

2021

Revisión de proyectos de obra nueva
habitacional para el municipio de Querétaro
con el desarrollo de una metodología BIM.

Domingo Calvo Ugarte
Maricarmen Hernández García



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ingeniería

Revisión de proyectos de obra nueva
habitacional para el municipio de Querétaro
con el desarrollo de una metodología BIM.

Tesis

Que como parte de los requisitos para
obtener el Grado de

Arquitecto con línea terminal en diseño
bioclimático

Presentan

Domingo Calvo Ugarte
Maricarmen Hernández García

Dirigido por:

Arq. Guillermo Iván López Domínguez

Querétaro, Qro. a 28 de abril de 2021



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Licenciatura en Arquitectura con Línea Terminal en Diseño Bioclimático

Revisión de proyectos de obra nueva habitacional para el municipio de Querétaro con el desarrollo de una metodología BIM.

Opción de titulación
Tesis Colectiva

Que como parte de los requisitos para obtener el Título de Arquitecto con línea terminal en Diseño Bioclimático.

Presentan:

Domingo Calvo Ugarte.
Maricarmen Hernández García.

Dirigido por: Arq. Guillermo Iván López Domínguez.

Arq. Guillermo Iván López Domínguez
Director

Firma

Arq. Graciela del Carmen Márquez Santoyo
Secretario

Firma

Arq. Aileen Mendoza Pérez
Vocal

Firma

Arq. José Manuel Martín Lugo Cuellar
Sinodal

Firma

Arq. Verónica Leyva Picasso
Sinodal

Firma

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
abril 2021

RESUMEN

En la presente investigación se desarrolla y practica una metodología Building Information Modeling, con base en un "uso BIM" enfocado en la revisión de reglamentos con un software Model Checker con modelos en formato IFC para proyectos de obra nueva habitacional. En esta investigación se recopila el estado del arte del panorama general de la implementación BIM en países en Latinoamérica, además de un análisis sobre la información del caso particular de la implementación de la metodología BIM a nivel de inversión pública en Perú. Se realiza un análisis del Plan BIM en México y de los objetivos referentes a la inversión privada.

La aplicación de la metodología se basa en la generación de documentos que son requeridos por las normas de la British Standard Institute BSI-PAS 1192:2-2013. Para analizar las necesidades del proceso de entrega de documentación, que para el caso de esta investigación se realizará con base en las necesidades de la revisión de documentos para solicitud de licencia de obra nueva de uso habitacional, se redactará un documento *Employer's Information Requirements*, que está diseñado para que, con base en las necesidades, se puedan obtener los factores que se buscan aprovechar de los *softwares* BIM, para poder satisfacer de forma eficiente las mismas. Con base en el documento EIR, el siguiente paso es la redacción de un documento *BIM Execution Plan*, para planificar de forma detallada las estrategias para llevar a cabo la metodología BIM. Dentro de este documento se genera un apartado de intercambios de información en el que se documente quien entrega que documentos o archivos para el proceso de revisión del proyecto.

Se realiza la revisión de tres proyectos con un modelo 3D a través de un *software* de *Model Checking* que en este caso será *SOLIBRI Office*™. A través de pruebas de revisión de los proyectos, se podrán visualizar cuales son las facilidades y cuáles son las desventajas o complicaciones que podría traer esta nueva metodología. Con base en estas, se expondrán nuestras conclusiones y las aplicaciones que podría tener esta metodología de revisión con respecto a los beneficios que esta pueda generar.

(Palabras clave: BIM Modelado de información de la construcción, Revisión de proyectos, Obra nueva habitacional, Revisión de reglamentos)

ABSTRACT

The following study a Building Information Modelling methodology is developed and tested, based on a “BIM Use” focused on the revision of local codes with a Model Checker software, using models in IFC format, for new residential building’s permit. This research compiles the antecedents of the BIM implementation in Latin American countries as well as an analysis of the particular case of the BIM methodology implementation for the public investment in Perú. In addition, there is a general outlook of the BIM methodology implementation for the public investment projects and the objectives for the private investment projects.

The application of the methodology is based on the generation of the required documents by the British Standard Institute BSI-PAS 1192:2-2013. To analyze the needs of the documentation delivery process, which in the case of this investigation is based on the needs of the audit of documents for the application for a new residential building permit, an Employer's Information Requirements document will be written. This document is designed based on the needs, to obtain the factors that can take advantage of the BIM process and softwares in order to efficiently satisfy the requirements. Based on the EIR document, the next step is writing a BIM Execution Plan, to design in detail the strategies to execute the BIM methodology. Within this document a section for information exchanges is generated in which it is documented the delivery and the documents or files, for the project review process.

Three projects are reviewed with a 3D model through a Model Checking software, which in this case will be SOLIBRI Office™. Through these project review tests, it will be possible to visualize the facilities and the disadvantages or complications that this new methodology could bring. Based on the audits of the projects, the conclusions and the applications that the BIM methodology could have with regard to the benefits generated will be presented.

(Keywords: BIM Building Information Modeling, Project Audit, New Residential Building, Code checking)

DEDICATORIA

Para mi familia, mi abuela Celia y mi tío Lalo.

Domingo Calvo Ugarte.

A mis abuelos, mi mamá y mi hermano.

Maricarmen Hernández García.

AGRADECIMIENTOS

A nuestra alma mater, la Universidad Autónoma de Querétaro por permitirnos vivir la experiencia de estudiar nuestra licenciatura. Sin la educación que hemos recibido, esta investigación no hubiera sido posible.

A nuestro director de tesis, Guillermo, que desde sus clases nos hizo emocionar con la arquitectura, además de inculcarnos el valor de la investigación y que, desde las primeras ideas de esta investigación, nos ha guiado y dado todo su apoyo.

A nuestros sinodales, Grace, Aileen, Lugo y Vero. En su compañía no sólo hemos conseguido realizar esta investigación, sino que también hemos crecido como estudiantes, como profesionistas y sobre todo como personas.

A nuestros compañeros, maestros, colegas, amigos y familiares que nos acompañaron a lo largo del proceso de nuestra formación y nos apoyaron durante la realización de nuestra investigación.

A Butic *The New School* y a Ángel Luis Tendero Martín, junto con los profesores del Máster Superior de metodología y tecnología BIM, por sus enseñanzas y su disposición para resolver nuestras dudas acerca de la metodología BIM y su uso.

A GRAPHISOFT® por la extensión en las licencias educacionales que se nos fueron otorgadas para esta investigación, a nuestro compañero y maestro, el arquitecto Valentyn-Vladislav Kotsarenko, quien siempre nos compartió sus conocimientos sobre el tema del *Building Information Modeling* y a la arquitecta Gabriela García Campos por permitirnos disponer de uno de sus proyectos para la elaboración de esta investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	II
ABSTRACT	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
ACRÓNIMOS Y NORMAS	2
I. ANTECEDENTES	14
CAD: ¿Qué es y cómo revolucionó la forma de trabajo de los arquitectos?	14
BIM: ¿Qué es y cómo revolucionó la forma de trabajo de los arquitectos?	16
¿Dónde se desarrolló el BIM?.....	18
Primeros casos de implementación del BIM en América Latina y factores que lo favorecen.	19
CHILE	20
PERÚ	21
COLOMBIA	22
ARGENTINA.....	23
COSTA RICA.....	23
PANAMÁ	24
ECUADOR.....	24
Caso de implementación BIM a nivel federal: Perú.	26
II. MÉXICO Y EL BIM	34
III. METODOLOGÍA BIM	40
IV. MODEL CHECKER	43
TIPOS DE BMC	45
SMC	47
MÉTODOS DE TRABAJO	48
LÓGICA EN BMC.....	49
LOS CÓDIGOS DE CONSTRUCCIÓN	50
COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA – DETECCIÓN DE COLISIONES	51

COMPROBACIÓN DEL CUMPLIMIENTO / COMPROBACIÓN DE LA REGLA.....	51
VALIDACIÓN DE RESULTADOS	52
PRIMEROS CASOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL MC A NIVEL MUNDIAL	54
CORENET	54
ByggSøk.....	55
DesignCheck.....	57
SMARTcodes	57
V. NORMATIVA BSI.....	58
VI. JUSTIFICACIÓN.....	62
VII. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	65
VIII. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	68
IX. RESULTADOS ESPERADOS	69
X. METODOLOGÍA	70
RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA METODOLOGÍA.....	70
ENCUESTA INCONET.....	70
ENCUESTA CMIC.....	78
ANÁLISIS EN RELACIÓN CON LA SITUACIÓN ACTUAL EN MÉXICO.....	95
¿POR QUÉ SE HACE REFERENCIA A LA NORMA BSI 1192-2:2013?	97
ANÁLISIS Y PLANTEAMIENTO DE LA METODOLOGÍA DE LA BSI APLICADA AL PROYECTO DE REVISIÓN	99
¿CÓMO SE ADAPTA ESTA METODOLOGÍA A UN PROYECTO?	113
GENERACIÓN DE EIR	115
I. PROPÓSITO DEL EIR.....	121
II. PRIORIDADES ESTRATÉGICAS.....	122
III. DETALLES DE PROYECTO.....	122
IV. ESTÁNDARES Y NORMATIVIDAD	122
V. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.....	124
VI. REQUERIMIENTOS ADMINISTRATIVOS.....	135
VII. REQUERIMIENTOS COMERCIALES	142
GENERACIÓN DE BEP.....	146
I. DATOS GENERALES.....	152

II. VERSIÓN	152
III. VISIÓN GENERAL DEL PLAN BIM.....	153
IV. INFORMACIÓN DEL PROYECTO.	154
V. PERSONAL CLAVE DEL PROYECTO.	157
VI. REQUERIMIENTOS EN EL EIR.	157
VII. METAS BIM.	158
VIII. USOS BIM.....	158
IX. ROLES Y RESPONSABILIDADES.....	160
X. DIAGRAMAS BIM.....	163
XI. INTERCAMBIOS DE INFORMACIÓN.	169
XII. ESTRATEGIA DE COLABORACIÓN.....	173
XIII. PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MODELOS.....	181
XIV. INFRAESTRUCTURA INFORMÁTICA.	183
XV. ESTRUCTURA DE ARCHIVOS Y MODELOS.....	184
XVI. SISTEMAS DE MEDICIÓN Y COORDENADAS.....	189
XVII. REQUERIMIENTOS BIM DEL PROPIETARIO.....	190
XVIII. ESTÁNDARES PARA EL PROYECTO.....	190
XIX. NORMATIVA PARA EL PROYECTO.....	191
XX. MODELOS 3D Y PLANIMETRÍA ENTREGABLES.....	191
XXI. INTEGRACIÓN DE BIM AL PROCESO DE REVISIÓN.....	193
PROGRAMACIÓN DE REGLAS EN SOLIBRI.....	198
NORMA 19	200
NORMA 220.....	202
NORMA 132.....	204
NORMA 210.....	207
NORMA 230.....	210
NORMA 37.....	213
NORMA 235.....	215
NORMA 237.....	217
NORMA 36.....	219
NORMA 21.....	222
NORMA 11.....	224

GENERACIÓN DE LA INFORMACIÓN VIRTUAL A PARTIR DE PROYECTOS.	226
PROCESO PARA LLEVAR A CABO UN TRÁMITE EN EL ENTORNO COMÚN DE DATOS....	227
PROCESO DE MODELADO DE INFORMACIÓN.	244
SIMULACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE REVISIÓN.....	321
XI. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	326
RESULTADOS.....	326
PROS Y CONTRAS DE LA NUEVA METODOLOGÍA.....	327
ÁREAS DE OPORTUNIDAD	328
Costo/Beneficio con el uso de la metodología BIM en todo el proceso del proyecto más allá del trámite.....	328
Alternativas de revisiones a través de <i>softwares Model Checker</i>	329
El entorno común de datos como un primer acercamiento a una ventanilla de construcción simplificada.	330
Introducción de profesionales a una metodología BIM.....	330
CONCLUSIONES	331
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	333
XIII. ANEXOS	346
ANEXO A: Obtén la Licencia de Construcción para Obra Nueva	346
ANEXO B: Solicitud de licencia de construcción y trámites integrales de licencia de construcción.....	352
ANEXO C: Carta responsiva.....	354
ANEXO D: Simbología de Diagramas de Usos BIM.	355
ANEXO E: Método de carga del rulerset	356
ANEXO F: Desglose de rulerset	359
ANEXO G: Solución a error en clasificación de áreas	360
ANEXO H: Simbología de tabla tipo árbol	363
ANEXO I: Tabla tipo árbol resultados de proyecto 001.....	364
ANEXO J: Tabla tipo árbol resultados de proyecto 002.....	365

ANEXO K: Reporte de proyecto 001.....	366
ANEXO L: Reporte de proyecto 002.....	367
ANEXO M: Planimetría de proyecto 001.....	368
ANEXO N: Planimetría de proyecto 002.....	370
ANEXO O: Planimetría de proyecto 003.....	372

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 Historia de la implantación BIM (Seys, 2018).	17
Diagrama 2 Ciclo de la entrega de la información (The British Standards Institution, 2013).....	61
Diagrama 3 <i>The information delivery cycle</i> (The British Standards Institution, 2013).	100
Diagrama 4 <i>Assessment and need</i> (The British Standards Institution, 2013).	104
Diagrama 5 <i>Procurement</i> (The British Standards Institution, 2013).	107
Diagrama 6 <i>Post contract-award</i> (The British Standards Institution, 2013).....	110
Diagrama 7 <i>Mobilization</i> (The British Standards Institution, 2013).....	111
Diagrama 8 <i>Production</i> (The British Standards Institution, 2013).....	112
Diagrama 9 Diagrama BIM general.	164
Diagrama 10 Diagrama BIM Design Authoring.	165
Diagrama 11 Diagrama BIM Code Validation.....	166
Diagrama 12 Diagrama BIM 3D Coordination.	167

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Respuesta total por países (INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico., 2017).....	71
Figura 2 Actividad principal de la empresa (INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico., 2017).....	72
Figura 3 Tipología de usuario de BIM (INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico., 2017).....	73
Figura 4 Intensidad de uso del BIM (INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico., 2017).....	74

