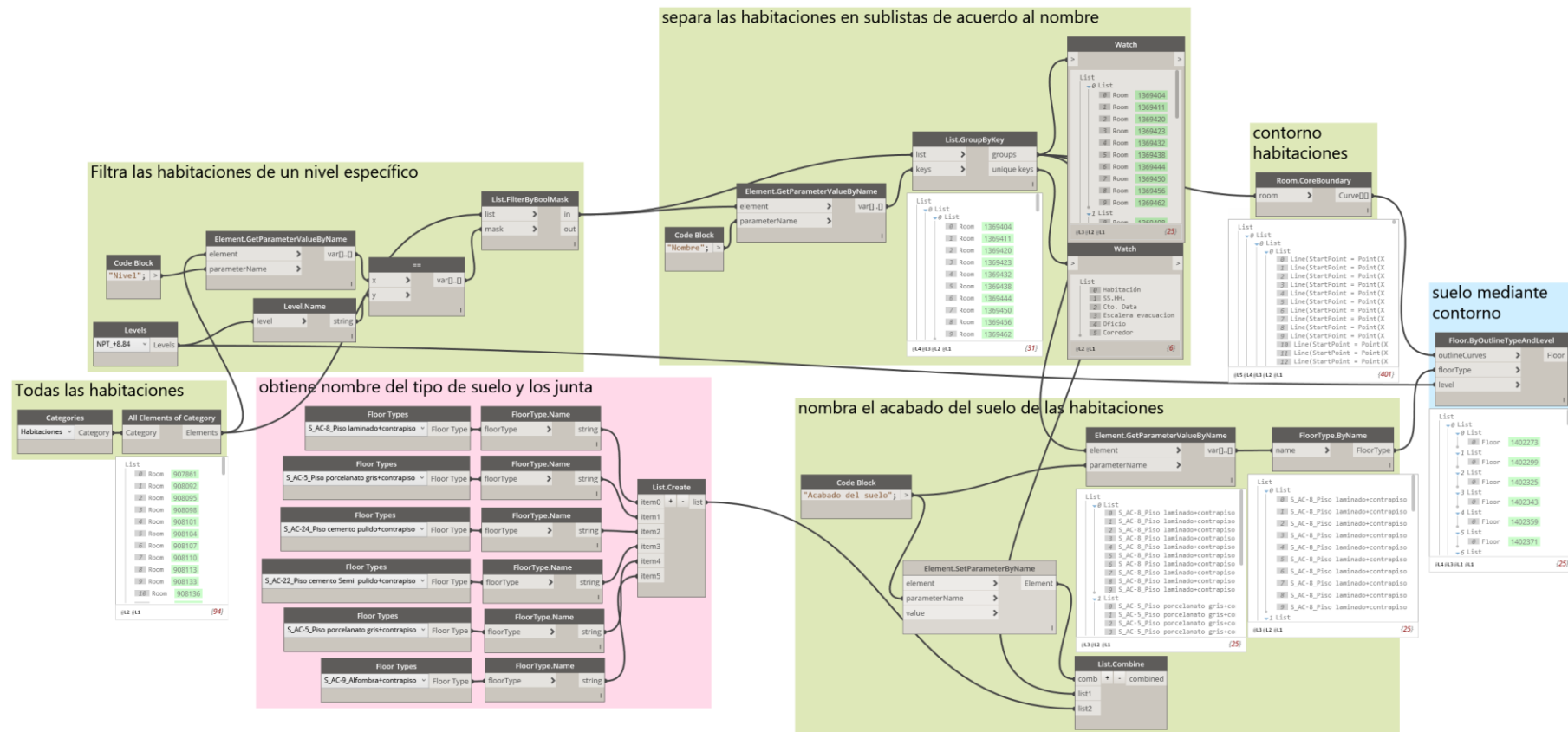


#### CREO PARAMETRO

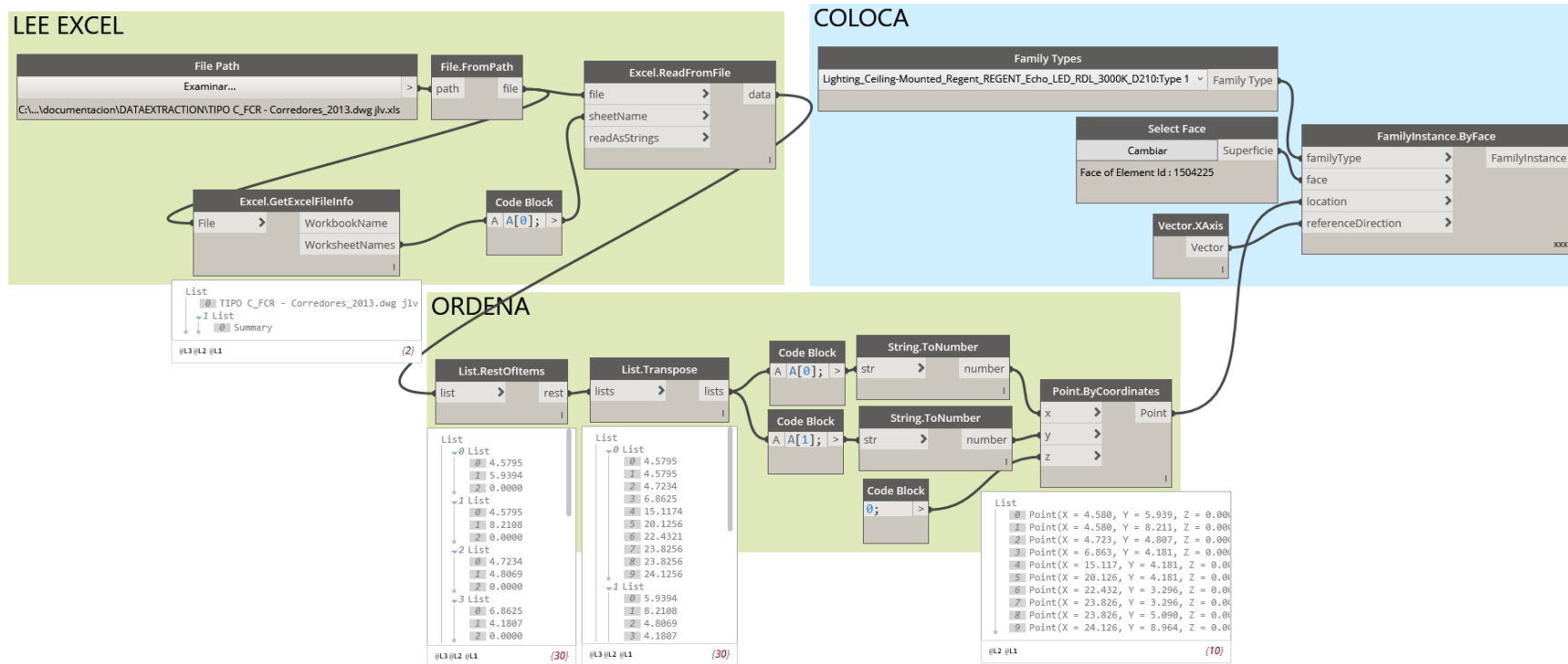




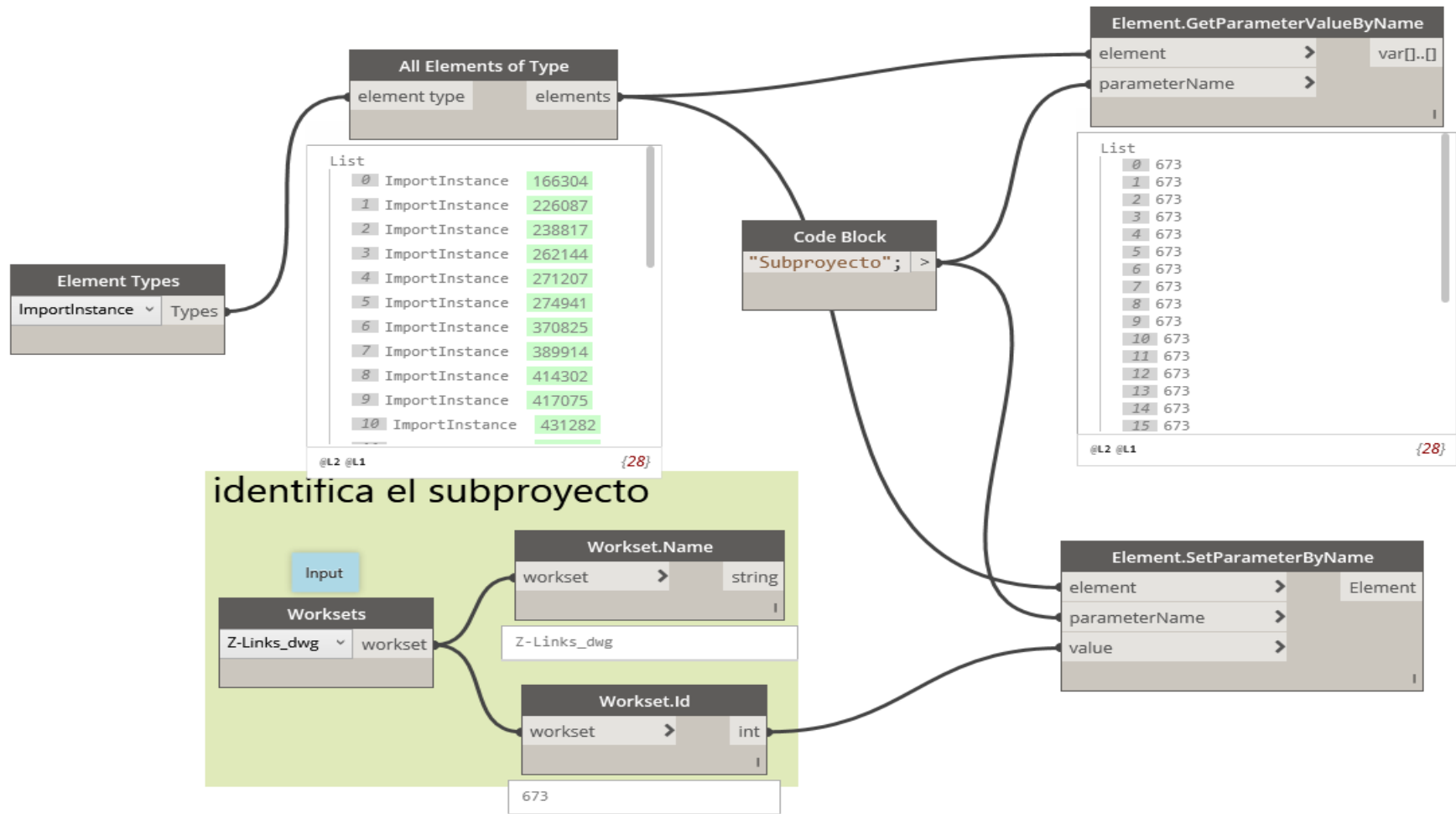
## Anexo E. Creación de pisos a través de habitaciones