Figura 5 Tipología de proyectos con BIM (INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico., 2017).....	75
Figura 6 Aplicaciones y usos del BIM (INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico., 2017).....	76
Figura 7 Beneficios a obtener con BIM (INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico., 2017).....	77
Figura 8 ¿En su empresa conocen BIM y cómo aplicarlo? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).....	78
Figura 9 ¿Qué porcentaje se hacen en modelos digitales BIM? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).....	79
Figura 10 ¿Para qué especialidad utiliza BIM en su empresa? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).....	80
Figura 11 ¿Qué herramientas BIM ha utilizado? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).....	80
Figura 12 ¿En qué tipo de proyectos ha utilizado Modelos Digitales? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).....	81
Figura 13 ¿Para qué utiliza los Modelos Digitales? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).....	82
Figura 14 ¿Qué métodos de trabajo utiliza en la formación de Modelos Digitales BIM? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).....	83
Figura 15 ¿Cuál es el principal beneficio que obtiene al utilizar Modelos Digitales? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).....	84
Figura 16 En escala de 1 al 10, según su intensidad de uso, clasifique su nivel de satisfacción de BIM (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).....	85
Figura 17 ¿Cuál es la principal motivación para el uso de BIM? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).....	86
Figura 18 Factor más importante que influye en la propagación del uso de Modelos BIM (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).....	87
Figura 19 Proyección de crecimiento del uso BIM en el corto plazo (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).....	88
Figura 20 ¿Quién considera es el mayor beneficiario con el uso de los Modelos Digitales? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).....	89
Figura 21 ¿Qué grado de conocimiento tiene del uso de Modelos Digitales? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).....	90

Figura 22 Razones para NO usar BIM (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).	91
Figura 23 Software que utilizan los NO USUARIOS de BIM (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).	92
Figura 24 ¿Qué porcentaje de uso tiene su competencia? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).	93
Figura 25 ¿Cuál es su intención de modelos digitales BIM en su empresa en un futuro? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).	93
Figura 26 Visión de USUARIOS BIM y NO USUARIOS BIM (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).	94
Figura 27 ¿Qué elementos les hacen falta para implementar BIM? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).	95
Figura 28 Filtrar y recortar elementos en 3D.	193
Figura 29 Traductores para la exportación IFC.	194
Figura 30 Página 1 de la Solicitud Licencia de Construcción.	230
Figura 31 Página 2 de la Solicitud Licencia de construcción.	231
Figura 32 Página 1 de la Carta responsiva.	232
Figura 33 Página 2 de la Carta responsiva.	233
Figura 34 Correo para iniciar la solicitud de licencia de obra nueva habitacional.	234
Figura 35 Respuesta a solicitud de licencia de obra nueva habitacional.	235
Figura 36 Entorno Común de Datos de los trámites de solicitud de obra nueva habitacional.	236
Figura 37 Bitácora de obra.	239
Figura 38 director responsable de obra (D.R.O.) con credencial del colegio correspondiente vigente.	240
Figura 39 Archivos subidos a la carpeta de documentos en el entorno común de datos.	243
Figura 40 Correo de aprobación de la documentación para el trámite.	244
Figura 41 Plano A-1 del proyecto 001.	246
Figura 42 Plano E-1 del proyecto 001.	247
Figura 43 Plano I-1 del proyecto 001.	247
Figura 44 Primeros trazos en la interfaz de ArchiCAD® del proyecto 001.	248
Figura 45 Ubicación geográfica del proyecto 001.	249
Figura 46 Terreno del proyecto 001.	250

Figura 47 Excavaciones del proyecto 001.....	250
Figura 48 Muros Planta baja del proyecto 001.....	251
Figura 49 Muros Planta alta del proyecto001.....	252
Figura 50 Suelos/Rampas de Planta baja del proyecto 001.....	253
Figura 51 Suelos/Rampas de Planta alta del proyecto 001.....	253
Figura 52 Suelos/Rampas de Planta de azotea del proyecto 001.....	254
Figura 53 Puertas de Planta baja del proyecto 001.	255
Figura 54 Puertas de Planta alta del proyecto 001.	255
Figura 55 Ventanas de Planta baja del proyecto 001.....	256
Figura 56 Ventanas de Planta alta del proyecto 001.....	257
Figura 57 Mobiliario en Planta baja del proyecto 001.....	258
Figura 58 Mobiliario en Planta alta del proyecto 001.....	258
Figura 59 Zonas/Habitaciones en Planta baja del proyecto 001.	259
Figura 60 Zonas/Habitaciones en Planta alta del proyecto 001.	260
Figura 61 Plano A-01 del proyecto 001.....	261
Figura 62 Plano A-02 del proyecto 001.....	262
Figura 63 Configuración de visualización 3D del proyecto 001.....	262
Figura 64 Activar visualización de zonas en 3D del proyecto 001.	263
Figura 65 Exportar 3D a un archivo IFC del proyecto 001.	264
Figura 66 Creación de configuración general del formato IFC.....	264
Figura 67 Proceso para exportar modelo IFC del proyecto arquitectónico del proyecto 001.....	264
Figura 68 Plano A-1 del proyecto 002.....	265
Figura 69 Plano A-2 del proyecto 002.....	266
Figura 70 Plano E-1 del proyecto 002.....	266
Figura 71 Plano IH-1 del proyecto 002.....	267
Figura 72 Plano IH-2 del proyecto 002.....	267
Figura 73 Plano IS-1 del proyecto 002.....	268
Figura 74 Primeros trazos en la interfaz de Revit® del proyecto 002.....	269
Figura 75 Ubicación geográfica del proyecto 002.....	269
Figura 76 Terreno del proyecto 002.....	270
Figura 77 Excavaciones del proyecto 002.....	271
Figura 78 Muros de Planta baja del proyecto 002.....	272
Figura 79 Muros de Planta alta del proyecto 002.....	272

Figura 80 Muros del proyecto 002.....	273
Figura 81 Suelos/Rampas de Planta baja del proyecto 002.....	274
Figura 82 Suelos/Rampas de Planta alta del proyecto 002.....	274
Figura 83 Suelos/Rampas del proyecto 002	275
Figura 84 Puertas de Planta baja del proyecto 002.	276
Figura 85 Puertas de Planta alta del proyecto 002.	276
Figura 86 Ventanas de Planta baja del proyecto 002.....	277
Figura 87 Ventanas de Planta alta del proyecto 002.....	278
Figura 88 Mobiliario en Planta baja del proyecto 002.....	279
Figura 89 Mobiliario en Planta alta del proyecto 002.....	279
Figura 90 Habitaciones en Planta baja del proyecto 002.	280
Figura 91 Habitaciones en Planta alta del proyecto 002.	280
Figura 92 Plano A-01 del proyecto 002.....	282
Figura 93 Plano A-02 del proyecto 002.....	282
Figura 94 Exportar 3D a un archivo IFC de proyecto 002.	283
Figura 95 Configuración inicial del formato IFC de proyecto 002.....	283
Figura 96 Configuración general del formato IFC de proyecto 002.....	284
Figura 97 Configuración adicional del formato IFC de proyecto 002.....	284
Figura 98 Carpeta principal del entorno común de datos del proyecto 002.	285
Figura 99 Carpeta de documentos del proyecto de arquitectura del proyecto 002.	285
Figura 100 Plano A-1 de Proyecto 003.	286
Figura 101 Plano A-2 de Proyecto 003.	286
Figura 102 Plano A-3 de Proyecto 003.	287
Figura 103 Plano E-1 de Proyecto 003.	287
Figura 104 Plano IHS-1 de Proyecto 003.....	288
Figura 105 Primeros trazos en la interfaz de ArchiCAD® del proyecto 003.	288
Figura 106 Ubicación geográfica del proyecto 003.	289
Figura 107 Terreno del proyecto 003.	290
Figura 108 Excavaciones del proyecto 003.....	290
Figura 109 Muros y Suelos de Planta Baja de proyecto 003.....	291
Figura 110 Muros y Suelos de Primer nivel del proyecto 003.	292
Figura 111 Muros y Suelos de Segundo nivel del proyecto 003.	292
Figura 112 Muros y Suelos del proyecto 003.	293
Figura 113 Corte Isométrico de Muros y Suelos del proyecto 003.....	293

Figura 114 Puertas de Planta baja de proyecto 003.	294
Figura 115 Puertas de Primer nivel de proyecto 003.	295
Figura 116 Puertas de Segundo nivel del proyecto 003.	295
Figura 117 Ventanas de Planta baja de proyecto 003.	296
Figura 118 Ventanas de Primer nivel de proyecto 003.	297
Figura 119 Ventanas de Segundo nivel de proyecto 003.	297
Figura 120 Mobiliario de Planta baja de proyecto 003.	298
Figura 121 Mobiliario de Planta alta de proyecto 003.	298
Figura 122 Cielo de Planta baja de proyecto 003.	299
Figura 123 Habitaciones de Planta baja de proyecto 003.	300
Figura 124 Habitaciones de Primer nivel de proyecto 003.	301
Figura 125 Habitaciones de Segundo nivel de proyecto 003.	301
Figura 126 Proceso para exportar modelo IFC del proyecto arquitectónico del proyecto 003.	302
Figura 127 Plano A-01 de Proyecto 003	303
Figura 128 Plano A-02 de Proyecto 003	304
Figura 129 Plano A-03 de Proyecto 003	304
Figura 130 Cimentación de Proyecto 003.	306
Figura 131 Columnas de concreto, Vigas de concreto y Viga de acero de Primer Nivel de Proyecto 003.	307
Figura 132 Columnas de concreto, Vigas de concreto y Viga de acero de Segundo Nivel y Planta de Azoteas de Proyecto 003.	307
Figura 133 Losa de Concreto de Planta baja de Proyecto 003.	308
Figura 134 Losas de Concreto de Primer Nivel de Proyecto 003.	309
Figura 135 Losas de Concreto de Segundo Nivel y Planta de azoteas de Proyecto 003.	310
Figura 136 Plano E-01 de Proyecto 003	311
Figura 137 Plano E-02 de Proyecto 003.	312
Figura 138 Exportar a formato IFC el modelo estructural del proyecto 003.	312
Figura 139 Carpeta general del Proyecto 003 en el Entorno Común de Datos.	313
Figura 140 Carpeta de proyecto estructural en el Entorno Común de Datos del Proyecto 003.	313
Figura 141 Aparatos sanitarios y aparatos mecánicos del proyecto 003.	314
Figura 142 Tuberías y accesorios del proyecto 003.	315

Figura 143 Drenaje del proyecto 003.	316
Figura 144 Plano IHS-01 de proyecto 003.	317
Figura 145 Plano IHS-02 de proyecto 003.	318
Figura 146 Plano IHS-03 del proyecto 003.	318
Figura 147 Plano IHS-04 del proyecto 003.	319
Figura 148 Proceso para exportar modelo IFC del proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias del proyecto 003.....	319
Figura 149 Carpeta de Instalaciones hidráulicas y sanitarias en el Entorno Común de Datos de proyecto 003.	320
Figura 150 Tabla tipo árbol, con el rulerset propuesto ya cargado.	321
Figura 151 Tabla tipo árbol resultados del proyecto 003.....	323
Figura 152 Obtén la licencia de construcción para obra nueva - 01	346
Figura 153 Obtén la licencia de construcción para obra nueva - 02.	347
Figura 154 Obtén la licencia de construcción para obra nueva - 03.	348
Figura 155 Obtén la licencia de construcción para obra nueva - 04.	349
Figura 156 Obtén la licencia de construcción para obra nueva - 05.	350
Figura 157 Obtén la licencia de construcción para obra nueva - 06.	351
Figura 158 Solicitud de licencia de construcción y trámites integrales de licencia de construcción 01.	352
Figura 159 Solicitud de licencia de construcción y trámites integrales de licencia de construcción 02.	353
Figura 160 Carta Responsiva DDU.....	354
Figura 161 Tabla tipo árbol dentro de SOLIBRI.	356
Figura 162 Menú para seleccionar los rulerset a usar.	356
Figura 163 Menú de carga de archivos tipo .cset, perteneciente a los rulerset.....	357
Figura 164 Menú para seleccionar los rulerset a usar.	358
Figura 165 Desglose del rulerset propuesto, dentro del RSM.....	359
Figura 166 Pantalla de SOLIBRI, se muestra el error en la regla del COS.	360
Figura 167 Pantalla de SOLIBRI, se muestra el desglose del menú "VIEW".	360
Figura 168 Menú CLASSIFICATION.....	361
Figura 169 Menú CLASSIFICATION settings.	361
Figura 170 Menú CLASSIFICATION settings y menú para designación de clasificación.....	362
Figura 171 Menú para designación de clasificación.....	362

Figura 172 Resultados del proyecto 001, tabla tipo árbol.	364
Figura 173 Resultados del proyecto 002, tabla tipo árbol.	365
Figura 174 A-01 Proyecto 001	368
Figura 175 A-02 Proyecto 001	369
Figura 176 A-01 Proyecto 002	370
Figura 177 A-02 Proyecto 002	371
Figura 178 A-01 Proyecto 003	372
Figura 179 A-02 Proyecto 003	373
Figura 180 A-03 Proyecto 003	374
Figura 181 E-01 Proyecto 003	375
Figura 182 E-02 Proyecto 003	376
Figura 183 IHS-01 Proyecto 003.....	377
Figura 184 IHS-02 Proyecto 003.....	378
Figura 185 IHS-03 Proyecto 003.....	379
Figura 186 IHS-04 Proyecto 003.....	380

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Formato IFC. (Autodesk, Inc., 2018).....	4
Gráfico 2 LOD (Equipo Comunicación, 2015).	7
Gráfico 3 Modelo Casa de Bambú (Monroy, 2020).	8
Gráfico 4 Make BIM softwares communicate smoothly (RTR Ingeniería y construcción, s.f.).	12
Gráfico 5 Estado actual del BIM en Latinoamérica (BIM Community, 2018).....	20
Gráfico 6 Plan BIM Perú (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019).....	29
Gráfico 7 Modelo estructural y de instalaciones (Autodesk México).	35
Gráfico 8 Revista Obras (2019).....	39
Gráfico 9 Curva MacLeamy (BIM Community, 2018).....	40
Gráfico 10 Losa del SS.HH. Según el plano de arquitectura. Omisión de la losa en el plano de estructuras (Alcántara, 2013).	41
Gráfico 11 Calendario de desarrollo de las aplicaciones de verificación del cumplimiento. Basado en Skallerud, Slette y Bjaaland (2014).	45
Gráfico 12 SOLIBRI A Nemetschek Company (SOLIBRI Model CheckerTM,, 2018).	47

Gráfico 13 Development of BMC solutions illustrated as interactions between rule-set, BIM-file and checking software (Hjelseth E. , BIM-based model checking (BMC), 2015).....	49
Gráfico 14 Ejemplos de detección de choques (Mostafa, 2017).	51
Gráfico 15 Tabla de árbol de reglas en SOLIBRI. 1) La categoría establece el problema en general y también indica el número total de problemas en la categoría. 2) La subcategoría especifica el problema. 3) La incidencia indica exactamente el problema real. 4) El componente que tiene el problema real. (SOLIBRI Model CheckerTM,, 2018).....	53
Gráfico 16 Relación servicio-complejidad de desarrollo en proyecto ByggSøk (Hjelseth E. &, 2010)	56
Gráfico 17 Portada BSI PAS 1192-2:2013 (The British Standards Institution, 2013).	59
Gráfico 18 Índice de Productividad de la industria AEC y la no relacionada con la industria agrícola (Choclán, Soler, & González, 2014).....	65
Gráfico 19 BIM maturity levels (The British Standards Institution, 2013).....	97
Gráfico 20 Página principal del software SOLIBRI Office™.	198
Gráfico 21 Pantalla general del Rulerset Manager.....	199
Gráfico 22 Menú en SOLIBRI para regla 19.....	200
Gráfico 23 Menú en SOLIBRI para regla 220.....	203
Gráfico 24 Menú en SOLIBRI para regla 132.....	205
Gráfico 25 Menú en SOLIBRI para regla 210.....	208
Gráfico 26 Menú en SOLIBRI para regla 230.....	211
Gráfico 27 Menú en SOLIBRI para regla 37.....	213
Gráfico 28 Menú en SOLIBRI para regla 235.....	216
Gráfico 29 Menú en SOLIBRI para regla 237.....	218
Gráfico 30 Menú en SOLIBRI para regla 237.....	220
Gráfico 31 Menú en SOLIBRI para regla 21.....	222
Gráfico 32 Menú en SOLIBRI para regla 11.....	225

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 La vida antes del AutoCAD® (Noticias de Arquitectura, 2018)	14
--	----

Fotografía 2 La metodología BIM fue uno de los instrumentos usados en los Juegos Panamericanos Lima 2019 (Redacción Gestión, 2019).	26
Fotografía 3 Toma frontal del sitio del proyecto 001.	241
Fotografía 4 Toma lateral del sitio del proyecto 001.	241
Fotografía 5 Toma aérea del sitio del proyecto 001.	242

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Nivel de participación de los actores para el uso del BIM (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2019).....	30
Tabla 2 Medida de Política 1.3: Oficinas de gestión de proyectos (EDITORA PERÚ, 2019).....	33
Tabla 3 Cooperación de México con otros países para la implementación de MIC (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2019).	36
Tabla 4 Visión general de softwares del BMC y sus funciones (Hjelseth E. &, 2010).	46
Tabla 5 Objetivo 3. Impulsar la participación del sector privado y otros organismos en la estrategia para completar la cadena de valor (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2019).	63
Tabla 6 Ranking de Usos BIM de la Penn State University (Cárdenas, 2016).....	64
Tabla 7 Requisitos para licencia de construcción mayor a 45m2, Zacatecas (Departamento de permisos y licencias para la construcción, 2019).	66
Tabla 8 Aplicación de estándares	122
Tabla 9 Aplicación de normativa	123
Tabla 10 Formato por tipo de documento	124
Tabla 11 Listado de documentos solicitados como requerimiento	125
Tabla 12 <i>BIM Uses</i> propuestos y <i>softwares</i> para solventarlos.....	127
Tabla 13 Lista de Elementos del proyecto	128
Tabla 14 Información para los niveles de definición.....	129
Tabla 15 Master Information Delivery Plan.	133
Tabla 16 Roles del proyecto y responsabilidades	136
Tabla 17 Procesos de entrega de datos.....	143
Tabla 18 Propósitos de la estrategia	145
Tabla 19 Versión de Documento	152

Tabla 20 Datos del Propietario.....	154
Tabla 21 Tipología de Proyectos.....	155
Tabla 22 Ubicación del proyecto y datos del predio.....	155
Tabla 23 Descripción Breve del Proyecto.....	156
Tabla 24 Personal clave del proyecto.....	157
Tabla 25 Metas BIM.....	158
Tabla 26 Usos BIM.....	158
Tabla 27 Roles y responsabilidades.....	160
Tabla 28 Intercambios de Información.....	169
Tabla 29 MIDP CON LOD.....	171
Tabla 30 Emisión de improcedencias / licencia.....	172
Tabla 31 Organización de los Intercambios.....	173
Tabla 32 Reuniones de Colaboración.....	177
Tabla 33 Administración del Entorno Común de Datos.....	179
Tabla 34 Clasificación de los Controles de Calidad.....	181
Tabla 35 Requerimiento de <i>Softwares</i>	183
Tabla 36 Requerimientos de Hardware.....	184
Tabla 37 Nomenclaturas tipo.....	184
Tabla 38 Nomenclaturas por archivo.....	185
Tabla 39 Responsables de Requerimientos BIM.....	190
Tabla 40 Estándares BIM.....	190
Tabla 41 Normativa por Diseño.....	191
Tabla 42 Desglose de entregables 3D.....	191
Tabla 43 Categoría de Elementos del proyecto.....	192
Tabla 44 Tabla de control de Documentación.....	195
Tabla 45 Rulerset de norma 19.....	200
Tabla 46 Parametrización de norma 19.....	201
Tabla 47 Rulerset de norma 220.....	202
Tabla 48 Parametrización de norma 220.....	204
Tabla 49 Rulerset de norma 132.....	204
Tabla 50 Parametrización de norma 132.....	206
Tabla 51 Rulerset de norma 210.....	207
Tabla 52 Parametrización de norma 210.....	210
Tabla 53 Rulerset de norma 230.....	211

Tabla 54 Parametrización de norma 230	212
Tabla 55 Rulerset de norma 37.....	213
Tabla 56 Parametrización de norma 37.	214
Tabla 57 Rulerset de norma 235.....	215
Tabla 58 Parametrización de norma 235.	216
Tabla 59 Rulerset de norma 237.....	217
Tabla 60 Parametrización de norma 237.	219
Tabla 61 Rulerset de norma 36.....	219
Tabla 62 Parametrización de norma 36.	221
Tabla 63 Rulerset de norma 21.....	222
Tabla 64 Parametrización de norma 21.	223
Tabla 65 Rulerset de norma 11.....	224
Tabla 66 Parametrización de norma 11.	226
Tabla 67 Formato de los documentos iniciales.	227
Tabla 68 Formato de acceso al entorno común de datos.	234
Tabla 69 Formato de documentación para el trámite.....	237
Tabla 70 Aprobación de la documentación para el trámite.	243
Tabla 71 Formato del intercambio del proyecto para evaluación.	245
Tabla 72 LOD del Terreno y excavaciones del proyecto 001.....	249
Tabla 73 LOD de Muros del proyecto 001.....	250
Tabla 74 LOD de Suelos/Rampas del proyecto 001.	252
Tabla 75 LOD de Puertas del proyecto 001.	254
Tabla 76 LOD de Ventanas del proyecto 001.	256
Tabla 77 LOD de Mobiliario del proyecto 001.	257
Tabla 78 LOD de Habitaciones del proyecto 001.....	258
Tabla 79 LOD de Elementos no modelados del proyecto 001.	260
Tabla 80 LOD de Terreno y excavaciones del proyecto 002.....	270
Tabla 81 LOD de muros del proyecto 002.....	271
Tabla 82 LOD de Suelos/Rampas del proyecto 002.	273
Tabla 83 LOD de Puerta del proyecto 002.	275
Tabla 84 LOD de Ventana del proyecto 002.	277
Tabla 85 LOD de Mobiliario del proyecto 002.	278
Tabla 86 LOD de habitaciones del proyecto 002.	280
Tabla 87 LOD de elementos no generados en el modelo del proyecto 002.....	281

Tabla 88 LOD de Terreno y excavaciones del proyecto 003.....	289
Tabla 89 LOD de Muros, suelos y rampas del proyecto 003.....	291
Tabla 90 LOD de Puertas del proyecto 003.	294
Tabla 91 LOD de Ventanas del proyecto 003.	296
Tabla 92 LOD de Mobiliario del proyecto 003.	297
Tabla 93 LOD de Cielos del proyecto 003.....	299
Tabla 94 LOD de Habitaciones del proyecto 003.....	299
Tabla 95 LOD de Elementos no modelados del proyecto 003.	302
Tabla 96 LOD de Cimentación del proyecto 003.....	305
Tabla 97 LOD de Columnas de concreto, vigas de concreto y vigas de acero del proyecto 003.	306
Tabla 98 LOD Losas de concreto del proyecto 003.	307
Tabla 99 LOD de elementos no modelados del proyecto estructural del proyecto 003.	310
Tabla 100 LOD de Aparatos sanitarios y Equipos mecánicos del proyecto 003. ...	314
Tabla 101 LOD de Tuberías y accesorios del proyecto 003.....	315
Tabla 102 LOD Drenaje y accesorios del proyecto 003.	316
Tabla 103 Reporte de proyecto 003.....	324
Tabla 104 Simbología de diagramas de Usos BIM.	355
Tabla 105 Simbología de Simbología de tabla tipo árbol	363
Tabla 106 Reporte de proyecto 001.....	366
Tabla 107 Reporte de proyecto 002.....	367

“BIM will only enable you to build what the construction industry enables you to build”.

Benjamin Marks.

ACRÓNIMOS Y NORMAS

CAD

Computer Aided Design/Drawing / Diseño/Dibujo Asistido por Computadora

El dibujo asistido por computadora está basado en el uso de sistemas informáticos para la creación de un dibujo bidimensional a partir de puntos y líneas para la representación de dibujos y para la creación de modelos sólidos tridimensionales.

BIM/MIC

Building Information Modeling/Modelado de Información de la Construcción

Es una metodología de generación de información y modelado tridimensional con un alto contenido de información gráfica y no gráfica, basado en elementos en 2D, elementos en 3D (volúmenes), documentación, objetos o familias tridimensionales inteligentes que pueden ser analizados con base en los datos que contienen y que permiten generar procesos para la coordinación de cualquier tipo de proyecto, sobre el cual se puede generar un planteamiento de diseño, de construcción de documentación e incluso de su mantenimiento como activo, lo que implica una coordinación de su tiempo de vida. Un modelo con base en la metodología BIM, con características, clasificaciones y propiedades puede ser documentado y simulado de acuerdo a su información (BIM Forum Panamá).

VDC

Virtual Design & Construction/Diseño y Construcción Virtual

Al hablar de VDC se hace referencia a procesos y operaciones. Es la metodología de proceso de construcción de modelos para el desarrollo de un producto o proyecto en las diferentes áreas del diseño y construcción, con procesos de trabajo y organización de diseño construcción y operación con el fin de usar lo creado por BIM como parte de un proceso de trabajo físico y virtual y de respaldar los objetivos empresariales explícitos y públicos del producto o proyecto a desarrollar en el cual se incluye una metodología de modelado de ingeniería, de análisis, de visualización y de métricas empresariales y análisis de negocio, por ende debe de contener información específicamente para el proyecto, el presupuesto, el calendario/horario, el sitio, el clima, los materiales, los subcontratistas, etc. La intención es lograr ser muy

específico en el proceso de la construcción. Aunque su definición es distinta, esta es otra forma en la que se le conoce, erróneamente, a la metodología BIM.

SMC
SOLIBRI *Model Checker* o SOLIBRI Office™

Es un programa para visualizar y evaluar modelos de construcción. Se centra plenamente en el uso de *Industry Foundation Class* o IFC; mediante un formato abierto, se puede exportar un modelo de casi todos los *softwares* BIM, en el que se pueden almacenar todos los elementos, con sus datos correspondientes, pero también con sus relaciones mutuas. La verificación de modelos es una técnica para comprobar el contenido y la calidad de los modelos sobre la base de los modelos BIM de forma automatizada o semiautomática. El SMC, en otras palabras, es una especie de corrector ortográfico para la construcción u otros proyectos.

Este tipo de programa es utilizado, a nivel mundial, por diseñadores; pero también por contratistas, clientes e incluso gobiernos para controlar un proyecto. Dado que la mayoría de las normas de control pueden aplicarse automáticamente, la calidad de un proyecto puede ser verificada y validada rápida y eficientemente. En varios países esto ya se está aplicando como parte de un procedimiento de concesión de permisos de construcción, en el que se presentan modelos y se genera un informe de evaluación basado en conjuntos de reglas predefinidas.

SMV
SOLIBRI Model Viewer o SOLIBRI Anywhere™

Este programa se deriva del *SOLIBRI Office*™, es una versión gratuita que permite visualizar los modelos y también consultar los resultados obtenidos de algún proceso de verificación y validación en SMC.

IFC
Industry Foundation Class

El *Industry Foundation Class* es un formato basado en un objeto y sus propiedades de identidad que permiten la interoperabilidad de un modelo gracias a su información geométrica. Los códigos IFC funcionan como un formato para poder intercambiar información BIM, de cualquier *software* BIM, lo que beneficia un flujo de trabajo, ya que cualquier involucrado en el proyecto, puede trabajar en el software de su conveniencia (Solihin, Shaikh, Rong, & Poh, 2015).



Gráfico 1 Formato IFC. (Autodesk, Inc., 2018).

Estos son utilizados para el intercambio de información en un equipo de proyecto, ya que, muchos *softwares* no son compatibles para trabajar en un sistema de interoperabilidad y por medio de códigos IFC, se pueden trabajar todos los elementos del sistema BIM, con un mismo lenguaje informativo, ya que las definiciones de una vista de un modelo con códigos IFC son principalmente compatibles con geometrías 3D.

CIC
Construction Industry Council

El Concejo de la Industria de la Construcción es un foro representativo para organismos profesionales, organizaciones de investigación y asociaciones empresariales especializadas en la industria de la construcción del Reino Unido.

BSI
British Standards Institution

Establecido en su principio como el Consejo de Estándares para la Ingeniería, el *British Standards Institution*, es una organización distribuidora de normas comerciales sin fines de lucro que ofrece servicios globales en el campo de los estándares, sistemas de análisis, certificaciones de productos, en entrenamiento y servicios de asesoría.