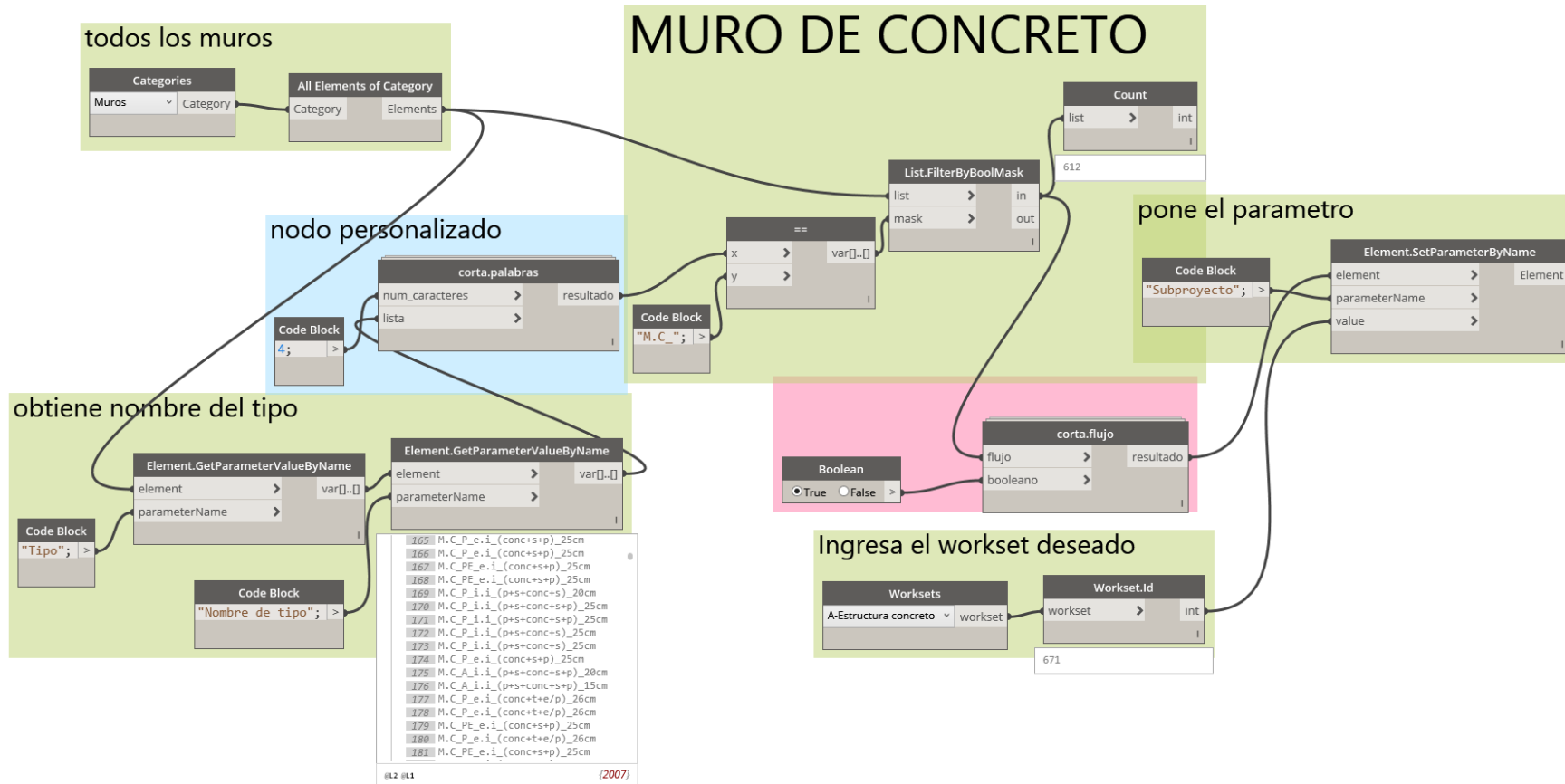
**Anexo F. Grupo de nodo para creación de elementos en Revit utilizando información de AutoCAD.**



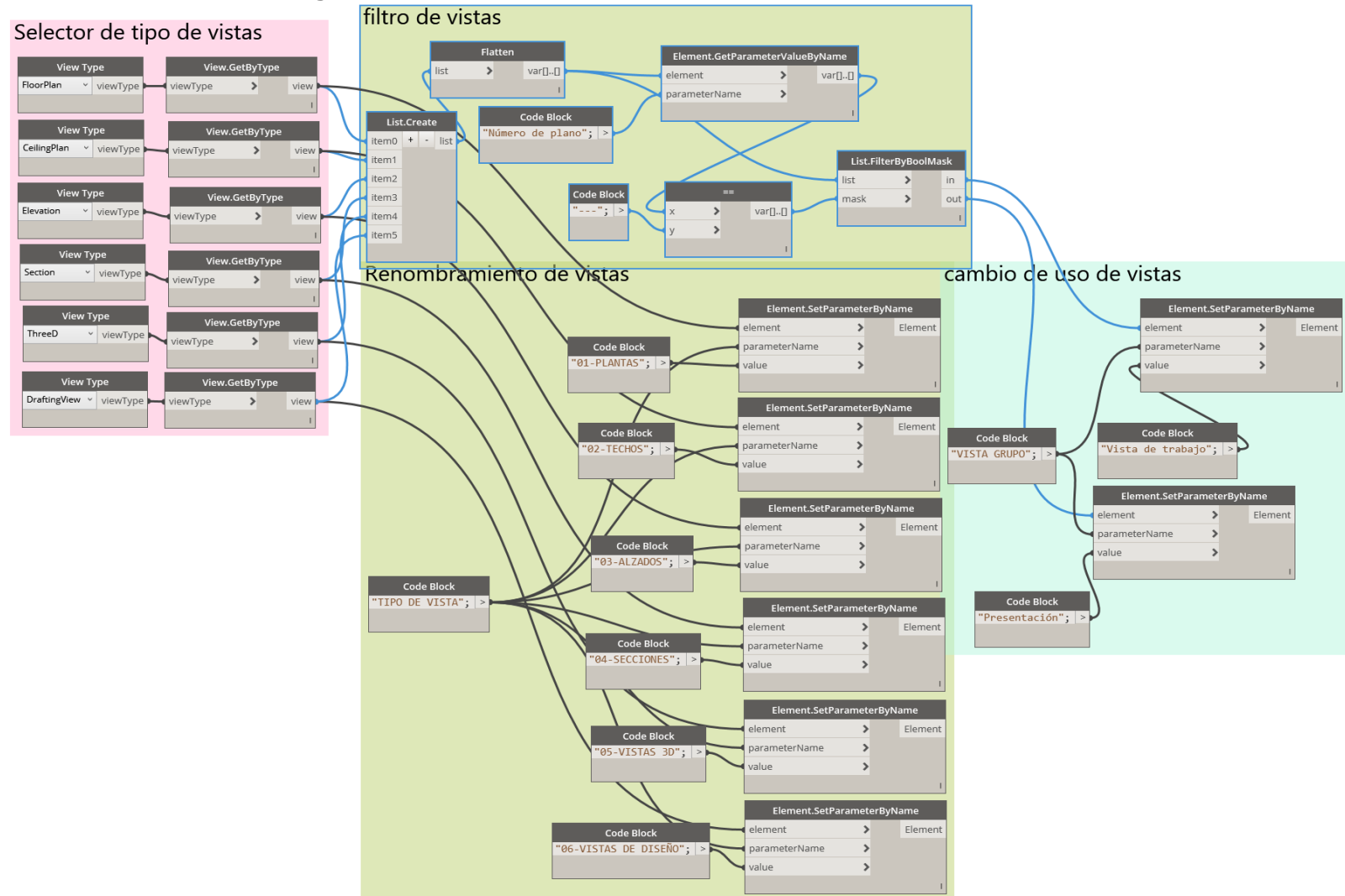
### Anexo G. Cambio de subproyectos de símbolos de importación.



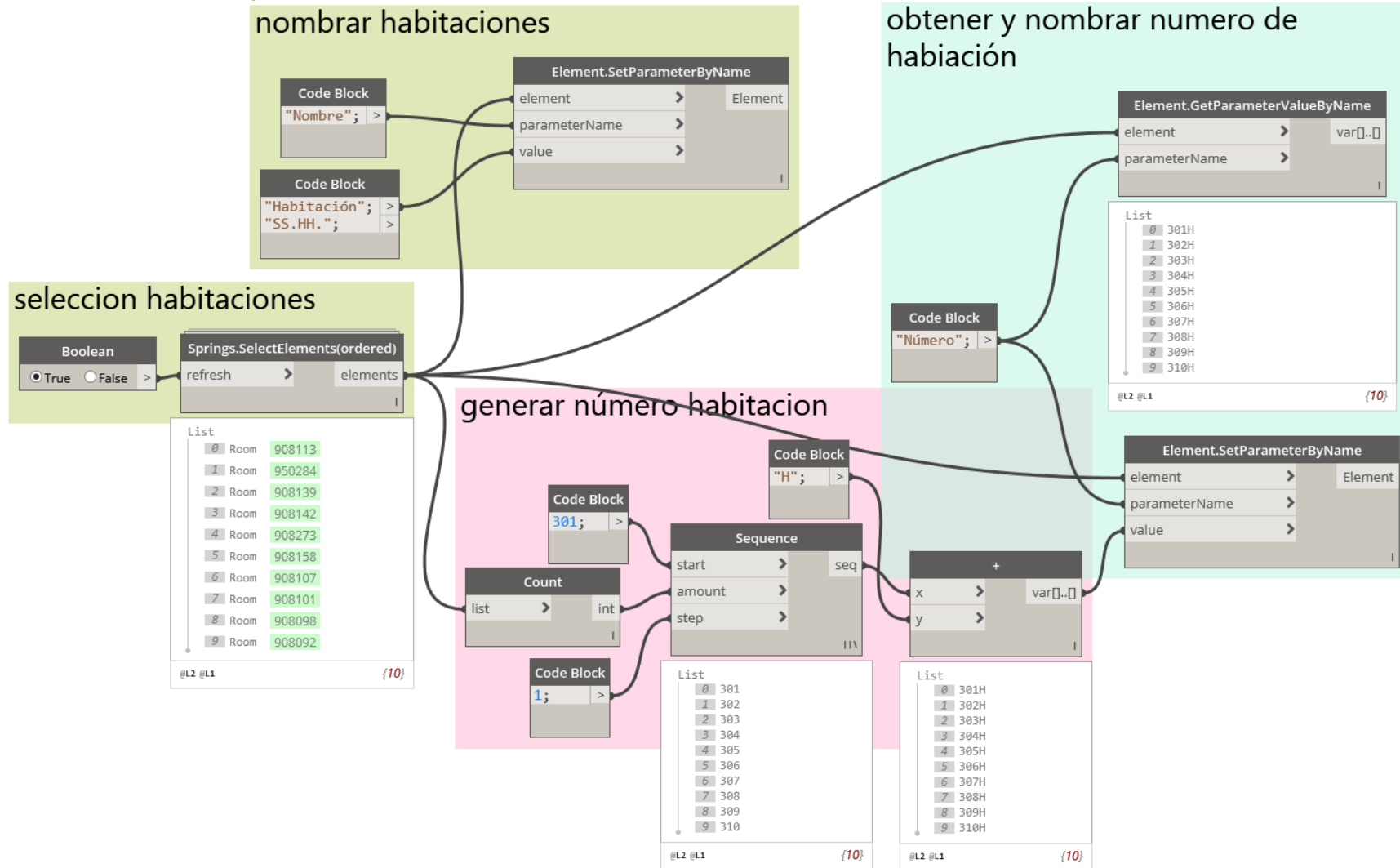
### Anexo H. Cambio de subproyectos de determinados tipos de muros