PAS-1192
Publicly Available Specifications

Estas son especificaciones publicadas por el CIC por sus siglas en inglés de *Construction Industry Council*, con la función de servir como un marco de apoyo a los objetivos del *Building Information Modeling* y establece las bases para la colaboración en proyectos BIM en conjunto con las normas de información disponibles y los procesos de intercambio de datos. (The British Standards Institution, 2013)

EIR

Employer's Information Requirements/Requerimientos de Información del Empleador

Este es un documento de carácter contractual, que es generado por el cliente, por medio de un asesor BIM. Este debe de ser uno de los primeros documentos en generarse antes de trabajar con la metodología BIM ya que delimitará los alcances del modelo. Este documento puede dividirse en 3 campos: El EIR Técnico, EIR de gestión y EIR Comercial. El objetivo de este documento es delimitar el alcance de lo que se solicita de un modelo 3D, la forma en la que se requiere que la información esté documentada. El EIR define la información que el cliente requiere del empleado, tanto para ambos, como para el equipo interno de trabajo BIM, desarrolladores de proyecto, proveedores y otras personas involucradas en el proyecto. Por lo tanto, otro objetivo del EIR es facilitar el trabajo, ya que al delimitar la documentación que el cliente espera, este documento funciona como una "Hoja de ruta" para el modelador BIM.

BEP

BIM Execution Plan/Plan de Ejecución BIM

Es un documento que define los detalles de la implementación de una metodología BIM para un proyecto basado en las necesidades de un cliente por medio de todas las fases estipuladas en el EIR, en el cual se definen los alcances del modelo, de los procesos de modelado, del intercambio de la información, la infraestructura del equipo de modelado, los roles que existirán en este equipo, así como las responsabilidades de cada uno y de los usos específicos del modelo. Lo que permite un *BIM Execution Plan* es estipular, además de las responsabilidades de la incorporación de la metodología BIM, la forma en que las necesidades serán resueltas. En un *BIM Execution Plan*, se definen los usos apropiados de un proyecto que se documentará con BIM, junto con un diseño detallado de la documentación del proceso durante el ciclo de vida de su ejecución. (Computer Integrates Construction Research Program, 2010)

MIDP

Master Information Delivery Plan/Plan Maestro de Entrega de Información

El Plan Maestro de Entrega de Información se puede definir como el plan que contempla y organiza toda la información entregable que constituye un proyecto. Es un documento en el que se enlistan modelos, dibujos, roles, niveles de desarrollo,

equipamiento, horarios, *Room Data sheets*, entre otra serie de información que se acordó generar para proporcionar al cliente.

CDE

Common Data Environment/Entorno Común de Datos

El *Common Data Environment* es una combinación entre *Hardware* y *Software* y una metodología de flujo de trabajo que es usada para recolectar, administrar, distribuir y compartir los archivos, documentos e información, relevantes aprobados, para equipos multidisciplinarios. Comúnmente se puede encontrar como una plataforma en la cual se pueden subir cualquier tipo de información a la nube, con el fin de mandar un archivo de un emisor a un receptor. En la norma BSI PAS 1192-2: 2013 se determina el *Common Data Environment* como un requisito obligatorio para poder alcanzar el nivel 2 de madurez, esto por la búsqueda de una colaboración integrada en el equipo de trabajo que interviene en el diseño. Su objetivo es facilitar el flujo de información garantizando la fidelidad de ésta con respecto al proyecto, lo es también el poder administrar los estados de aprobación de cada archivo que sea necesario para el proyecto y poder almacenar una información que pueda ser compartida y reutilizada para los siguientes documentos.

LOD

Level of Development

Consta del nivel de desarrollo de la información que posee un elemento específico en un modelo BIM o de un modelo en general. BIM Fórum USA ha desarrollado una clasificación numérica en la cual el nivel tridimensional de un modelo virtual de un objeto o elemento va adquiriendo una determinada cantidad de información tanto gráfica como no gráfica y geométrica con el propósito de proveer información y su uso con respecto a su fase de diseño, con construcción o mantenimiento del activo. La especificación LOD utiliza las definiciones básicas desarrolladas por la AIA en el documento AIA G202-2013 y organizado en formato *CSI Unifomat 2010*.

Se puede encontrar este acrónimo como nivel de detalle, sobre todo en las normas británicas PAS definido como un nivel de detalle gráfico de una familia o un objeto, dependiendo del *software* de modelado que se use.

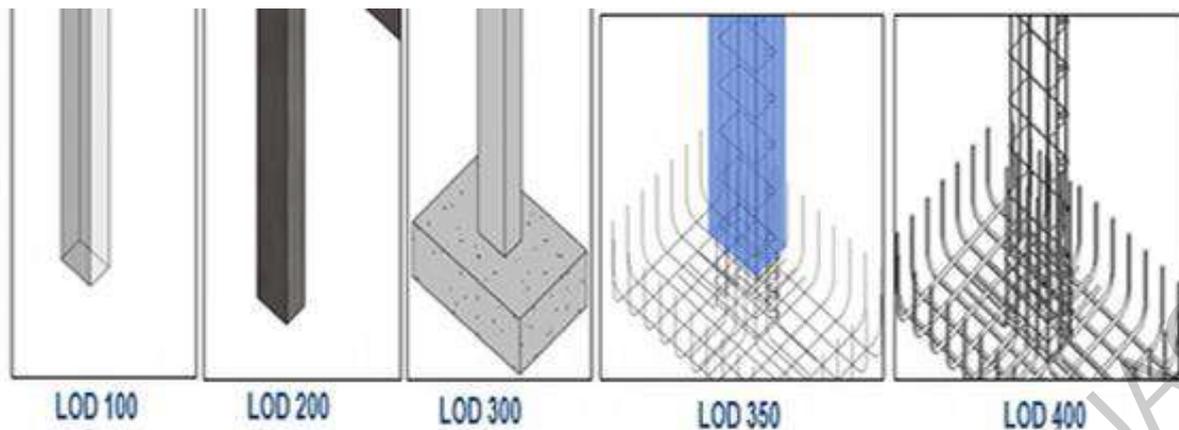


Gráfico 2 LOD (Equipo Comunicación, 2015).

LOD 100

Nivel de desarrollo conceptual.

Este es el nivel más básico de modelado 3D que cuenta con símbolos genéricos y una representación gráfica básica. No cuenta con datos geométricos ni de dimensiones y su cuantificación es aproximada. El nivel de detalle de los elementos está basado en símbolos como representación 2D. Los elementos no poseen un nivel de información suficiente para contener datos no gráficos en el modelo.

LOD 200

Nivel de desarrollo genérico.

Este nivel de modelo se representa gráficamente como un sistema genérico cuenta con objetos y ensamblajes con cantidades con medidas y ubicación geoespacial como orientación ubicación coordenadas relativas de reconocimiento y de base de proyecto. En este nivel, los elementos poseen un nivel de detalle no gráfico, básico, general.

LOD 300

Nivel de desarrollo de construcción

En este nivel los elementos se representan como un sistema específico y los objetos o ensamblajes que se encuentran contienen detalles, medidas, ubicación geoespacial como orientación, ubicación, coordenadas relativas, de reconocimiento y de base de proyecto. Este modelo cuenta con cantidades y dimensiones exactas.

LOD 350

Nivel de desarrollo para coordinación.

En este nivel los elementos se representan como un sistema específico y los objetos o ensambles que se encuentran contienen detalles, medidas, ubicación geoespacial como orientación ubicación coordenadas relativas de reconocimiento y de base de proyecto y contiene información detallada de la fabricación de los elementos. Gracias al nivel de desarrollo en este tipo de modelos se puede realizar un análisis de colisiones y de conflictos espaciales.

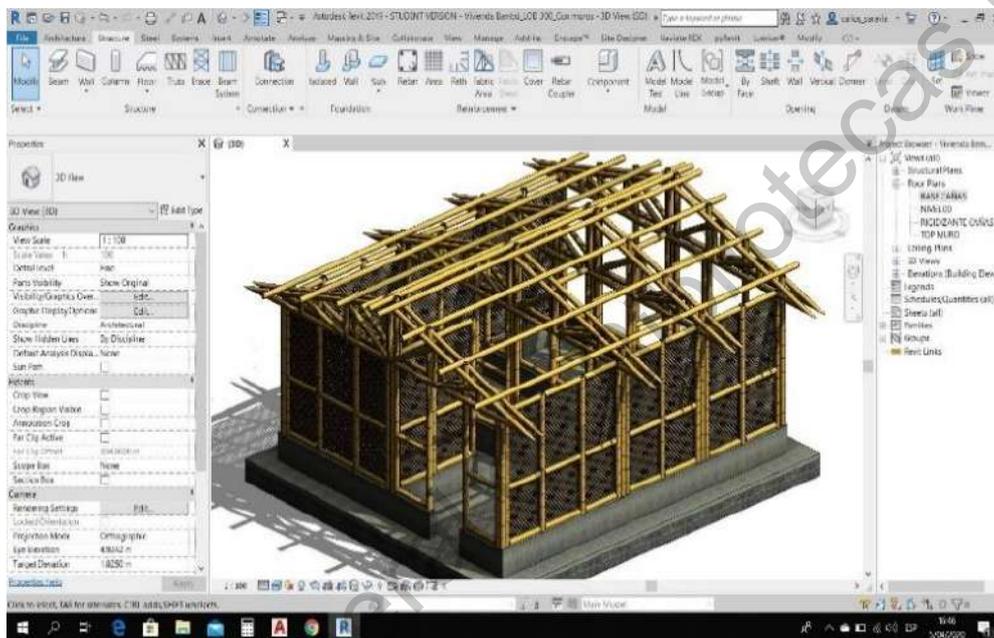


Gráfico 3 Modelo Casa de Bambú (Monroy, 2020).

LOD 400

Nivel de desarrollo para fabricación y construcción

En este nivel, el modelo debe contar con suficiente detalle y exactitud para poderse fabricar con respecto a su representación en el modelo y a partir de la geometría se puede generar planos constructivos, planos ejecutivos, planos de taller, dibujos, croquis, diagramas y la información suficiente para fabricar e instalar todos los elementos del proyecto de forma exacta.

LOD 500

Nivel As Built

Los modelos que cumplen con el nivel LOD 500 además de la información requerida del LOD 400, están hechos con las medidas exactas del proyecto construido, son

medidas tomadas in situ y tienen referencias de los cambios que fueron realizados en el proyecto. Este modelo es una copia precisa de la construcción del proyecto.

LOI Level of Information

Los niveles de información son un parámetro propio de la metodología BIM que se encarga de definir y regular la cantidad y la calidad de información no gráfica que se encuentre en un modelo en general. Este es un concepto que no debe confundirse con el LOD por sus siglas en inglés de *Level of Development*. Existe una clasificación referente al nivel de información (LOI 100, 200, 300, 350, 400, 500) de la misma manera en la cual existe en el nivel de desarrollo geométrico.

DIMENSIONES

2D Segunda Dimensión/Líneas

Esta dimensión está basada en planos, en bocetos y forma parte de los sistemas de dibujo asistido por computadora. De igual forma este concepto es parte de la composición del nivel de madurez 0 en BIM.

3D Tercera Dimensión/Modelo

Esta dimensión está basada en tres ejes que permiten la formación de volúmenes. Dentro de una conformación de volúmenes se genera un modelo que contiene información geométrica, la cual contiene objetos que tienen la capacidad de contener distintos tipos de propiedades dentro de ellos, que pueden ser información gráfica y no gráfica y que se pueden visualizar en un proyecto.

4D Cuarta Dimensión/Programación/Tiempo

La cuarta dimensión está basada en una simulación de fases de proyecto en todos sus niveles de diseño. Es uno de los beneficios más característicos de la metodología BIM ya que es una dimensión muy dinámica, para ser precisos una dimensión temporal. Se pueden ejecutar simulaciones para hacer una planificación detallada de las distintas disciplinas en un proyecto desde: Simulación de instalaciones, simulación de cimentaciones, simulación de procesos constructivos y sobre todo una simulación por etapas o fases, entre otros tipos de simulaciones que pueden ser

programadas con base en las necesidades de un proyecto, para generar un diseño de plan de ejecución.

5D

Quinta Dimensión/Costos

La quinta dimensión tiene como base el análisis y la estimación de los costos que genera un proyecto, todo esto con base en las propiedades que pueden tener los objetos. Consta de un modelo con información en “tiempo real” de las propiedades de costo, ya que éstas pueden variar dependiendo del factor tiempo y el factor económico actual. En cada uno de los objetos se puede depositar la información del costo de los materiales, el costo de mano de obra y los costos directos e indirectos que un proceso constructivo puede generar para poder detallar informes presupuestarios del proyecto.

6D

Sexta Dimensión/Sostenibilidad/GREEN BIM

Es una dimensión que permite analizar el comportamiento energético de un proyecto en una fase de diseño que da pie a una toma de decisiones en pro del diseño energético. En el análisis energético se analizan las variaciones e interacciones de la envolvente del edificio en relación con los materiales que se utilizarán y de los métodos de calefacción y enfriamiento con los que el proyecto va a contar, así como el tipo de combustibles que serán necesarios utilizar. Todo este análisis se hace teniendo en cuenta la ubicación, la orientación, el contexto y factores externos que están involucrados en la sostenibilidad del edificio. Uno de los principales fines de esta dimensión es el de conseguir una certificación de sustentabilidad, como lo es la certificación LEED.

7D

Séptima Dimensión/Mantenimiento del Activo/Gestión de ciclo de vida

Este nivel es considerado una forma de documentación *As Built*, en el que se puede gestionar el proyecto en su ciclo de vida activo, al igual que los servicios que le corresponden. Este modelo permite gestionar por medio del control de logística del proyecto, el ciclo de vida útil y mantenimiento.

NIVEL DE MADUREZ BIM

Cuando se hace una discusión acerca de BIM, el concepto de nivel de madurez se refiere a la forma en la que un proyecto se abarca en temas de trabajo colaborativo, lo que habla de la generación, así como del intercambio de la información. En la norma BSI PAS 1192-2:2013 (The British Standards Institution, 2013), se habla de los niveles de madurez BIM como una progresión de lo que es una metodología de trabajo y de gestión y creación de la información con metodologías CAD, hasta un nivel llamado Nivel 3 en el cual el trabajo es completamente interdisciplinar y que al mismo tiempo utiliza un solo modelo BIM para todo el equipo de trabajo. (2013).

NIVEL 0

El nivel de madurez 0 es el primer acercamiento que se tiene con respecto a la generación de la información. Es en el que no existe la colaboración de dos o más partes. Es un trabajo exclusivo de una metodología CAD, que está basado en dos dimensiones. El método de intercambio de información es a través de impresiones y documentos de lectura 2D.