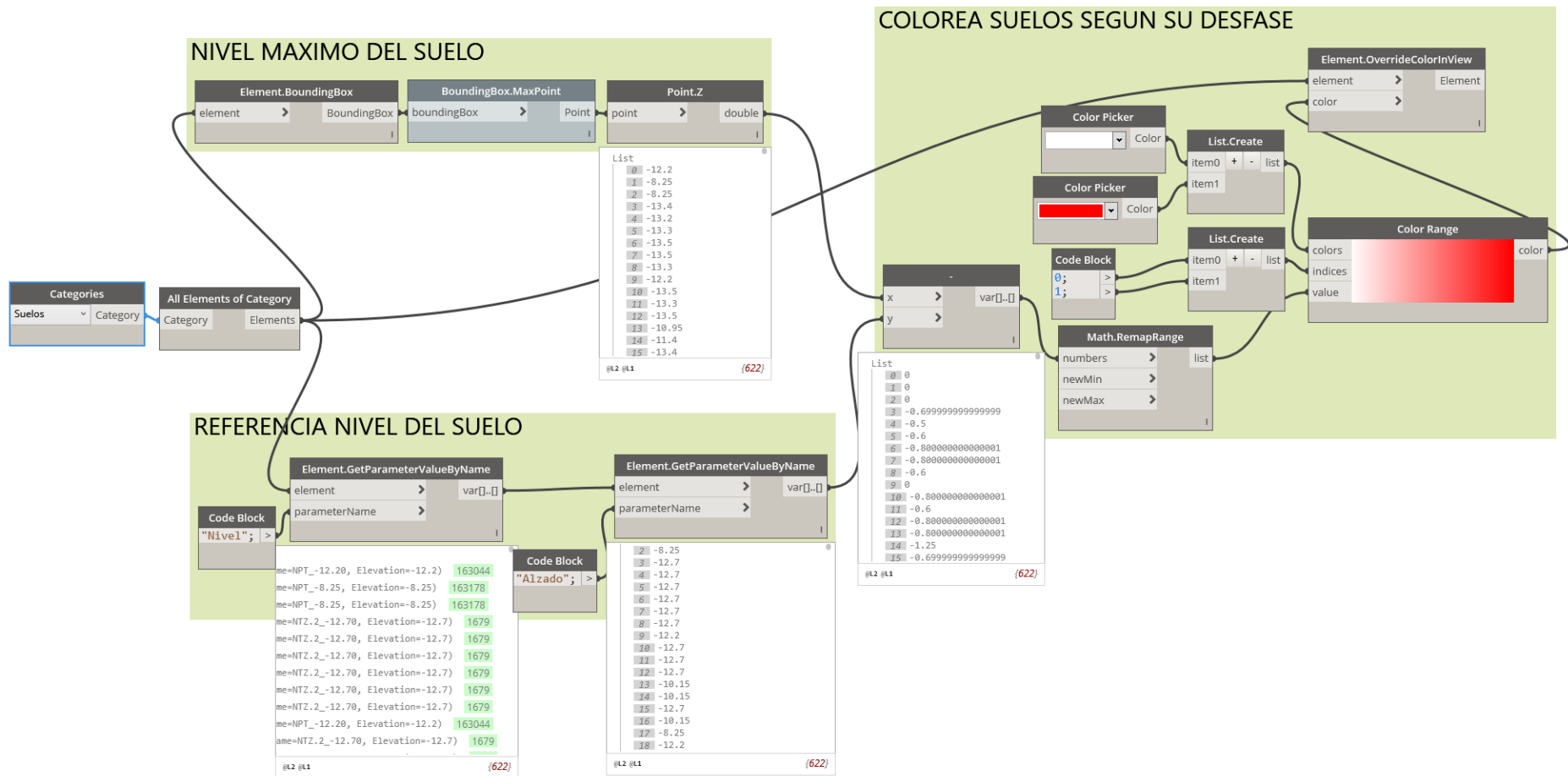
### Anexo I. Organización de vistas del navegador



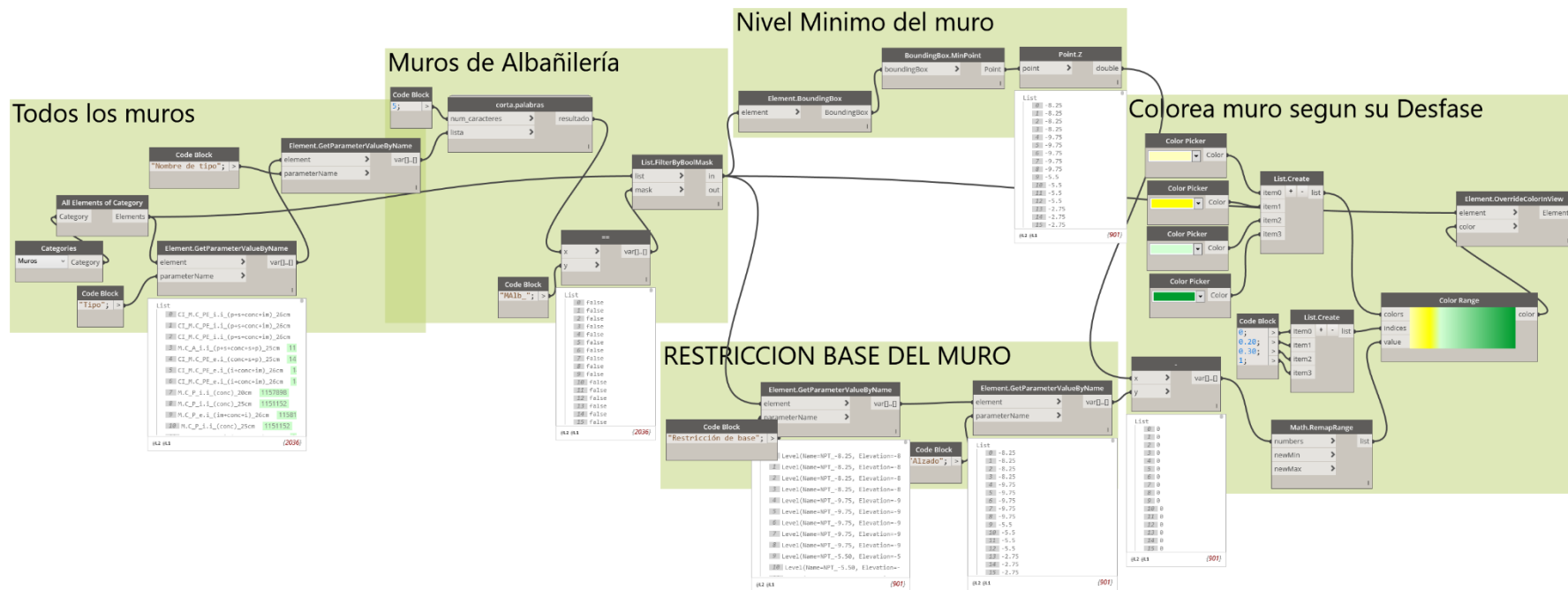
### Anexo J. Numeración y renombramiento de Habitaciones