NIVEL 1

En el nivel de madurez 1 se encuentran los proyectos que sean generados a través de un modelo 3D con apoyo en las tecnologías 2D para la generación de los planos, detalles y toda la documentación necesaria. En este nivel existe un intercambio de datos a nivel electrónico basado en un entorno común de datos. En este nivel no existe la colaboración entre las ingenierías y disciplinas involucradas en el proyecto, cada una de estas publica y mantiene sus propios datos.

NIVEL 2

En este nivel se puede encontrar la existencia de varios tipos de modelos virtuales.

AIM: Architectural Information Model.

SIM: Structural Information Model.

FIM: Facilities Information Model.

BSIM: Building Services Information Model.

BrIM: Bridge Information Model.

Los generadores de información de un nivel de madurez 2 producen la información en modelos que ellos controlan, abasteciéndose de información desde otros modelos, por medio de referencias directas con el mismo, o un intercambio directo entre modelo y modelo. Los modelos y su información son desarrollados con *softwares* especializados, con una base de datos propietaria y con varios niveles de interoperabilidad.

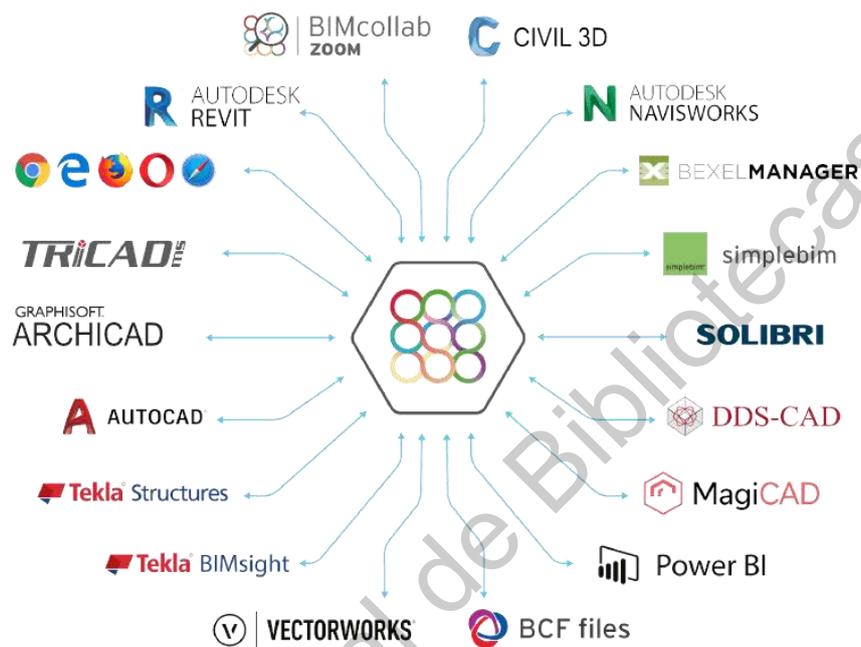


Gráfico 4 Make BIM softwares communicate smoothly (RTR Ingeniería y construcción, s.f.).

Para trabajar con la madurez nivel 2 debe de existir un acuerdo para el intercambio digital de la información y se debe anexar un protocolo y debe de estar regido por un *Employer's Informations Requirements*, que sea claro, con *Plain Language Questions* para la clara interpretación. Debe regir un *BIM Protocol*, además de que se debe generar un *BIM Execution Plan*, para solventar el EIR y un espacio común para el intercambio de información, denominado *Common Data Environment*. Todo esto debe verse reflejado en la entrega de un *Project Information Model* con información coordinada gráfica y no gráfica al empleador o cliente, debe de aplicar los procesos, documentos y estándares acordados que tengan rigor y que sean acordados en el EIR.

NIVEL 3

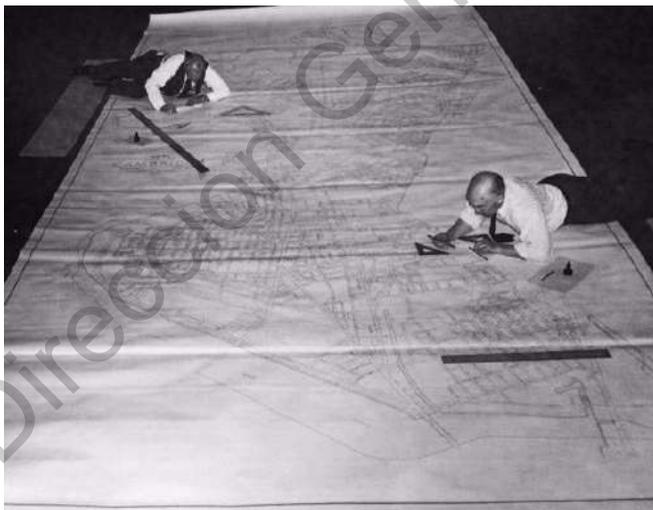
OPEN BIM “Whole Integrated Project Information Model”

El nivel 3 de madurez del *Building Information Modeling*, además de cumplir con los requisitos del nivel 2 de madurez, tiene como objetivo principal generar un flujo de trabajo con un único modelo compartido en el que se sitúe toda la información del proyecto y que se encuentre en un servidor en el que todos los integrantes del equipo de proyecto puedan acceder en cualquier momento para poder trabajar en equipo, de manera coordinada y que puedan abstraer o incluso modificar la información del proyecto que está depositada en el modelo. En este nivel se puede hacer una colaboración completa para el trabajo de un proyecto además de una integración de todas las ingenierías y todos los servicios anexos al proyecto. En este nivel la información se trabaja sobre un archivo con formato IFC para poder tener la opción de la interoperabilidad de herramientas y *softwares* BIM.

I. ANTECEDENTES

CAD: ¿Qué es y cómo revolucionó la forma de trabajo de los arquitectos?

En el año 1955 en el *Massachusetts Institute of Technology*, (MIT, por sus siglas en inglés), el *Lincoln Laboratory* desarrolló el primer sistema con base gráfica bajo el nombre de SAGE (*Semi-Automatic Ground Environment* por sus siglas en inglés) para las Fuerzas Aéreas Norteamericanas, con la finalidad de procesar los datos de radar y localización de objetos a través de una pantalla de tubo de rayos catódicos. Siguiendo con la línea de investigación del laboratorio, en 1962, el científico Ivan Sutherland, desarrolló con base en su tema de investigación y tesis doctoral "*A Machines Graphics Communications System*", a partir del cual se pudo empezar a hablar de gráficos interactivos por medio de una computadora. La idea surgió a partir de utilizar un teclado y un lápiz óptico para trabajar conjuntamente con una imagen representada en un monitor. Un año más tarde, el sistema del *Sketchpad* de Sutherland se implementó en varias universidades. Para 1965, tres años posteriores al desarrollo del *Sketchpad*, el término y el sistema CAD ya era bien conocido (Chan, Historia de los Sistemas CAD/CAM, s.f).



Fotografía 1 La vida antes del AutoCAD®
(Noticias de Arquitectura, 2018)

En un panorama muy general, la década de los 50's y de los 60's simbolizó el *boom*, el principio de lo que se conoce como CAD por sus siglas en inglés de *Computer-Aided Design*. La primera pantalla gráfica para representar dibujos simples, el lápiz óptico que comenzó el traspaso de los dibujos simples no interactivos a los gráficos interactivos, de la mano con la programación de control numérico. Todo desarrollado en el MIT. El sistema CAD luce como el

futuro de la representación gráfica, lo que originó que se generara mucha investigación y desarrollo circundante al tema. (Fundamentos del KBE, s.f).

Para 1970 muchas empresas aeroespaciales y automovilísticas como lo son *General Motors, Lockheed, Chrysler y Ford*, comienzan a utilizar sistemas de Dibujo Asistido por Computadora. En 1975 la empresa *Textronic* desarrolló la primera pantalla de 19" al mismo tiempo que desarrolló, en conjunto con AMD (Avión Marcel Dassault), el primer sistema CAD/CAM (*Computer-Aided Manufacturing*), que es un sistema semiautomático desarrollado para controlar la producción con máquinas, de forma numérica. El año 1979 se puede considerar como un parteaguas para el desarrollo del modelado en 3 dimensiones al crearse *Dassault System* y *3D/Eye Inc.* las cuales se convierten en pioneras en 3D y en la tecnología de gráficos. En el año de 1981, la empresa *Unigraphics* presenta el primer sistema de modelado sólido, llamado *Unisolid* (ZOSO, s.f).

El *software* CAD está en continua evolución, adaptándose cada vez más a los nuevos tiempos. El uso de las tres dimensiones es cada vez más frecuente, y por ello ese es un aspecto que se mejora en cada versión de los programas, ganando en estabilidad, velocidad y prestaciones (Chan, Historia de los Sistemas CAD/CAM, s.f).

La década de los 70's fue crucial para el desarrollo CAD/CAM ya que, para que, en los 80 esta sea una técnica muy utilizada y muy general en el tema de Dibujo Asistido por Computadora y su campo de desarrollo tecnológico, pues, se tuvieron que desarrollar a partir de la necesidad de utilizar herramientas que agilicen y simplifiquen el trabajo de la industria. No fue sino hasta el año 1982 que la empresa Autodesk® en conjunto con otros 12 fundadores produjeron un programa CAD para sistema PC. En noviembre del mismo año en la exposición COMDEX en Las Vegas, Nevada, se presenta el primer AutoCAD®, hoy líder en sistemas CAD y en 1992 se presenta el primer AutoCAD® en formato Sun, del cual 3 años más tarde se derivaría la versión para Microsoft Windows 1997 (Aedo, 2017).

Más allá de nuevas utilidades, R14 fue un renacer de AutoCAD®. El código fue reescrito totalmente. Un nuevo software, también llamado AutoCAD®, hacía todo lo que su predecesor, pero mucho mejor, más rápido, casi sin errores y más sencillamente desde la misma instalación

los cambios eran notorios en todos los aspectos del sistema, todo resultaba más ameno, más fácil de aprender a usar, más efectivo (Ferrer, 2001).

BIM: ¿Qué es y cómo revolucionó la forma de trabajo de los arquitectos?

Building Information Model (BIM, por sus siglas en inglés), es una metodología de trabajo que integra la información de un proyecto centrándose principalmente en un modelo tridimensional virtual. El objetivo del sistema BIM es el de gestionar cualquier tipo de información necesaria para el proyecto, basada en un modelo. Esta metodología se trabaja a través de programas de modelado tridimensional con la capacidad de generar documentación de distintas índoles como la generación de la planimetría, análisis estructurales y sustentables, etapas de construcción, logística, fabricación, programación, que permite desarrollar un trabajo desde el diseño conceptual hasta la generación de cualquier tipo de detalles (Kaizen, 2015).

BIM es un método de trabajo que se define en el contexto de la cultura colaborativa y de la práctica integrada, y supone una profunda transformación que afecta a todos los procesos de diseño, constructivos y de gestión de activos que hemos conocido hasta ahora (Badilla, s.f.).

El fin de la metodología BIM es generar una interconexión entre las diversas tecnologías y metodologías que son requeridas para el desarrollo completo en el diseño y la construcción de edificios e infraestructuras, todo de forma virtual en una misma “hoja de trabajo.” Por lo tanto, este espacio virtual permite el trabajo colaborativo entre las distintas profesiones y técnicas que forman parte en los proyectos arquitectónicos, desde los mismos arquitectos, ingenieros y técnicos superiores o especializados en algún rubro de la construcción.

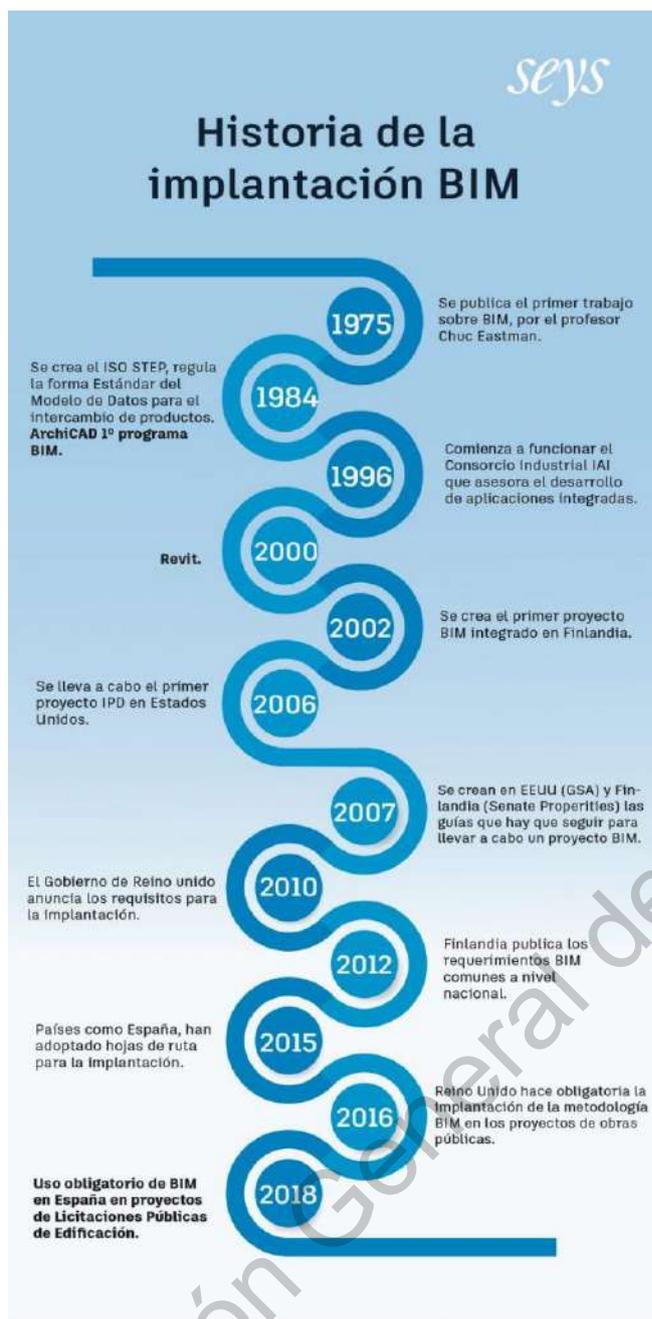


Diagrama 1 Historia de la implantación BIM (Seys, 2018).

de sustentabilidad y se puede trabajar en siete dimensiones cuando a toda la información del modelo se le puede generar un plan de administración de acuerdo a las necesidades del proyecto, las ingenierías que requiera, los procesos constructivos, etc., además del seguimiento que hay que darle a un proyecto después de su ejecución como la gestión de costos de conservación y mantenimiento (Equipo BIMnD, 2019).