### Anexo K. Grupo de nodo para colorear suelos o pisos mal referenciados al nivel

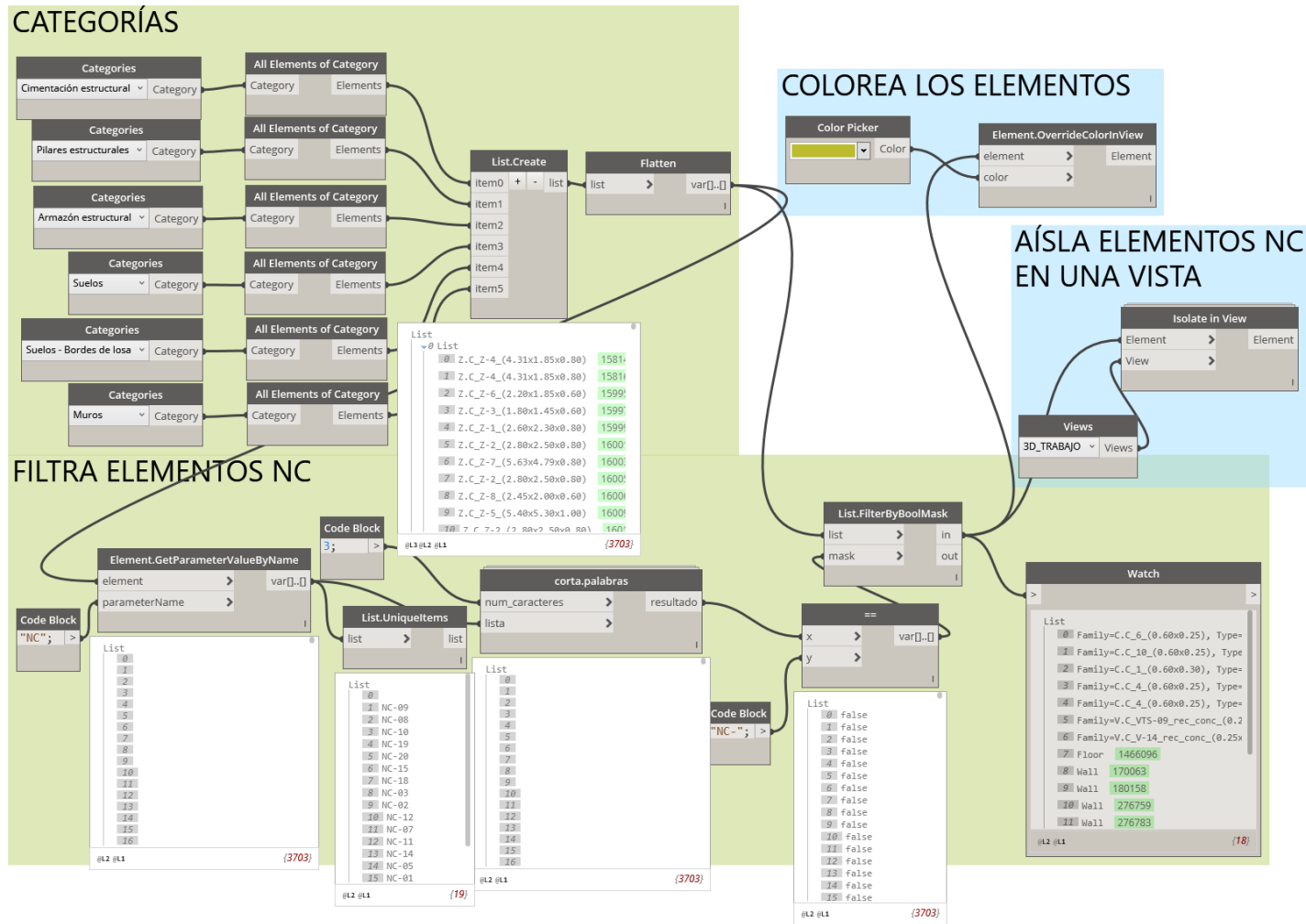


Anexo L. Grupo de nodo para colorear muros de albañilería según su desfase de base

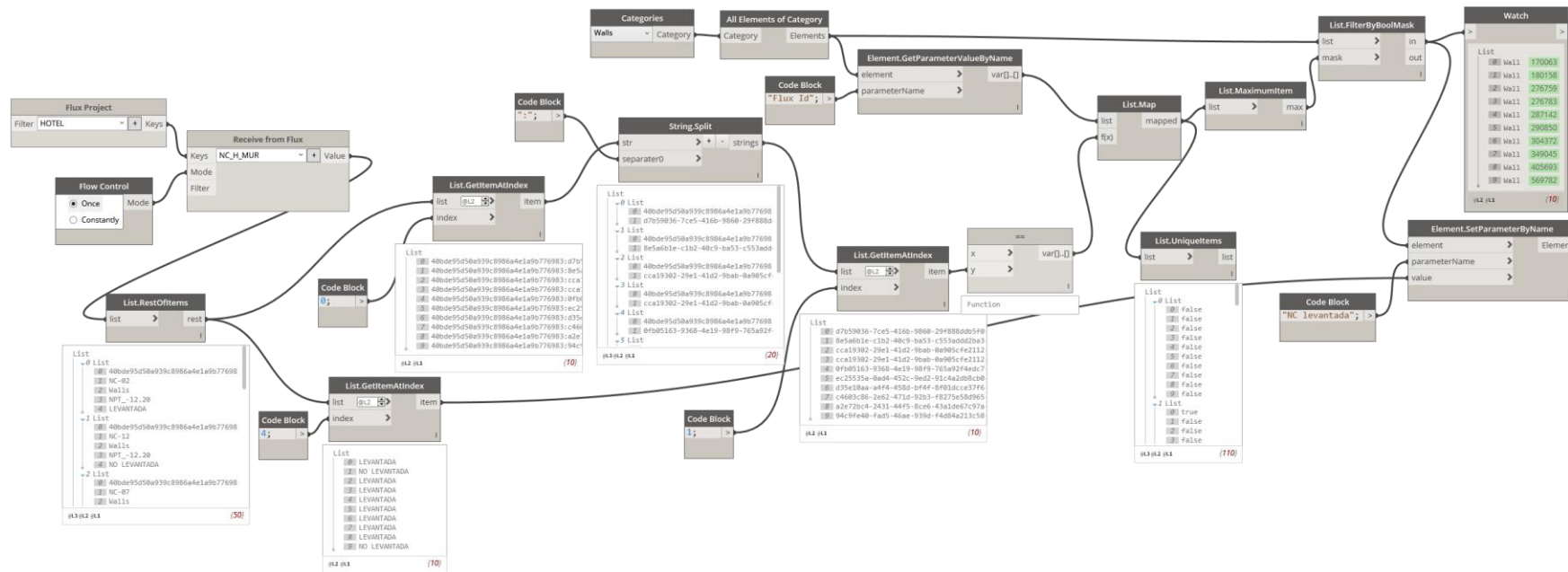




### Anexo M. Grupo de nodo para filtrado y coloración de elementos NC en una vista



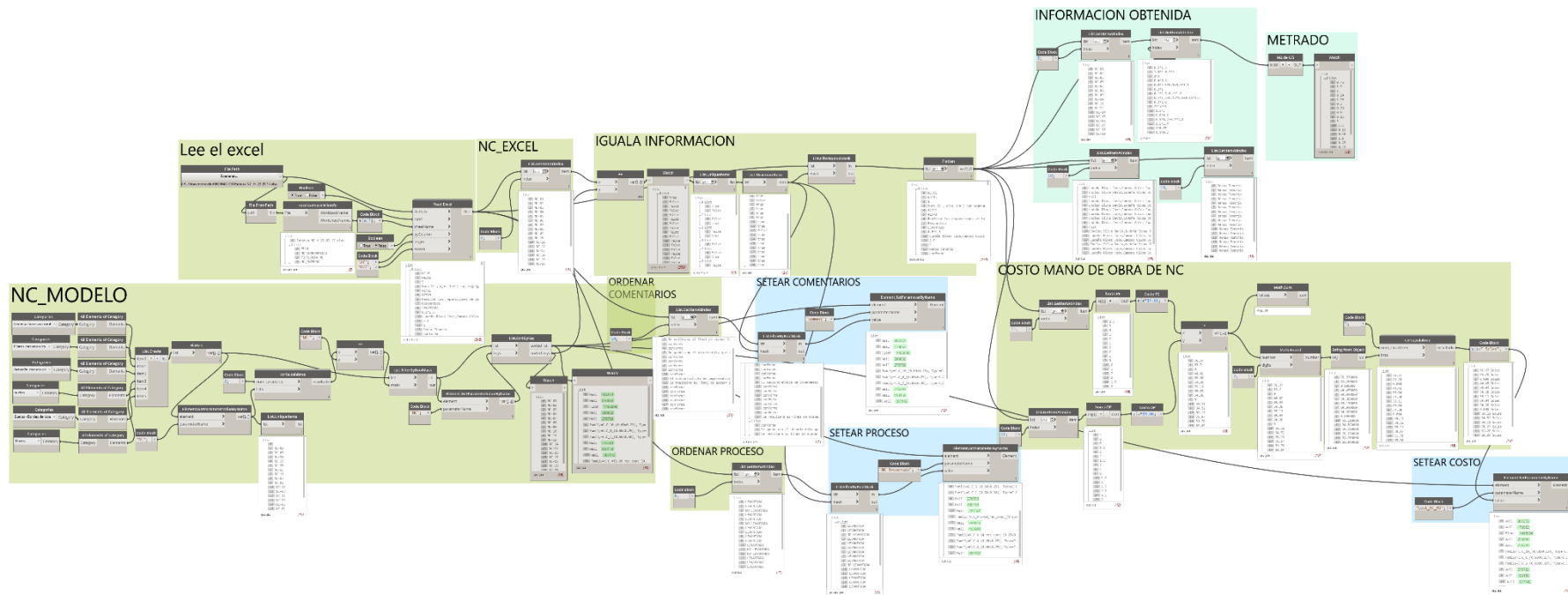
## Anexo N. Actualización del modelo con la información de Flux mediante Dynamo



## Anexo O. Estatus de NC Internas

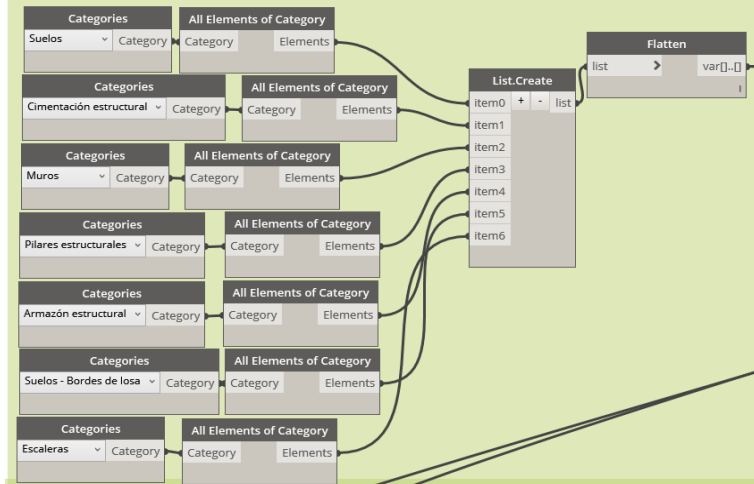
ITEM	ELEMENTO	TIPOLOGIA	Descripcion	Fecha recibida	Fecha respuesta	Accion	Estado	Proceso	Medrado	Recursos	HH invertidas		Responsable	Comentarios
											PE	OP		
NC-01	Walls	S	Muro 21 , ejes 1/A-C con segregacion del concreto	17-Dic-16	14-Ene-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA	0.5*1.5	Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	2.5	2	Renso Tenorio	conforme
NC-02	Walls	S	Muro 30 , ejes 3-4/D-e con segregacion del concreto	17-Dic-16	14-Ene-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA	1.6*1+0.3*1	Enciso Silva David,Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	3	2	Renso Tenorio	conforme
NC-03	Floors	O	Losa, ejes A-B/1-2 el acabado no corresponde al detallado en el cuadro de acabados( Piso de cemento barido)	17-Dic-16			NO Respondido	NO LEVANTADA	2*3				Renso Tenorio	Se realizara al final de acabar las estructuras
NC-04	GENERAL	O	Durante la inspeccion de obra del dia 20.12.16 , se observa que no existe una ruta de acceso con las condiciones de seguridad adecuadas	20-Dic-16	22-Dic-16	SE LE LLAMO LA ATENCION AL CONTRATISTA POR OBSTACULIZAR LA ZONA DE ACCESO , SE LIMPIO Y SE PROCEDIO A VOLVER A SEÑALIZAR	Respondido	LEVANTADA	NA	Enciso Silva David,Ludeña Rivas Jose	8	0	Renso Tenorio	conforme
NC-05	Walls	S	Durante la inspeccion post vaciado del Muro 28 , ubicado entre los ejes 4-5/C-D se encontro segregacion del concreto en diversas areas del muro.	20-Dic-16	14-Ene-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA	0.4*0.6	Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	1	1.5	Renso Tenorio	conforme
NC-06	GENERAL	O	Se observa equipo de encofrado en mal estado que podrian ocasionar defectos en la revision post vaciado. OBLIGACION DE CONTRATISTA: v) EL CONTRATISTA debera utilizar encofrados nuevos o en excelente estado de conservacion pues no se admitiran irregul.	20-Dic-16			NO Respondido	NO LEVANTADA	NA				Renso Tenorio	Se quedo con el subcontratista que cambiaria su encofrado
NC-07	Walls	C	Al inspeccionar el post vaciado del MURO 21 Y LA PLACA 4, ubicado en entre los ejes A,C/1,2 se encontro la presencia de segregaciones, cangrejeras y compuertas de vaciado en linea recta lo cual ocasionaran juntas frias.	30-Dic-16	06-Ene-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA	0.8*1+1*0.5+0.3*1.5	Enciso Silva David,Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	2	2	Renso Tenorio	conforme
NC-08	Structural Columns	S	Al inspeccionar el post vaciado del C-10, ubicado en entre los ejes B/2 se encontro la presencia de segregaciones.	30-Dic-16	14-Ene-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA	0.3*1	Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	1	2	Renso Tenorio	conforme
NC-09	Structural Columns	S	Al inspeccionar el post vaciado del C-6, ubicado en entre los ejes B/3 se encontro la presencia de segregaciones.	30-Dic-16	19-Ene-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA	0.11*5+0.11*8	Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	2	1.5	Renso Tenorio	conforme
NC-10	Structural Columns	S	Al inspeccionar el post vaciado del C-01, ubicado en entre los ejes C/3 se encontro la presencia de segregaciones.	09-Ene-17	19-Ene-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA	0.11*5+0.15*2.5+0.15*2.5	Enciso Silva David,Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	2	2	Renso Tenorio	conforme
NC-11	Walls	C	Al inspeccionar el post vaciado del PL-10, ubicado en entre los ejes E/1-2 se encontro la presencia de segregaciones y cangrejeras.	09-Ene-17	19-Ene-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA	0.3*1/2	Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	1	2	Renso Tenorio	conforme
NC-12	Walls	S	Al inspeccionar el post vaciado de la sistema de Consumo domestico se presentaron segregaciones.	13-Ene-17	19-Ene-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	NO LEVANTADA	2*1+1*1				Renso Tenorio	El subcontratista de impermeabilizado lo resamará
NC-13	GENERAL	DM	Al inspeccionar la losa del sotano 3 , se encontro irregularidades en el encuentro entre elementos verticales( placas, columnas) y horizontales(vigas, losas)	20-Ene-17			NO Respondido	NO LEVANTADA					Renso Tenorio	Se realizara al final de acabar las estructuras
NC-14	Walls	C	Al inspeccionar el Muro 26 , se encontro tres cangrejeras	20-Ene-17	04-Feb-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA	1.5*1	Enciso Silva David,Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	2	1.5	Renso Tenorio	conforme
NC-15	Structural Framing	C	Al inspeccionar el desencofrado de vigas en el sotano 3 , se encontro una cangrejera en la VTS 09 ubicado entre los ejes 4-B	10-Feb-17	15-Feb-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA	0.8*0.2	Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	1	1	Renso Tenorio	conforme
NC-16	Walls	C	Al inspeccionar el desencofrado de la placa P-08 , en el sotano 1 ubicado entre los ejes E/6-9 , se encontro desplomes, segregaciones y cangrejeras.	10-Feb-17	14-Feb-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA	0.5*0.2+0.2*1.8	Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	2	1.5	Renso Tenorio	conforme
NC-17	Walls	C	Al inspeccionar el desencofrado de la placa P-02 , en el piso 2 ubicado entre los ejes B-C/5, se cangrejeras	24-Feb-17	28-Feb-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA	1.5*1.4	Enciso Silva David,Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	2	2.5	Renso Tenorio	conforme
NC-18	Structural Framing	C	Al inspeccionar el desencofrado del corte 14-14 , en el techo del piso 2 ubicado entre los ejesC-D/3-4 , se encontraron cangrejeras	24-Feb-17	01-Mar-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA	1*0.25	Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	1.5	1.5	Renso Tenorio	conforme
NC-19	Structural Columns	C	Al inspeccionar el desencofrado del C-4 , en el piso 1 ubicado entre los ejes D-5 , se encontraron cangrejeras.	10-Mar-17	20-Mar-17	Realizar las reparaciones de las cangrejeras y segregaciones de acuerdo al procedimiento aprobado	Respondido	LEVANTADA	1*1*0.2	Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	2	2	Renso Tenorio	conforme
NC-20	Structural Columns	CM	Al inspeccionar el desencofrado del C-4 , en el piso 6 ubicado entre los ejes D-5 , se encontro el acero expuesto	20-Mar-17	21-Mar-17	Realizar la demolicion del elemento	Respondido	LEVANTADA	0.25*2	Ludeña Rivas Jose,Campos Colos Juan	1.5	1	Renso Tenorio	conforme
NC-21	Walls	DL	Al inspeccionar el M-23 , se encontro desniveles en la verticalidad del muro.	20-Mar-17			NO Respondido	NO LEVANTADA	0.5*1				Renso Tenorio	Se realizara al final de acabar las estructuras