La ventaja del modelado en un programa que trabaje el sistema BIM, comparado con el trabajo en sistemas CAD es la dimensión en la que puedes trabajar. Con un sistema CAD se trabaja en dos o incluso en tres dimensiones, cuando en un sistema BIM no sólo se trabaja en tres dimensiones, sino que, se puede trabajar en cuatro dimensiones cuando se diseña la planificación, tomando en cuenta el tiempo de ejecución por elementos de modelado, con la logística de la obra, su tiempo y sus fases, se puede trabajar en cinco dimensiones cuando se consideran costos y estimaciones por elementos como una cualidad, como parte de los metadatos que puede contener un modelo para generar presupuestos y documentación especializada en estudios de viabilidad económica, se puede trabajar en seis dimensiones cuando al proyecto se le puede generar una evaluación energética, análisis de energía y certificaciones

Los beneficios de la metodología BIM, trabajada en *softwares* como ArchiCAD®, Revit® o Allplan®, entre otras herramientas es que estos programas pueden funcionar como una herramienta multidisciplinaria donde se puede trabajar entre varios especialistas, ingenieros, arquitectos y técnicos, pero que, de igual forma es una herramienta que se puede utilizar con fines muy específicos como lo es la generación de planos, detalles y toda la documentación que un arquitecto considere necesaria. La principal virtud, contraria al dibujo vectorial es la actualización de la información que se crea, modifica, elimina de cualquier sector del modelo. Lo que quiere decir que, cuando modificas algo en una planta, este cambio se genera automáticamente en el modelo 3D, lo que implica una actualización tanto en plantas, fachadas, cortes, vistas 3D, detalles, cuantificaciones, etc. Esto da pie a que todo cambio que se realice, sea automatizado y no permita la existencia de errores o de pérdida de información (Alcántara, 2013).

En cualquier proyecto de diseño y construcción existen infinitos participantes, existen infinitas interacciones entre partes. Los proyectos son multidisciplinarios e incluyen información que no todos manejan. Entonces, ¿quién es responsable de que en cada proyecto? ¿hasta dónde llega mi responsabilidad y dónde empieza la tuya? BIM permite ordenar la complejidad de este proceso (Franco, 2018).

¿Dónde se desarrolló el BIM?

Es bien conocido que una de las empresas que comenzó con la revolución BIM y continúa con su desarrollo es GRAPHISOFT®, todo a partir de la creación del primer software con el sistema BIM, con un notorio enfoque para arquitectos, llamado ArchiCAD® (Zapata, 2017).

La empresa creadora del primer software BIM y Nemetschek Group™., de la cual, forma parte GRAPHISOFT® desde 2007, no ha dejado de generar desarrollo tecnológico para la metodología BIM. Con base en las 7 dimensiones que se pueden manejar en los modelos de esta tipología, ha desarrollado, de forma integrada con el software, una sección de análisis energético, ha desarrollado la plataforma BIMx, para potencializar los beneficios que tiene el manejo de herramientas BIM, para la

coordinación de proyectos, lo que permite tener toda la información en prácticamente cualquier dispositivo móvil (Equipo BIMnD, 2019).

El 2002 es un hito para la tecnología BIM, ya que por primera vez se crea un proyecto con la integración BIM, en Finlandia, país que, en ese año, fue el primero de la unión europea en adoptar BIM para la administración pública. Al igual que el 2006, año en el cual, se desarrolló por primera vez un proyecto BIM, en Estados Unidos, como una entrega de proyecto integrado o Integrated Project Delivery (IPD, por sus siglas en inglés) (Seys, 2018).

IPD es un enfoque de gestión de proyectos que integra personas, sistemas, empresas y prácticas en un proceso que colaborativamente aprovecha los talentos y los puntos de vista de todos los participantes para optimizar los resultados del proyecto, aumentando el valor para el propietario, reduciendo el despilfarro y maximizando la eficiencia a través de todas las fases del diseño, fabricación y construcción (Marc, 2015).

Primeros casos de implementación del BIM en América Latina y factores que lo favorecen.

En Latinoamérica, la situación actual de la metodología BIM no se encuentra balanceada, ya que, actualmente, algunos de los países más avanzados cuentan con la metodología implementada de forma obligatoria en el sector público, mientras que, en otros países, el uso de las herramientas digitales relacionadas al BIM se encuentra en pleno desarrollo y la exigencia de la misma no es frecuente en el sector privado, así como tampoco lo es en el público; lo que implica una falta importante de homogeneización que permita establecer una metodología de gestión de proyectos, en el sector público, en Latinoamérica.



Gráfico 5 Estado actual del BIM en Latinoamérica (BIM Community, 2018).

Hay claros ejemplos de países como: Colombia, Brasil, Chile o Perú que se encuentren muy adelantados en temas referentes a la implementación de este sistema tanto en Obra Pública como en la Obra Privada, a tal punto en que la cultura con respecto a la construcción gire en torno a la metodología BIM.

Según indican los estudios, en 2020 el mercado BIM tendrá un aumento de uso en Latinoamérica, pero existen signos claros de que este crecimiento es mucho más lento de lo que se esperaba (Editeca, 2018). El gran éxito en los países latinoamericanos que adoptaron la metodología BIM y que hoy la tienen bien implementada es debido a 3 factores importantes: El apoyo y/o el impulso por parte de empresas o clientes extranjeros que exigen la metodología BIM. La implementación por parte de instancias gubernamentales o institutos privados de programas que fomenten el uso BIM, como lo es BIM Fórum y el enfoque que se tiene por parte de las universidades e institutos que forman a ingenieros y arquitectos para la formación de profesionistas preparados para cumplir con las expectativas que se tienen de personal capacitado en BIM.

CHILE

Chile es quizás el país latinoamericano más desarrollado si de BIM se habla. En el sector de la construcción en el país chileno es uno de los que mejor se han adaptado a la metodología de trabajo BIM. Todo esto gracias a la implementación de programas por parte del gobierno y organizaciones externas. El programa más notorio es el impulsado por la organización PLAN BIM, de nombre “Construye 2025”. Una iniciativa enfocada en la migración de trabajo de proyectos a una tecnología 100% BIM, dividida en dos sectores, en el de proyectos de instituciones públicas y en el sector privado.

El BIM en Chile se desarrolla desde hace bastante tiempo. Mi primer contacto BIM fue en la construcción de hospitales. En plantas

industriales ya se manejaba el concepto de programas 3D, pero no eran conscientes de que eran los primeros pasos para trabajar en BIM (Guzmán, 2018).

Para el año 2020 el primer objetivo del programa Construye 2025 será alcanzado, al hacer obligatoria la metodología BIM a todos los proyectos públicos. La implementación del programa será finalizada al lograr el mismo objetivo, pero dirigido al sector privado para el año 2025.

Los factores que han sido clave para que la metodología BIM tenga tanto éxito en Chile es su enfoque en el sector público, la implementación del BIM en empresas y la formación de adaptación en BIM. El impulso que se ha dado en las empresas ha sido gracias a que la implementación BIM, ha mostrado a las mismas que esta metodología genera grandes ventajas y beneficios. Las dificultades que conlleva el BIM para las empresas, está basado en la falta del suficiente personal capacitado para trabajar los proyectos en BIM y al no poder generar un sistema BIM al 100%, no se ha podido aprovechar la eficiencia y el ahorro que puede ser generado. Para prevenir la escasez de profesionistas preparados en el sector BIM, se les ha dado a los centros universitarios en Chile una formación profesional que va a adaptarse a los cambios que se abordarán con el cambio a BIM.

PERÚ

El caso de Perú en el ámbito BIM, a pesar de haber sido muy distinto al caso chileno, ha sido muy próspero. Esta tecnología comenzó a desarrollarse en Perú a partir del año 2014, pero tuvo su auge en el 2016 al darse cuenta de todas las ventajas que traía consigo la metodología del *Building Information Modeling*. Muy similar a Chile, la estrategia tiene como base la preparación de jóvenes ingenieros, arquitectos y estudiantes, para poder satisfacer la futura necesidad de personas que manejen las tecnologías relacionadas con el BIM.

El futuro del BIM en este país pasa porque los jóvenes arquitectos e ingenieros tengan una formación BIM completa y de calidad. Es el incentivo que necesitan las grandes empresas para dar el paso y apostar por profesionales que garanticen la correcta implementación de esta nueva metodología. (Cabrera, 2018)

Otro de los aspectos que actúan en pro del trabajo en BIM en Perú, se da gracias al Congreso Internacional BIM, en el cual se brinda apoyo a las empresas que trabajan con esta metodología, para mostrar y trabajar todas las ventajas que BIM presenta para la industria de la construcción y la proyección arquitectónica en Perú.

Para Perú fue un hito importante la implementación del BIM debido a los juegos panamericanos de Lima 2019, lo que impulsó, de manera notoria, su uso. Aunado a esto, el reconocimiento del gobierno sobre el tema de quien regirá la normativa referente al BIM, fue clave para su implementación tan próspera.

COLOMBIA

Colombia se posiciona como uno de los países más desarrollados en la metodología BIM, respaldado por grandes empresas constructoras nacionales y europeas, a pesar de la negación que ha existido hacia el desarrollo de proyectos de carácter público con esta metodología.

La búsqueda por parte de las empresas, por perfiles profesionales con conocimientos en la metodología BIM, ha alimentado el proceso de migración hacia el BIM en Colombia. En este país la apuesta corre por las empresas, ya que al no encontrar perfiles que encajen con las necesidades, ellos se han dedicado a formar a los integrantes de su equipo y enfocarlos en función de sus requerimientos. Este movimiento ha generado en las empresas colombianas un sistema eficiente y que permite la interoperabilidad en su equipo de trabajo.

Colombia, al igual que Chile y Perú demuestran que el factor que da pie al crecimiento es la inversión a la formación de los estudiantes universitarios, ya que, según González (2018) “la mayoría de universidades han incluido dentro de sus programas académicos enseñar algunos *softwares* tecnológicos que involucran la metodología BIM. Solo algunas han abarcado el tema más allá de un curso o diplomado, los más expertos y especializados en esto son los centros de capacitaciones que incluyen las materias de gestión de proyectos que complementan todos los procesos que involucran las diferentes fases de BIM”.

El gran éxito en los países latinoamericanos que adoptaron la metodología BIM y que hoy tienen consolidado su uso, es debido a tres factores importantes: El apoyo y/o el impulso por parte de empresas o clientes extranjeros que exigen esta metodología, la

implementación por parte de instancias gubernamentales o institutos privados de programas que fomenten su uso, como lo es FORO BIM y el enfoque que se tiene por parte de las universidades e institutos que forman a ingenieros y arquitectos para la formación de profesionistas preparados para cumplir con las expectativas que se tienen de personal capacitado en BIM.

La otra cara de la implementación del BIM, se ha dado en países, como: Argentina, Venezuela, Ecuador, Costa Rica y Panamá, que se encuentran en pleno desarrollo del sistema; de acuerdo con lo que indican los estudios, “[...] en 2020 el mercado BIM aumentará hasta un 11% en estas regiones del mundo, pero vemos signos claros de que este crecimiento es mucho más lento de lo que se esperaba.” (Editeca, 2018).

ARGENTINA

En Argentina el desarrollo del BIM ha sido bajo, en comparación con los países antes mencionados, pero es de los países que mayor potencial tienen para comenzar un gran desarrollo en la metodología BIM. En Argentina existe el BIM Fórum Argentina, que es una instancia técnica para las empresas, instituciones y profesionales que están enfocados en el BIM, desde la generación de proyectos hasta la investigación y la capacitación en el tema. La formación en sistemas BIM es una realidad en Argentina también, al punto de la existencia de centros de arquitectura enfocados en la formación en Revit®, para los profesionistas. Todo enfocado a la migración al ambiente laboral BIM.

COSTA RICA

A pesar de los avances de la metodología BIM en Latinoamérica, en Costa Rica, la implementación de este sistema para las obras de carácter público es un tema actual. A pesar de esto, muchas empresas privadas buscan la manera de utilizar esta metodología por sus grandes ventajas y beneficios en el proceso de trabajo. El motor principal para que las empresas privadas utilicen en Costa Rica la metodología del *Building Information Modeling*, es gracias a los clientes extranjeros que exigen el uso de esta tecnología. Eventos como el Congreso Nacional de la Construcción, son un punto de atracción para llevar al país a empresas internacionales e inversión extranjera, que incentivarán el cambio a BIM.

“Tendremos que esperar un tiempo para vivir el auge del BIM en este país, en el que, aunque lento, las nuevas metodologías avanzan” (Piedra, 2018).

PANAMÁ

Panamá, a pesar de ser uno de los países que continúan en desarrollo de la implementación en BIM, han dado pasos agigantados para lograr su objetivo. A pesar de ser parte de los países que no han implementado en el sector público el BIM, las instituciones privadas y las empresas se han encargado de su desarrollo. En el año 2015, algunos miembros de la Cámara Panameña de la construcción han creado el BIM Fórum Panamá, para crear un espacio donde los profesionistas y las instituciones que forman parte de la metodología BIM puedan actualizarse con respecto al tema

“Solo empresas grandes han sido capaces de asumir una implantación completa en los procesos de diseño” (Rincón, 2018).

Este quizá sea un caso beneficioso para Panamá, ya que puede instaurarse con base en las experiencias, los errores y los aciertos de los países con éxito en BIM, una ley o reglamentación para la entrega de proyectos, tanto a nivel público como privado. Por otro lado, la situación en Venezuela es más complicada dado su estatus político y económico. La inestabilidad económica genera incertidumbre en las empresas extranjeras por lo que se vuelve complicado que inviertan en un sector tan grande como lo es la construcción.

ECUADOR

El uso del BIM en Ecuador es exclusivo de las empresas privadas, el cual sólo es utilizado con base en la información que requieren de acuerdo a su enfoque en la construcción. De cierta forma, Ecuador se ve beneficiado por el hecho de que no existe un estándar de implementación BIM, ya que, se puede implementar uno con base en las experiencias de los países latinoamericanos que ya lo implementan de la mano con las necesidades del país y de las empresas enfocadas en la construcción.

“En el Ecuador no existen centros de formación como tales, sino más bien centros de implementación especializados a nivel profesional” (Santacruz, 2018).