### Anexo P. Actualización de parámetros de NC del modelo con la información de Excel

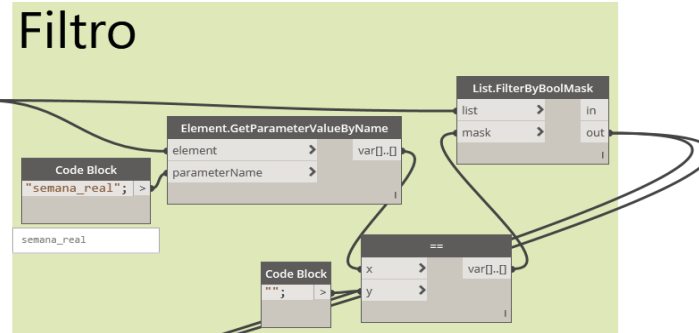


Anexo Q. Modificación grafica de vista según avance semanal de obra

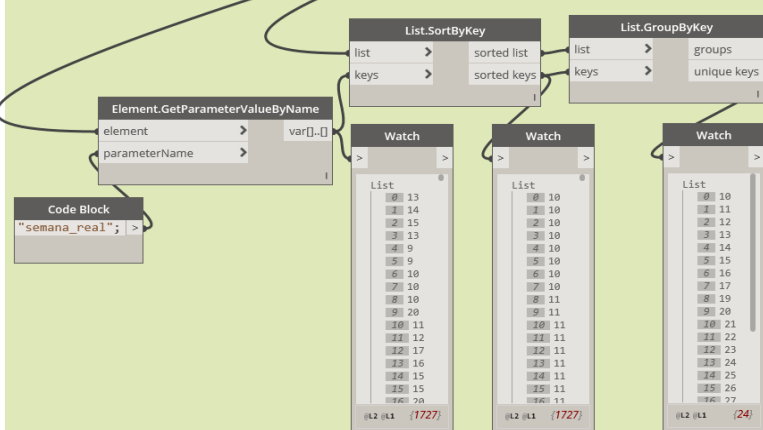
Elementos



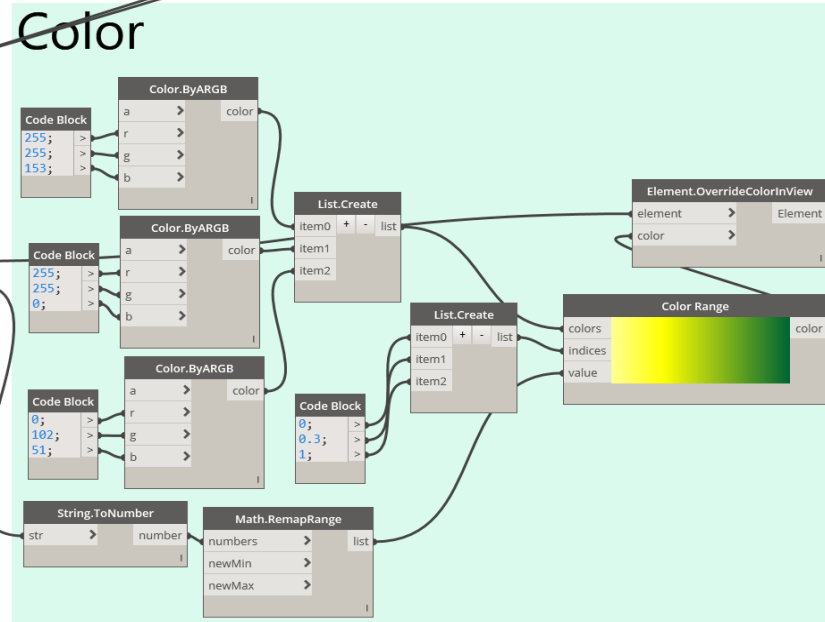
Filtro



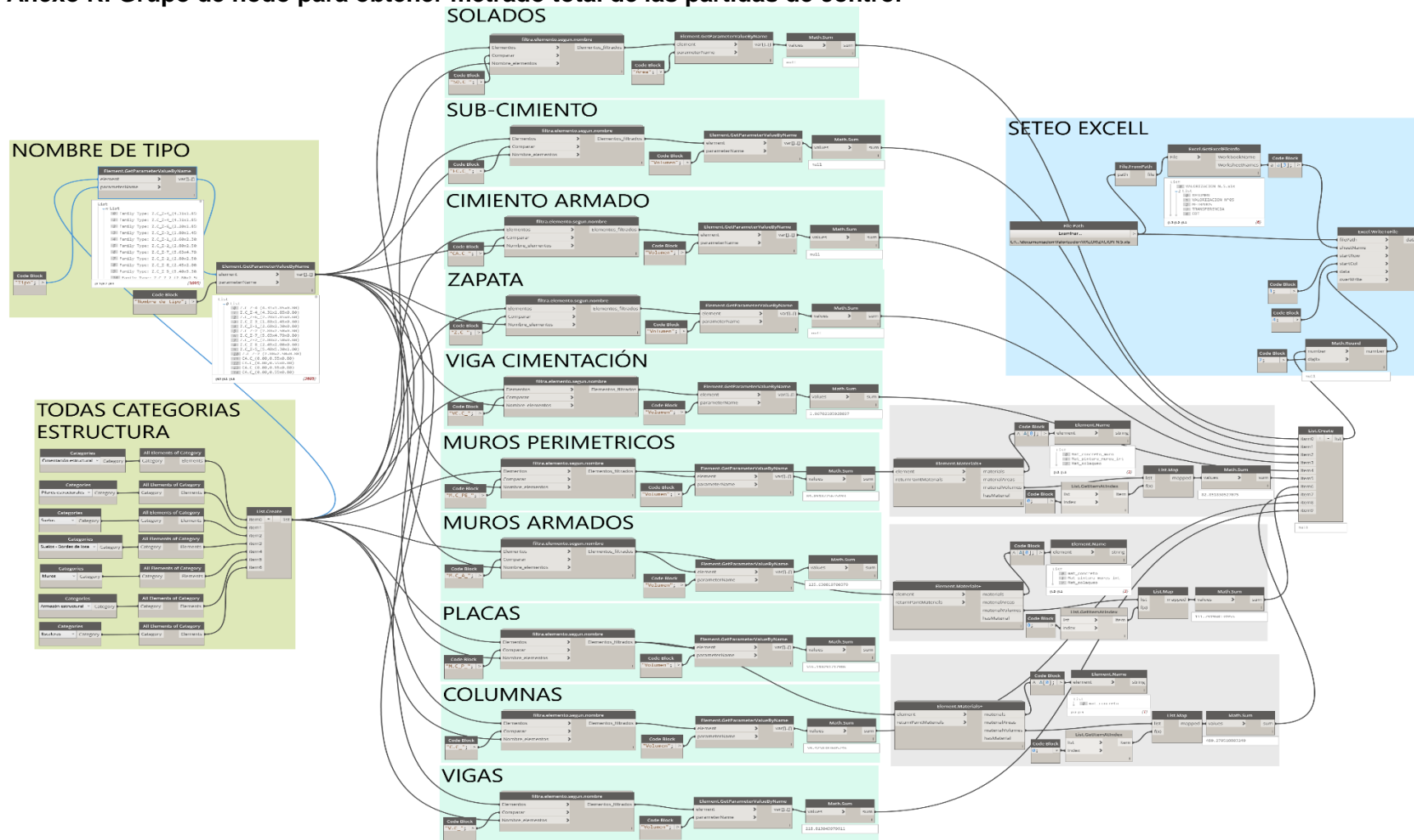
Configuración



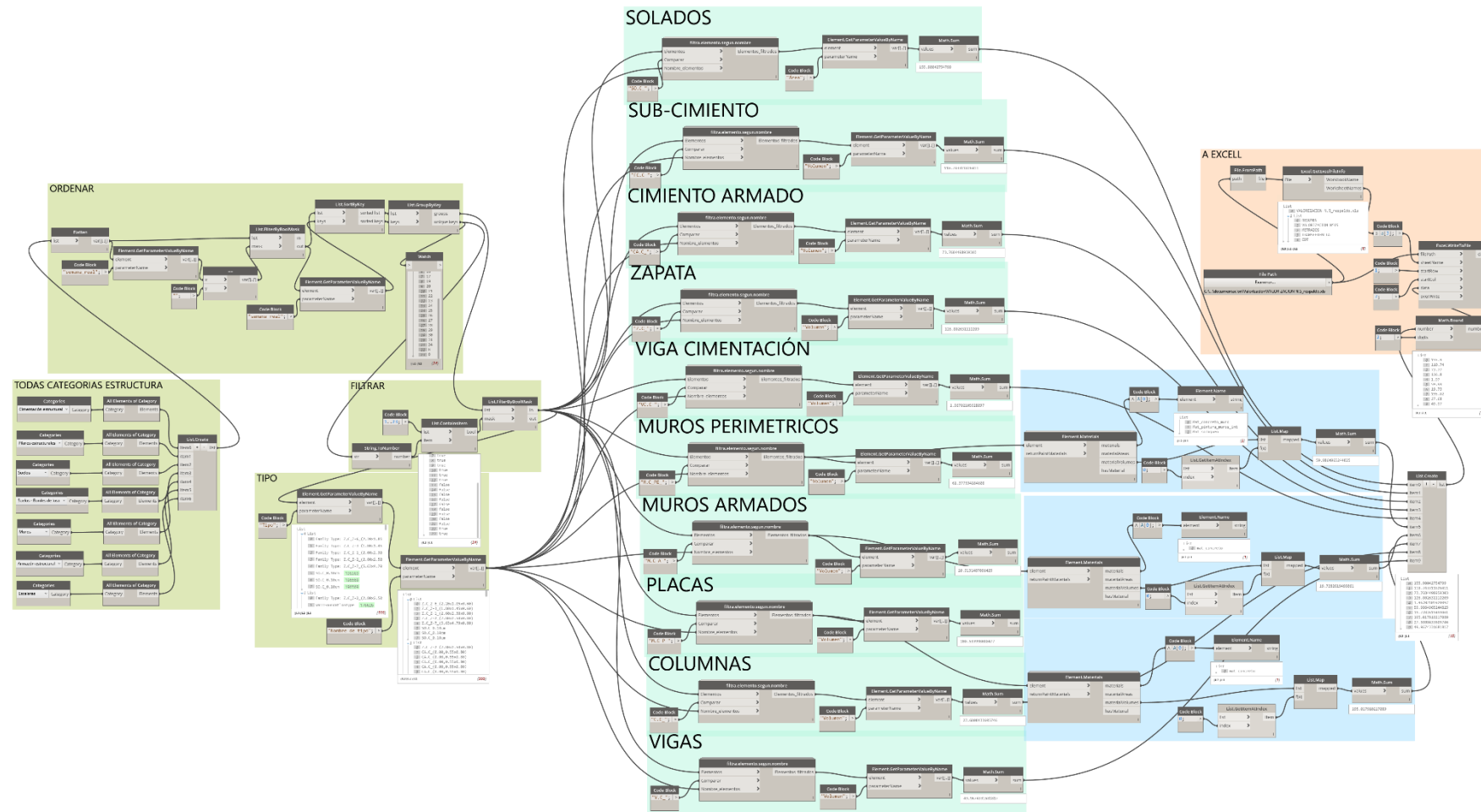
Color



**Anexo R. Grupo de nodo para obtener metrado total de las partidas de control**



### Anexo S. Grupo de nodo para obtener metrado semanal para valorización.



Anexo T. Metrado de todas las partidas acumulado a la semana 23

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
ITEM	DESCRIPCIÓN	EDT	UND.	CANT.TOTAL PRESUPUESTO	CANT.TOTAL REVIT	HOMOLOGACION DEL TOTAL	SEMANA REVIT		HOMOLOGACION SEMANAL	%
02	ESTRUCTURAS									
02.02	CONCRETO SIMPLE								0.00	
02.02.01	CONCRETO PARA SOLADOS C.H 1:12 E=3"	SO_C	m2	167.15	155.90	1.072	155.90	167.150	167.15	100%
02.02.02	CONCRETO f'c=100 kg/cm2 +30% PM, 6" Max PARA SUB CIMIENTO	FC_C	m3	116.42	110.74	1.051	110.74	116.420	116.42	100%
2.03	CONCRETO ARMADO								0.00	
02.03.01	CIMIENTO ARMADO								0.00	
02.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA CIMIENTO ARMADO -	CA_C	m3	74.62	77.23	0.966	73.77	71.277	71.28	96%
02.03.01.02	ENCOFRADO NORMAL Y DESENCOFRADO CIMIENTO		m2	76.62		0.992		73.187	73.19	96%
02.03.01.03	ACERO fy = 4 200 kg/cm2 EN MUROS EN CIMIENTO ARMADO		Kg	4 467.89						
02.03.01.04	CURADO CON ADITIVO EN MUROS EN CIMIENTO ARMADO		m2	76.62		0.992		73.187	73.19	96%
02.03.02	ZAPATAS								0.00	
02.03.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA ZAPATAS - TIPO I	Z_C	m3	96.18	127.95	0.752	126.80	95.316	95.32	99%
02.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ZAPATAS		m2	113.82		0.890		112.797	112.80	99%
02.03.02.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 EN ZAPATAS		kg	4 218.66						
02.03.02.04	CURADO CON ADITIVO EN ZAPATAS		m2	113.82		0.890		112.797	112.80	99%
02.03.03	VIGA DE CIMENTACION								0.00	
02.03.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 PARA VIGA CIMENTACION -	VC_C	m3	2.01	1.97	1.020	1.97	2.010	2.01	100%
02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGA DE CIMENTACION.		m2	14.06		7.137		14.060	14.06	100%
02.03.03.03	ACERO fy= 4200 kg/cm2 EN VIGAS DE CIMENTACION		kg	712.69		361.772		712.690	712.69	100%
02.03.03.04	CURADO CON ADITIVO EN VIGA DE CIMENTACION		m2	14.06		7.137		14.060	14.06	100%
02.03.03.05	CAMA DE ARENA e=5cm		m	6.94		3.523		6.940	6.94	100%
02.03.04	MUROS PERIMETRICOS								0.00	
02.03.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA MUROS - TIPO I	M_C_PE	m3	88.92	82.85	1.073	59.99	64.382	64.38	72%
02.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS		m2	451.13		5.445		326.654	326.65	72%
02.03.04.03	ACERO fy = 4 200 kg/cm2 EN MUROS		Kg	6 488.16		78.312		4697.944	4697.94	72%
02.03.04.04	CURADO CON ADITIVO EN MUROS		m2	451.13		5.445		326.654	326.65	72%
02.03.05	MUROS ARMADOS								0.00	
02.03.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA MUROS - TIPO I	M_C_A	m3	137.22	111.79	1.227	19.73	24.218	24.22	18%
02.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS		m2	2 213.36		19.799		390.640	390.64	18%
02.03.05.03	ACERO fy = 4 200 kg/cm2 EN MUROS		Kg	9 605.40		85.924		1695.273	1695.27	18%
02.03.05.04	CURADO CON ADITIVO EN MUROS		m2	2 188.42		19.575		386.238	386.24	18%
02.03.06	PLACAS								0.00	
02.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA PLACAS - TIPO I	M_C_P	m3	482.63	489.28	0.986	195.02	192.369	192.37	40%
02.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS, 1 Y 2 CARAS		m2	3 832.97		7.834		1527.767	1527.77	40%
02.03.06.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 EN PLACAS		kg	46 619.56		95.282		18581.889	18581.89	40%
02.03.06.04	CURADO CON ADITIVO EN PLACAS		m2	3 832.97		7.834		1527.767	1527.77	40%
02.03.07	COLUMNAS								0.00	
02.03.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA COLUMNAS - TIPO I	C_C	m3	61.49	59.43	1.035	27.68	28.639	28.64	47%
02.03.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS		m2	608.42		10.238		283.377	283.38	47%
02.03.07.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 EN COLUMNAS RECTAS		kg	20 056.06		337.474		9341.271	9341.27	47%
02.03.07.04	CURADO EN COLUMNAS RECTAS		m2	608.42		10.238		283.377	283.38	47%



Anexo U. Valorización de obra especialidad de estructura del mes 6

VALORIZACION N°6														
Obra : HOTEL														
Propietario :														
Ubicación :														
FECHA:														
Item	Descripción partida	Und	Metrado	PU	Sub-Total	P. Total	VALORIZACION ANTERIOR		VALORIZACION ACTUAL		VALORIZACION ACUMULADA		SALDO POR VALORIZAR	
							%	MONTO	%	MONTO	%	MONTO	%	MONTO
02	ESTRUCTURAS					5,727,263.99								
2.03	CONCRETO ARMADO					4,262,888.48								
02.03.01	CIMIENTO ARMADO													
02.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> PARA CIMIENTO	Ar	74.62	698.63	52,131.40		93.89%	48,943.99	1.64%	854.00	95.52%	49,797.99	4.48%	2,333.41
02.03.01.02	ENCOFRADO NORMAL Y DEENCOFRADO CIMIENTO	m <sup>2</sup>	76.62	109.60	8,397.36		94.04%	7,897.16	1.48%	124.28	95.52%	8,021.44	4.48%	375.92
02.03.01.03	ACERO f <sub>y</sub> = 4,200 kg/cm <sup>2</sup> EN MUROS EN CIMIENTO ARMADO	Kg	4,467.89	7.83	34,983.58		94.73%	33,139.66	0.79%	276.59	95.52%	33,416.25	4.48%	1,567.33
02.03.01.04	CURADO CON ADITIVO EN MUROS EN CIMIENTO ARMADO	m <sup>2</sup>	76.62	3.40	260.32		92.95%	241.97	2.57%	6.69	95.52%	248.66	4.48%	11.66
02.03.02	ZAPATAS													
02.03.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> PARA ZAPATAS - TIF	m <sup>3</sup>	96.18	698.63	67,193.75		96.99%	65,172.04	2.11%	1,420.90	99.11%	66,592.94	0.89%	600.81
02.03.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN ZAPATAS	m <sup>2</sup>	113.82	109.60	12,474.39		92.91%	11,590.16	6.19%	772.44	99.10%	12,362.60	0.90%	111.79
02.03.02.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> EN ZAPATAS	kg	4,218.66	7.83	33,032.11		87.18%	28,797.46	11.92%	3,937.73	99.10%	32,735.19	0.90%	296.92
02.03.02.04	CURADO CON ADITIVO EN ZAPATAS	m <sup>2</sup>	113.82	3.40	386.70		92.91%	359.29	6.19%	23.95	99.11%	383.24	0.89%	3.46
02.03.03	VIGA DE CIMENTACION													
02.03.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup> PARA VIGA CIMENTACION	m <sup>3</sup>	2.01	698.63	1,404.24		99.93%	1,403.19	0.07%	1.05	100.00%	1,404.24		-
02.03.03.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA VIGA DE CIMENTACION	m <sup>2</sup>	14.06	109.60	1,540.94		100.00%	1,540.94		-	100.00%	1,540.94		-
02.03.03.03	ACERO f <sub>y</sub> = 4200 kg/cm <sup>2</sup> EN VIGAS DE CIMENTACION	kg	712.69	7.83	5,580.36		100.00%	5,580.39	0.00%	- 0.03	100.00%	5,580.36		-
02.03.03.04	CURADO CON ADITIVO EN VIGA DE CIMENTACION	m <sup>2</sup>	14.06	3.40	47.77		100.00%	47.77		-	100.00%	47.77		-
02.03.03.05	CAMA DE ARENA e=5cm	m	6.94	270.00	1,873.80		99.97%	1,873.27	0.03%	0.53	100.00%	1,873.80		-
02.03.04	MUROS PERIMETRICOS													
02.03.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =245 kg/cm <sup>2</sup> PARA MUROS - TIF	m <sup>3</sup>	88.92	750.38	66,720.04		70.00%	46,704.03	2.41%	1,605.11	72.41%	48,309.14	27.59%	18,410.90
02.03.04.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN MUROS	m <sup>2</sup>	451.13	116.75	52,670.48		70.00%	36,869.34	2.41%	1,267.86	72.41%	38,137.20	27.59%	14,533.28
02.03.04.03	ACERO f <sub>y</sub> = 4,200 kg/cm <sup>2</sup> EN MUROS	Kg	6,488.16	7.83	50,802.28		70.36%	35,746.02	2.04%	1,038.85	72.41%	36,784.87	27.59%	14,017.41
02.03.04.04	CURADO CON ADITIVO EN MUROS	m <sup>2</sup>	451.13	3.40	1,532.71		70.00%	1,072.90	2.41%	36.89	72.41%	1,109.79	27.59%	422.92
02.03.05	MUROS ARMADOS													
02.03.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =245 kg/cm <sup>2</sup> PARA MUROS - TIF	m <sup>3</sup>	137.22	750.38	102,966.46		12.68%	13,060.02	4.97%	5,114.06	17.65%	18,174.08	82.35%	84,792.38
02.03.05.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN MUROS	m <sup>2</sup>	2,213.36	104.00	230,178.37		8.41%	19,361.75	9.24%	21,262.86	17.65%	40,624.61	82.35%	189,553.76
02.03.05.03	ACERO f <sub>y</sub> = 4,200 kg/cm <sup>2</sup> EN MUROS	Kg	9,805.40	7.83	75,210.28		12.25%	9,212.12	5.40%	4,061.84	17.65%	13,273.96	82.35%	61,936.32
02.03.05.04	CURADO CON ADITIVO EN MUROS	m <sup>2</sup>	2,188.42	3.40	7,435.16		10.27%	763.22	7.38%	549.03	17.65%	1,312.25	82.35%	6,122.91
02.03.06	PLACAS													
02.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO f <sub>c</sub> =245 kg/cm <sup>2</sup> PARA PLACAS - TIF	m <sup>3</sup>	482.63	750.38	362,153.49		19.90%	72,067.70	19.96%	72,281.94	39.86%	144,349.64	60.14%	217,803.85
02.03.06.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN PLACAS, 1 Y 2 CARAS	m <sup>2</sup>	3,832.97	104.00	398,609.72		16.22%	64,646.78	23.64%	94,233.66	39.86%	158,880.44	60.14%	239,729.28
02.03.06.03	ACERO f <sub>y</sub> =4200 kg/cm <sup>2</sup> EN PLACAS	kg	46,619.56	7.83	365,031.15		24.59%	89,762.41	15.27%	55,733.79	39.86%	145,496.20	60.14%	219,534.95
02.03.06.04	CURADO CON ADITIVO EN PLACAS	m <sup>2</sup>	3,832.97	3.40	13,022.52		16.22%	2,112.00	23.64%	3,078.60	39.86%	5,190.60	60.14%	7,831.92



## Anexo W. Nodos Utilizados

BIBLIOTECA	NODO	DESCRIPCION
Analyce	Count	Devuelve la cantidad de elementos en la lista o listas de entrada
Archi-lab.net	Worksets	Recupera todos los Worksets disponibles en una lista desplegable
Archi-lab.net	Workset.Name	Devuelve el nombre del workset o subproyecto
Archi-lab.net	Workset.Id	Devuelve el ID del workset
Archi-lab.net	Isolate in View	Aísla los elementos seleccionados en una vista
Archi-lab_Bumblebee	Read Excel	Lee los datos de una hoja de cálculo de Microsoft Excel.
Archi-lab_Grimshaw	View Type	Recupera todos los tipos de vista disponibles
Archi-lab_Grimshaw	View.GetByType	Obtiene todas las vistas del tipo
Archi-lab_Mandrill	MiscNodes.Margins	Margen del grafico
Archi-lab_Mandrill	MiscNodes.Addresses	posiciona el nodo de dirección de la grilla
Archi-lab_Mandrill	GroupedBarChart.Data	Datos para el gráfico de barras agrupados
Archi-lab_Mandrill	GroupedBarChart.Style	Estilos para el gráfico de barras agrupado
Archi-lab_Mandrill	GroupedBarChart.Chart	Nuevo objeto de gráfico de barras agrupadas enlaza los datos y estilos
Archi-lab_Mandrill	Create Report	crea un objeto de informe que puede verse en una ventana o imprimirse en PDF
Archi-lab_Mandrill	Report Window	Sirve para abrir una nueva ventana en la que se mostrarán los gráficos.
Archi-lab_Mandrill	Legend.Data	Datos para la leyenda
Archi-lab_Mandrill	Legend.Style	Estilos de la leyenda
Archi-lab_Mandrill	Legend.Create	enlaza los datos y estilos de la leyenda
Archi-lab_Mandrill	Image.Style	Estilos de la imagen
Archi-lab_Mandrill	Image.Create	enlaza los ubicación y estilos de la imagen
Archi-lab_Mandrill	Text.Style	Estilo del texto
Archi-lab_Mandrill	Text.Create	enlaza texto y estilos del texto
Archi-lab_Mandrill	Font Weight	seleccione el tipo de peso de fuente para una nota de texto
Archi-lab_Mandrill	Font Style	seleccionar estilo de fuente para una nota de texto

Archi- lab_Mandrill	Save to Html	guardar ventana como archivo HTML
Archi- lab_Mandrill	BarChar.Data	Datos para el grafico de barras
Archi- lab_Mandrill	BarChar.Style	Estilos para el gráfico de barras
Archi- lab_Mandrill	BarChar.Chart	Nuevo objeto de gráfico de barras enlaza los datos y estilos
Archi- lab_Mandrill	DonutChar.Data	Datos para el grafico de dona
Archi- lab_Mandrill	DonutChar.Style	Estilos para el gráfico de donas
Archi- lab_Mandrill	DonutChar.Chart	Nuevo objeto de gráfico de donas, enlaza los datos y estilos
Archi- lab_Mandrill	NormalizedStackedBarChart.Data	Datos para el grafico de barras normalizado
Archi- lab_Mandrill	NormalizedStackedBarChart.Style	Estilos para el gráfico de barras normalizado
Archi- lab_Mandrill	NormalizedStackedBarChart.Chart	Nuevo objeto de gráfico de barras normalizado enlaza los datos y estilos
Archi- lab_Mandrill	StackedBarChart.Data	Datos para el grafico de barras apiladas
Archi- lab_Mandrill	StackedBarChart.Style	Estilos para el gráfico de barras apiladas
Archi- lab_Mandrill	StackedBarChart.Chart	Nuevo objeto de gráfico de barras apiladas enlaza los datos y estilos
BuiltIn	Flatten	Devolverá una lista 1D de una lista multidimensional
Clockwork	Element.Materials	Recupera todos los materiales de un elemento dado
Core	File Path	permite al usuario seleccionar un archivo desde su computadora.
Core	File.FromPath	crea un objeto de archivo desde una ruta de archivo de entrada
Core	Code Block	es un nodo universal y puede ser útil en todas las definiciones. Con este nodo, podemos personalizar completamente la funcionalidad y experiencia de Dynamo mediante la codificación directamente en el gráfico.
Core	List.RestOfItems	elimina el primer elemento de una lista y devuelve los elementos restantes en una nueva lista.
Core	Watch	Visualice la salida del nodo
Core	List.GetItemAtIndex	Devuelve un elemento de la lista dada que se encuentra en el índice especificado.
Core	List.Map	Aplica una función sobre todos los elementos de una lista, generando una nueva lista a partir de los resultados.
Core	Boolean	permite alternar entre dos valores booleanos 'true' o 'false' seleccionando el botón de opción correspondiente.
Core	Watch	Mostrará la salida de un nodo en formato de lista