Estos casos han demostrado que la carencia en la formación de profesionistas enfocados en BIM y el impulso del gobierno, empresas y clientes extranjeros que

promuevan la tecnología BIM para sus proyectos, son condicionantes en el rubro de la construcción y el proyecto ejecutivo con BIM. Un ejemplo es Argentina, con un desarrollo muy próspero, ya que cuenta con el impulso de programas como FORO BIM, que impulsan tanto el conocimiento de la tecnología BIM entre quienes hacen uso de este, hasta el intercambio de opiniones con empresas internacionales dedicadas a la construcción con BIM, lo que a futuro puede generar inversiones en este sector en Argentina.

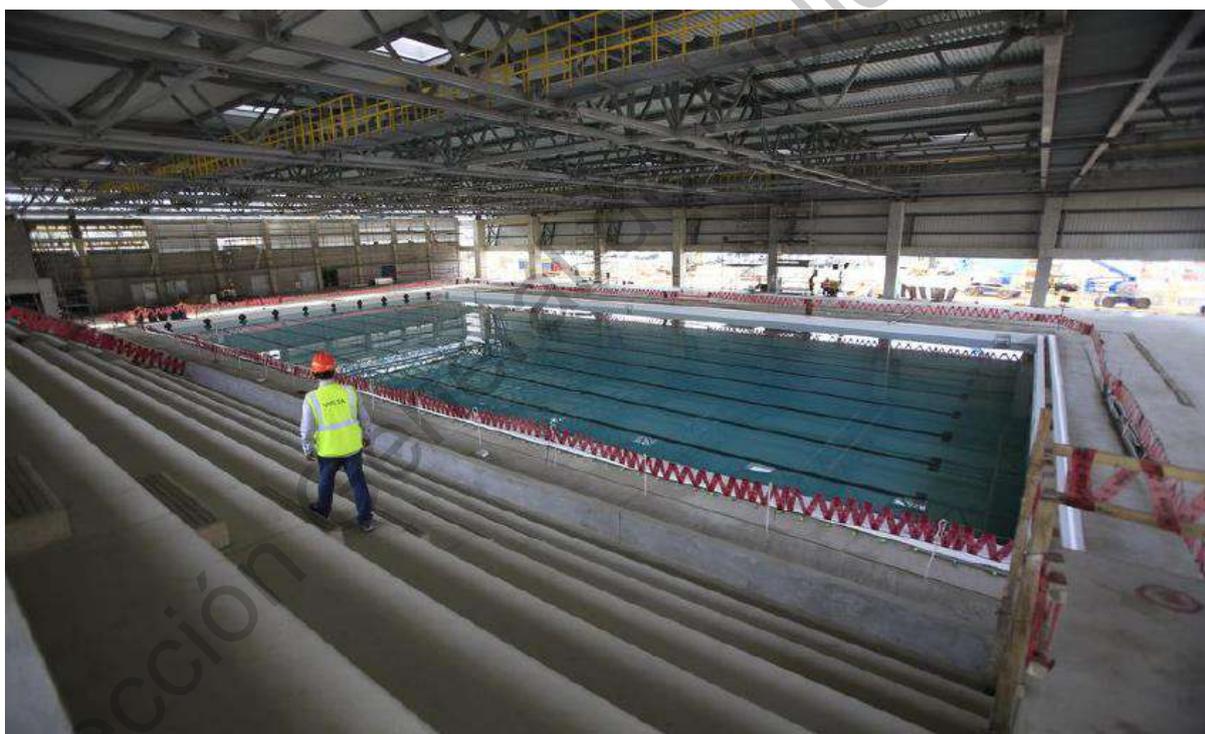
Si bien Chile, Perú y Colombia son los países latinoamericanos que, con éxito, implementaron la metodología BIM, la situación no es lo mismo para el resto de LATAM. Argentina, Venezuela, Ecuador, Costa Rica y Panamá son los países que actualmente se encuentran en pleno desarrollo de la implementación BIM. Estos países carecen de alguno de los factores que le han dado éxito al BIM en Chile, Perú y Colombia. Por ejemplo, Argentina es el país que mejor desarrollado se encuentra de los mencionados anteriormente. Su desarrollo en BIM es muy próspero, pues, cuenta con el impulso de programas como FORO BIM, que impulsan tanto el conocimiento de la tecnología BIM entre quienes hacen uso de este, hasta el intercambio de opiniones con empresas internacionales dedicadas a la construcción con BIM, lo que a futuro puede generar inversiones en este sector en Argentina (Editeca, 2018).

A pesar del panorama próspero en Latinoamérica, hay países que tendrán que lidiar con ciertas dificultades como lo son Panamá y Venezuela. El caso de Panamá se da a partir de que a nivel gubernamental no se ha instituido ningún reglamento o parámetro para la generación de proyectos públicos con la metodología *Building Information Modeling*. Esto ha generado que sean las instancias privadas las que han promovido su uso, debido a los grandes beneficios que conlleva la coordinación de un proyecto con BIM. Este es un caso beneficioso para Panamá, ya que puede instaurarse con base en las experiencias, los errores y los aciertos de los países con éxito en BIM, una ley o reglamentación para la entrega de proyectos, tanto a nivel público como privado. Por otro lado, la situación en Venezuela es más complicada debido a la situación política y económica en la que se encuentra. La inestabilidad económica genera incertidumbre en las empresas extranjeras por lo que se vuelve complicado que inviertan en un sector tan grande como lo es la construcción.

Caso de implementación BIM a nivel federal: Perú.

En el siguiente caso, se ha realizado el análisis de los factores detonantes del impulso que tuvo la metodología BIM en Perú y la documentación necesaria por parte de la federación y de sus entidades para poner en marcha la implementación.

El Ministerio de economía y finanzas de Perú con base en el modelo de gestión de proyectos para los Juegos Panamericanos de Lima 2019 realizó la coordinación y la dirección de una extensión del uso de la metodología BIM para proyectos de inversión pública. La implementación de la metodología BIM por parte del gobierno se generó a raíz de su uso en los procesos de construcción, y por la manera en que se podía generar la formulación, la evaluación, la ejecución y el funcionamiento de los proyectos de inversión pública (Redacción Gestión, 2019, pág. 1).



Fotografía 2 La metodología BIM fue uno de los instrumentos usados en los Juegos Panamericanos Lima 2019 (Redacción Gestión, 2019).

Existe por parte del Plan Nacional de competitividad y productividad un objetivo con el uso del BIM que hace referencia a una gestión transparente de la inversión pública basada en una reducción de plazos y costos por medio del uso de plataformas y *softwares* que trabajen con la metodología BIM. El hito o el punto de partida para este cambio en el método de trabajo de proyectos de inversión pública se da a partir de su

uso en los juegos Panamericanos de Lima 2019 al ver que existía una posible aplicación extensiva en otro tipo de proyectos en los cuales la metodología BIM podía ser de mucho provecho. El objetivo es centralizar la información en un modelo de información digital con el propósito de gestionar los proyectos de inversión pública en temas de administración, transparencia y economía. En Perú esto se ha declarado como un decreto supremo en septiembre del 2019 por medio de una publicación denominada plan BIM que actúa como una hoja ruta y ha sido puesta en función a partir de marzo del 2020.

El Ministerio de vivienda, que es la entidad encargada de la dirección general de políticas y regulación en construcción y saneamiento, se ha encargado de elaborar y difundir las normas que conciernen a los tópicos de la construcción y a la coordinación de los actores involucrados en este ámbito, siempre de forma armónica en relación con la normatividad vigente del país. Para comenzar con la migración hacia una metodología BIM, en el decreto legislativo N°1444, publicado en el diario oficial “El Peruano” el día 16 de septiembre de 2018 se establecen los criterios para la incorporación progresiva de herramientas que serán obligatorias para el *Building Information Modeling* en la ejecución de la obra pública.

El día 09 de diciembre de 2018 se publicó la aprobación del reglamento del decreto Legislativo N°1252, en el cual se crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, donde se establece como un Sistema Administrativo del Estado. De igual forma se estipula que, el Decreto Supremo N.º 027-2017-EF, modificado por los Decretos Supremos N.º 104-2017-EF y N.º 248-2017-EF, aprobó el Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1252. Esto es importante porque en este Reglamento del Decreto Legislativo N.º 1252 se habla sobre la forma en la que se van a gestionar las inversiones públicas y se habla de los órganos encargados y de los ciclos de inversión. En el capítulo de Órganos del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, Artículo 8 se habla sobre la función rectora de la Dirección General de Programación Multianual de Inversiones del Ministerio de Economía y Finanzas (DGPMI) y sobre sus funciones donde se decreta la emisión de las metodologías colaborativas de modelado digital de la información, para mejorar la transparencia, calidad y eficiencia de las inversiones.

Además de estos dos puntos, existen más funciones estipuladas en este reglamento que aplican a proyectos de inversión desde la necesidad de aprobar las directivas e instrumentos que son para las metodologías y para el seguimiento y evaluación de las inversiones hasta poder emitir una opinión con respecto a los proyectos o programas de inversión que serán financiados con estos fondos públicos. En la sección de disposiciones complementarias generales, la cuarta disposición habla acerca de la implementación progresiva de las metodologías colaborativas de modelado digital de la información con la intención de reafirmar que para efecto de esta implementación la DGPMI aprueba las disposiciones necesarias para la adopción de los aplicativos informáticos y la generación de capacidades. En este documento es posible analizar cómo a partir de un diario de carácter oficial nacional como lo es “El Peruano,” se hace la publicación de un decreto legislativo para crear una entidad, en este caso, la Dirección General de Programación Multianual de Inversiones a la que se le han asignado funciones referentes a las inversiones del país. Esto implica que para la implementación de la metodología BIM con un carácter público, así como para otro tipo de proyectos, era necesario definir qué entidad sería la que tendría rigor en el tema.

A nivel nacional se ha publicado el 17 de mayo de 2019 por medio de una resolución ministerial la conforme a lo dispuesto en la Ley N.º 30156 la Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y del Decreto Supremo N°006-2015-VIVIENDA y la Directiva de Órgano N°002-2019-VIVIENDA/VMCS/DGPRCS en donde se establecen los lineamientos para la conformación y el funcionamiento de los equipos técnicos especializados que serán encargados de elaborar y/o revisar los proyectos normativos en construcción y saneamiento, enfocado a la obra civil y a las edificaciones. Esta resolución ministerial formula un documento ajeno al Reglamento Nacional de Edificaciones, pero que debe actuar en armonía con el mismo, por lo cual la dirección de construcción propone la conformación de un equipo técnico especializado de la metodología del *Building Information Modeling* para elaborar y sobre todo revisar la gestión de los proyectos Norma 2 para el desarrollo de la metodología BIM en el sector de la construcción.



Gráfico 6 Plan BIM Perú (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019).

La conformación es muy importante, ya que el Ministerio de Vivienda reconoce que la razón por la cual este equipo técnico es necesario es porque la materia del BIM no forma parte de los temas regulados en el Reglamento Nacional de Edificaciones y para poder hacer un proceso adecuado de transición al anexar esta nueva normativa, se generará un equipo compuesto por entidades nacionales, instituciones y personal del sector de la construcción que tiene que ser aprobado por la dirección de construcción para poder integrar de forma correcta los nuevos lineamientos.

En el documento de lineamientos generales para el uso del BIM en proyectos de construcción, el objetivo principal es el de implantar lineamientos para el uso de la metodología BIM, con el fin de estandarizar su aplicación. En este documento se plantea que para generar un modelo BIM se deben de tener muy claros todos los objetivos que debe lograr el proyecto para que con base en eso se planteen los objetivos que debe de lograr un modelo con herramientas BIM. De igual forma, se aclara que en un modelo BIM debe de tener la capacidad de mostrar las etapas en las que el proyecto será usado, así como la forma en que se utilizará el modelo en cada una de las etapas. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2019).

Para poder hacer un trabajo en colaborativo bajo la metodología BIM, se debe de dejar muy en claro cuáles son las responsabilidades que reposan en un modelo BIM y quienes se harán cargo de qué responsabilidades. También debe de encontrarse

de forma específica, que ingenierías o especialidades se realizarán con ese modelo, ya sea en tópicos de arquitectura, de estructuras o de ingenierías tales como las sanitarias, hidráulicas, eléctricas, entre otras. Se estipula, de igual forma, las bases de los siguientes temas BIM referentes a un trabajo colaborativo en BIM, basado en los estándares internacionales: Del Plan de Ejecución BIM, que es un documento que contiene las características de los productos a entregar, que especifica los “Level of Development” de acuerdo a cada etapa del proyecto y conforme a los objetivos que se tienen para el modelo BIM, para lograr los objetivos del proyecto. En este documento también se deberá encontrar especificado el software o las herramientas BIM, así como los miembros que formen parte del proceso de creación de un modelo, de la mano de sus responsabilidades.

Tabla 1 Nivel de participación de los actores para el uso del BIM (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2019).

NIVEL DE PARTICIPACIÓN DE LOS ACTORES PARA EL USO DEL BIM

FUNCIONES	Coordinador General BIM	Revisor o Supervisor BIM	Coordinador BIM
Conformidad a las consideraciones previas para obtener el Modelo BIM elaborados y firmados.	R	I	I
PEB elaborado y firmado.	A	A	R
PEB aprobado.	R	I	I
Modelo BIM cumple con calidad de diseño de acuerdo a lo establecido en el PEB.	A	A	R
Administración del Entorno Común de Datos.	A	A	R
Matriz de roles y responsabilidades precisa las obligaciones de los integrantes en cada etapa del proyecto.	A	A	R
Aseguramiento de la calidad del Modelo BIM.	A	R	P
Coordinación de reuniones BIM.	P	P	R
Elaboración de informes sobre reuniones de coordinación, identificación y resolución de conflictos.	A	A	R
Coordinación con todos los equipos involucrados acerca de los aspectos técnicos relacionados al BIM (software, versiones, herramientas, contenidos, estándares, requerimientos).	I	I	R
Coordinación con todos los equipos involucrados en lo relacionado a interfaces, transferencia de datos, normas y cooperación.	I	I	R
Verificación que no haya incompatibilidades dentro del Modelo BIM antes de llevarlo a las reuniones de ingeniería concurrente.	I	I	R
Objetos paramétricos representan adecuadamente la volumetría e información necesaria en el modelo de acuerdo al PEB y los protocolos del modelado.	I	A	R
Entregables	A	A	R

R = Responsable A = Aprueba P = Participa I = Informado

El argumento más valioso para esta investigación dentro del contexto que impulsó al gobierno peruano para presentar el Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030 habla acerca de los avances y los cambios tecnológicos que se están implementando en el mundo y que de alguna forma, el país tendría que adaptarse a estos y eso sería posible con la realización de una transformación digital en todo el país y que de igual forma, la economía no sería vulnerable si las industrias adaptarán de forma intensiva las tecnologías. Este Plan Nacional tiene metas de crecimiento a mediano y largo plazo para lograr sus objetivos, en los cuales figuran los sectores público y privado en materia de competitividad y productividad.