Core	List.Create	permite crear una lista manualmente conectando cada elemento individual que se incluirá en la lista. Utilice los botones '+' y '-' para aumentar o disminuir el número de nodos de entrada disponibles
Core	Sequence	producirá una lista de números. La lista comienza en la entrada de inicio, y luego se incrementa con la entrada Step. La entrada Amount determina el número de elementos en la lista
Core	List.GroupByKey	Lleva una lista de entrada de elementos para agrupar y una lista de claves para determinar cómo se agrupa la primera lista. La lista de claves debe tener el mismo número de elementos que la lista de entrada. Los elementos de la lista original que corresponden a claves coincidentes se agruparán en una lista de resultados
Core	List.Combine	aplica un combinador de entrada a los elementos correspondientes en dos listas de entrada
Core	List.Transpose	toma una lista de listas y cambiará las filas y columnas
Core	List.FilterByBooleanMask	Toma dos listas como entradas. La primera lista se dividirá en dos listas separadas según una lista correspondiente de valores booleanos (Verdadero o Falso). Los elementos de la entrada 'lista' que corresponden a un True en la entrada 'mask' irán a la salida rotulada 'in', mientras que los elementos que correspondan a un valor 'False' irán a la salida 'out'
Core	List.UniqueItems	elimina todos los elementos duplicados de una lista de entrada
Core	String.Split	toma una cadena de entrada y la divide según una serie de separadores. Las cadenas de separación, si se encuentran, se eliminan de la cadena original y se devuelve una lista de los fragmentos. La cantidad de separadores para dividir se puede ajustar usando los botones '+' y '-' en el nodo
Core	List.MaximumItem	buscará en una lista de valores y devolverá el artículo con el valor máximo
Core	List.SortByKey	toma una lista de entrada para ordenar, y una lista de claves ordenables correspondientes. Ordenará la lista en orden ascendente y reorganizará la lista de entradas para que se corresponda con el nuevo orden de las claves ordenadas. Este nodo genera tanto la lista reorganizada como la lista ordenada de claves
Core	Color.ByARGB	Crea un color usando los valores de entrada alfa, rojo, verde y azul. Los valores de entrada están en el rango de 0 a 255

Core	Color Range	<p>Crearé un degradado entre un conjunto de colores de entrada, y permitirá que los colores de ese degradado sean seleccionados por una lista de valores de entrada. La primera entrada, colores, es una lista de colores para usar en el degradado. El segundo puerto de entrada, índices, determinará la ubicación relativa de los colores de entrada en el degradado. Esta lista debe corresponder a la lista de colores, cada valor está en el rango de 0 a 1. El valor exacto no es importante, solo la posición relativa de los valores. El color correspondiente al valor más bajo estará a la izquierda del degradado, y el color correspondiente al valor más alto estará en el lado derecho del degradado. La entrada de valores finales permite al usuario seleccionar puntos a lo largo del gradiente en el rango de 0 a 1 a la salida</p>
Core	Math.RemapRange	<p>Toma una lista de números y producirá una escala lineal de esos números en un nuevo rango especificado. El valor mínimo de la lista original se asigna a la nueva entrada Min, mientras que el valor máximo de la lista original se asigna a la nueva entrada Max. Los números restantes se escalan para mantener la proporción de distribución</p>
Core	String.ToNumber	<p>Convierte una cadena de entrada a un tipo de datos numéricos. Este nodo requiere una cadena que tenga el formato de un número</p>
Core	Math.Sum	<p>Encuentra la suma de los valores de una lista de entrada</p>
Core	Math.Round	<p>Permite al usuario seleccionar el número de decimales para redondear el número ingresado. Una entrada de cero redondeará al número entero más cercano. Los valores inferiores a cero no están permitidos</p>
Core	Excel.WriteToFile	<p>Escribir datos en una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Los datos se escriben por filas con sublistas para escribir en filas sucesivas. Las filas y las columnas tienen índice cero</p>
Core	List.ContainsItem	<p>Contiene búsquedas de artículos a través de una lista dada para un elemento de entrada y devuelve un valor booleano según si el artículo se encuentra dentro de la lista o no</p>
Core	List.AddItemToFront	<p>inserta un elemento especificado al principio de una lista determinada. El nuevo elemento tendrá un índice 0, mientras que los elementos originales se cambiarán por un índice de 1</p>
Core	Object.Identity	<p>La identidad devolverá lo que se transfiere</p>
Core	Integer Slider	<p>Nodo táctil personalizable que nos permite interactuar con los datos que manejan nuestras definiciones de números enteros, solo muestra números enteros</p>
Core	String.Length	<p>devuelve la cantidad de caracteres en una cadena de entrada</p>

Core	String.PadRight	Aumentará el ancho de una cadena de entrada de acuerdo con la entrada newWidth agregando la entrada padChars en el lado derecho de la cadena original. Si la cadena original es más larga que la entrada newWidth, este nodo devolverá la cadena original sin cambios
Core	String from Object	Convierte un objeto en una representación de cadena
Core	DateTime.ByDate	Devuelve un dateTime a partir de las entradas de año, mes y día.
Core	TimeSpan.FromString	Devuelve un TimeSpan desde una cadena
Core	DateTime.AddTimeSpan	Devuelve un nuevo dateTime con un timeSpan añadido
Core	DateTime.Components	Extrae los componentes individuales de un DateTime.
revit	FamilyInstance.ByFace	Coloca una instancia de la familia Revit dado el FamilyType en una superficie derivada de una cara de Revit de respaldo como referencia, una dirección y una ubicación de punto donde ubicar a la familia
Flux	Flux Project	Recupera su lista completa de Flux después de haber iniciado sesión
Flux	Flow Control	controla el flujo de datos hacia y desde Flux
Flux	Receive from Flux	recibe valores de una clave de datos Flux, que puede incluir (pero no está limitada a) geometrías, listas, cadenas, números, etc.
Geometry	Vector.XAxis	Devuelve un Vector que representa el eje X
Geometry	Element.BoundingBox	Crea un cuadro delimitador en Dynamo alrededor de un elemento de Revit
Geometry	BoundingBox.MaxPoint	devuelve el punto que tiene los mayores valores X, Y y Z
Geometry	Point.Z	Obtiene el componente Z de un Punto
Geomtry	Point.ByCoordinates	Requiere dos entradas numéricas y genera un punto en el plano base Dynamo
LunchBox for Dynamo	Excel.GetExcelFileInfo	Obtiene información de archivo de Excel
Modelical	3D Views by Workset	Hace un nuevo 3d para cada subproyecto en el modelo, deja solo un subproyecto visible
Nodo Personalizado	Corta.palabras	Nodo personalizado que corta la palabras de izquierda a derecha dada la cantidad de letras.
Nodo Personalizado	Corta.flujo	Nodo personalizado que requiere un booleano para seguir o cortar con el flujo
Nodo Personalizado	filtra.elemento segun nombre	Nodo personalizado que obtiene los elementos según su nombre
Office	Excel.ReadFromFile	Lee los datos de una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Los datos se leen por fila y se devuelven en una serie de listas por fila.
Operators	+	operador de suma. Devolverá la suma de los dos números de entrada

Operators	==	== es el operador Igual a. Si la entrada x es igual a la entrada y, volverá true. Si los dos valores no son iguales, este operador devolverá false
Operators	-	Resta y de x
Revit	Parameter.CreateProjectParameter	Crea un nuevo parámetro de proyecto en el documento actual para todas las categorías aplicables.
Revit	Select Parameter Type	Selecciona un tipo de parámetros
Revit	Select Builtin Parameter Group	Selecciona un grupo de parámetros internos
Revit	Categories	Contiene un menú desplegable con todas las categorías disponibles en un documento
Revit	Levels	contiene un menú desplegable con todos los niveles disponibles en un documento
Revit	Level.Name	Los nombres de los niveles se devuelven como cadenas, que son útiles para la manipulación de datos y las máscaras booleanas.
Revit	Floor Types	contiene un menú desplegable con cada tipo de piso disponible en un documento.
Revit	FlorType.name	devuelve el nombre de un elemento FloorType como una cadena. Las salidas de cadena son útiles para el filtrado de datos y la creación de máscaras booleanas
Revit	FloorType.ByName	devuelve un elemento FloorType. Esto es útil para definir el tipo al crear pisos
Revit	Room.CoreBoundary	devuelve las curvas delimitadoras de la habitación que se extienden hasta el límite del núcleo de la pared.
Revit	Floor.ByOutlineTypeAndLevel	crea pisos a partir de listas de curvas que definen los contornos
Revit	Family Types	Devuelve todas las FamilyInstances que se encuentran en Revit de una familia especificada
Revit	Select Face	Muestra un cursor en Revit que le permite seleccionar una sola cara.
Revit	Element Types	Contiene un menú desplegable con cada tipo de elemento disponible en un documento
Revit	All Elements of Type	Todos los elementos del documento activo de un tipo dado
Revit	Element.GetParameterValueByName	Devuelve el valor del parámetro de un elemento dado el nombre del parámetro como una cadena
Revit	Element.SetParameterByName	Modifica el parámetro de un elemento de Revit dado su nombre y un valor
Revit	All Elements of Category	Obtenga todos los elementos de la categoría especificada del modelo
Revit	Element.OverrideColorInView	cambia el color del elemento en la vista activa independientemente del estilo de visualización del modelo actual
Revit	Views	Contiene un menú desplegable con cada vista disponible en un documento



Rhythm	Workset.Create	Crea subproyectos a partir de una lista, pertenece al paquete Rhythm
Springs	Springs.SelectElements(ordered)	Seleccione varios elementos del documento de Revit en el orden deseado. Pulsa ESC para detener la selección. Para actualizar el nodo, conecte un nodo booleano
UI++	Color Picker	Selecciona un color de una paleta