En el Objetivo Prioritario 1 del Plan Nacional titulado “Dotar al país de infraestructura económica y social de calidad”, se habla acerca del Plan BIM. El Plan BIM existe una vez que el gobierno peruano reconoce los beneficios de la metodología del modelado de la información de la construcción frente a los retrasos y sobrecostos en las inversiones en infraestructura.

En efecto, la decimoprimer disposición complementaria final del Texto Único Ordenado de La Ley N.º 30225, Ley de Contrataciones del Estado (Decreto Supremo N.º 082-2019-EF) determina que, mediante Decreto Supremo, se establecerán los criterios para la incorporación progresiva de herramientas de modelamiento digital de la información para la ejecución de los proyectos de infraestructura pública, en cualquiera de sus modalidades (EDITORA PERÚ, 2019)

Lo interesante es que aquí disponen como función de la Dirección General de Inversión Pública el poder de emitir las metodologías de modelado digital de información con el fin de que las inversiones públicas sean más transparentes, eficientes y sean de calidad. También es importante hacer notar que uno de los objetivos de este plan es el de lograr una adopción progresiva y no impositiva del BIM, enfocado en el sector público. Por eso es tan importante que sea el sector de inversión de proyectos, la entidad encargada de plantear las fases de formulación, evaluación, ejecución y funcionamiento del BIM.

Como siempre, el fin de la implementación de esta metodología es el de la coordinación en la gestión de la información de cada proyecto que se realice en cada etapa, desde la etapa de diseño, construcción y tiempo de vida del activo y para lograr

obtener el mayor beneficio de esta metodología, el objetivo es que no sólo los proyectos de inversión pública sean los que se trabajen de forma obligatoria con BIM, sino también el sector privado y la academia.

Para poder lograr las metas estipuladas en el Plan BIM, se estipula que la hoja ruta estará lista en marzo de 2020, después, se generará un marco normativo e institucional que funcionarán para que la implementación sea gradual. De igual forma se plantearán los estándares que podrán aplicarse a la inversión pública.

Como la adopción del BIM no se debe de entender sólo como una implementación tecnológica, sino más que nada como un cambio sociológico, existe también una estrategia enfocada en formar a la población peruana que se encuentre involucrada en los tópicos del diseño y la construcción para poder migrar a las tecnologías de las herramientas BIM y a su metodología.

Con ese objetivo sociológico en mente el gobierno por medio del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento brindó al público el seminario internacional BIM gobierno, el miércoles 24 de julio del 2019 con el propósito de tocar a grandes rasgos 4 temas fundamentales para la implementación del BIM. Se comenzó por el tema de “BIM: Experiencia en el sector público” Donde se tocaron temas como el estado actual del BIM en Perú, el equipo técnico que está especializado en el modelado de la información, así como la experiencia del Ministerio con el uso del BIM. El segundo tema que se tocó fue: “BIM: Experiencia en La Academia” en el que se tocaron temas como las propuestas brindadas a la Academia BIM por la Universidad Nacional de Ingeniería, la Universidad de Lima y por el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción, SENCICO. Después se tocó el tema de “BIM: Estrategias nacionales e internacionales”. Donde se habló de las estrategias del ecosistema BIM, la Macro-adopción del BIM en Perú y la experiencia internacional con *Building Smart Spain*, dejando por último el tema de “Normatividad BIM.” En el que se habló del Sistema Nacional de programación multianual y gestión de inversiones y su relación con la normativa técnica BIM del MVCS y del MEF, así como la adecuación de las normas ISO para poder de acuerdo a las necesidades de Perú, así como el lanzamiento de la norma técnica Modelo BIM.

Existirán varias aplicaciones para implementar de forma gradual las herramientas y la metodología BIM, desde proyectos piloto para el sector público hasta procesos de

licitación. A continuación, se muestra en la Tabla 2, las metas planeadas con el Plan BIM.

Tabla 2 Medida de Política 1.3: Oficinas de gestión de proyectos (EDITORA PERÚ, 2019).

Hito 1	Hasta Jul-2021	Hasta Jul-2025	Hasta Jul-2030
Proyecto de Decreto Supremo que regula el BIM (Set-2019)	Estándares y requerimientos BIM elaborados	BIM aplicado en proyectos del Gobierno Nacional y Gobiernos Regionales en tipologías seleccionadas	Plataforma tecnológica habilitante para uso en todo el sector público
Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM (Mar-2020)	Proyectos pilotos aplicando la metodología BIM	Marco regulatorio para la aplicación del BIM en el sector público y articulación con sistemas administrativos aprobado	Obligatoriedad del BIM en todo el sector público normada
	Estrategia de formación de capital humano para el uso del BIM iniciada	Plataforma tecnológica habilitante para sectores priorizados del Gobierno Nacional	

De mano del Plan BIM, en el Plan Nacional de Competitividad y Productividad se establecen como medida política las oficinas de gestión de proyectos. Para poder gestionar los proyectos, el Estado peruano incorporará en el Sistema Nacional de Abastecimiento la contratación de asistencia técnica de empresas especializadas en gerencia de proyectos, con el fin de mejorar la forma en que se administran las inversiones. Esto favorece a la metodología BIM, ya que aquellos que trabajen con esta metodología podrán servir como asistencia técnica en la implementación del BIM en los proyectos, para facilitar su gestión.

El miércoles 14 de agosto de 2019 se publicó en el diario “El Peruano” una sección que habla sobre la publicación acerca de las iniciativas de inversión pública, haciendo notar que uno de los factores más significativos es el de la mejora en la gestión de costos y plazos en proyectos, por medio del *Building Information Modeling* y sobre su publicación el mes de septiembre. En el Plan Nacional de Competitividad y Productividad se encuentra el uso de la metodología BIM para lograr el objetivo de gestionar la inversión pública.

El presidente del Consejo de Ministros, durante su participación en el Fórum económico peruano 2019, afirmó:

La introducción de la metodología BIM en el país representa para el sector público un cambio de paradigma para la gestión de la información sobre los proyectos de inversión durante su ciclo de vida. Esto mejorará la calidad, la eficiencia y la transparencia de las inversiones públicas. También optimizará el rédito social y garantizará la correcta gestión de los procesos constructivos y de diseño; así como también la provisión adecuada de servicios prestados a los ciudadanos. (Solar, 2019)

Se habla en esta publicación sobre el Plan BIM Perú con la estrategia de hacer que esta implementación no sea repentina, sino más bien, progresiva. Esta progresión no sería posible si no se hace de la mano de un marco normativo y se plantea una meta para el 2025: Que la metodología BIM se aplique en los tres niveles del gobierno peruano en el sector público.

II. MÉXICO Y EL BIM

En México y en general en Latinoamérica existe actualmente una brecha de desarrollo para poder implementar de forma correcta una metodología BIM.

Según la página oficial del gobierno de México (2018), la administración pública general del gobierno de México estima que los beneficios que podrá alcanzar la metodología BIM serán los siguientes:

- Eficientar la planeación de proyectos de infraestructura.
- Aumentar la calidad.
- Fortalecer la transparencia y rendición de cuentas.
- Aumentar la productividad del sector de la construcción.
- Mejorar los niveles de competitividad del sector a nivel internacional.
- Mejorar la resiliencia de la infraestructura al anticipar riesgos.

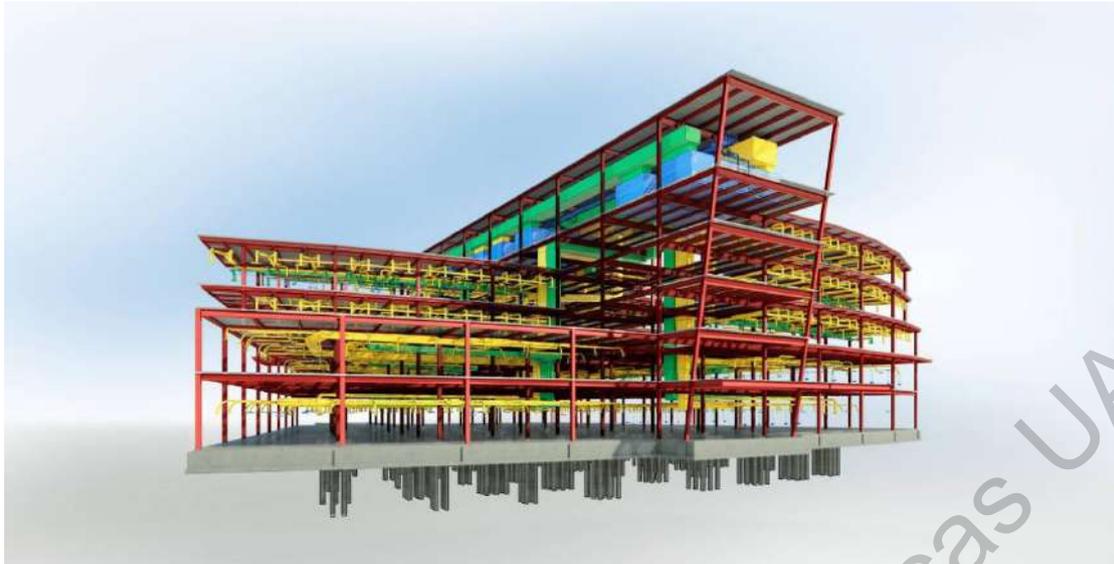


Gráfico 7 Modelo estructural y de instalaciones (Autodesk México).

Lograr conseguir de la metodología BIM los beneficios anteriores no será una tarea fácil para el gobierno mexicano, sobre todo porque la experiencia que tiene el país con el uso de esta metodología es escasa y muy atrasada a nivel internacional si es comparada con países como Estados Unidos, Alemania, Inglaterra, España, Singapur, Japón, entre otros países. Esta metodología ha sido aplicada en México para proyectos como el actualmente suspendido “Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México”, por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, algunos hospitales por parte del Instituto Mexicano del Seguro Social y en algunos laboratorios especializados por parte del Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad.

Actualmente los proyectos de infraestructura pública son un tema de qué hablar en México. Todos los años, varios candidatos políticos utilizan la propuesta de este tipo de proyectos para su campaña electoral y es evidente que estos temas sean de gran interés para la población del país.

Para dar una respuesta ante estos tópicos de interés público, los gobiernos de varios países han diseñado una forma de introducir e implementar la metodología BIM, de acuerdo a sus necesidades específicas. Para que México pueda lograr este objetivo existe un acuerdo de cooperación con otros países para poder implementar el *Building Information Modeling*.

Tabla 3 Cooperación de México con otros países para la implementación de MIC (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2019).

Estrategia internacional	Tema o compromiso	Contribución
<i>Objetivos de Desarrollo Sostenible (Agenda 2030).</i>	ODS9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.	Hacer uso de tecnología avanzada para incrementar la calidad de los proyectos, entre ellas modelos que incorporan representaciones 3D, tiempo y costo para simular los efectos de cambios en el proyecto y las condiciones ambientales en las que se desempeñará.
<i>Declaración del Gobierno Abierto Open Government.</i>	C1. Aumentar la disponibilidad de información sobre las actividades gubernamentales. C4. Aumentar el acceso a las nuevas tecnologías para la apertura y la rendición de cuentas.	Implementar mecanismos para promover la transparencia y la eficiencia en del presupuesto público.
<i>Plan de Gobierno Abierto México.</i>	C9. Gasto abierto: obra pública C12. Infraestructura para todos C13. Sigue la obra pública	Desarrollar plataformas basadas en mecanismos y metodologías que provean información a los ciudadanos para dar seguimiento a los proyectos de infraestructura que se realizan con recursos públicos.
<i>Alianza para las Contrataciones Abiertas MX.</i>	Implementación del Estándar de Datos de Contrataciones Abiertas, generando información que: 1. Sea pública, de manera oportuna, desde la planeación. 2. Se encuentre disponible en datos abiertos.	Genera la información estandarizada para el proceso a partir de las últimas versiones de los proyectos de infraestructura.

Según la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, uno de los objetivos principales que se busca, es el de lograr un nivel alto de transparencia en temas de infraestructura pública, además de los otros beneficios que brinda la metodología BIM como lo son el control y la planeación de la obra, la revisión de las geometrías como lo es la detección de colisiones, la generación de planos, vistas, detalles e información del proyecto, la colaboración con un equipo de trabajo, etcétera.

Para poder lograr todos estos objetivos se ha realizado un plan de implementación llamado plan estratégico MIC, por sus siglas en español de modelado de la información de la construcción, haciendo alusión al BIM. En este documento se plantea la situación actual en la que se encuentra México en términos de tecnologías BIM, se habla de los acuerdos internacionales y la normativa nacional, que tendrán que correlacionarse para la correcta implementación del BIM, se habla también de la visión estratégica y los objetivos que se tienen en mente al implementar el BIM, así

como las estrategias y la hoja ruta a seguir para poder llevar esta implementación de acuerdo al plan así como el seguimiento que se debe de tener.

En México existen tres partes importantes para la estructuración de un proyecto de infraestructura: Según lo estipulado en el documento “Estrategia para la Implementación del Modelado de Información de la Construcción en México” (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2019), consta de un marco legal y normativo, una estructura de instituciones para realizar proyectos y una base de datos para facilitar la toma de decisiones y control de proyectos.

Actualmente, en el gobierno mexicano, se pueden encontrar dos factores fundamentales que dan pie a la implementación de una nueva metodología para el diseño y la construcción de proyectos de infraestructura pública. Primero, que existen muchas entidades que tienen en sus manos el poder de ejecutar obras que estén sustentadas con inversión pública y es muy probable que cada una de estas entidades posea un marco normativo que tenga rigor sobre los proyectos. Por ejemplo, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. La necesidad de tener una metodología para la generación de los documentos y la información necesaria para la completa ejecución de cualquier proyecto es inherente.

Por otra parte, hay sectores que se encuentran involucrados de forma constante en proyectos de inversión pública como el sector salud. La gran carga de proyectos de salud ha tenido la necesidad de ceder la supervisión de los proyectos a las delegaciones estatales. Este entre muchos otros factores ocasionan que la revisión y la supervisión del proyecto se realiza con base en tecnologías que hoy en día son anticuadas, o se realice de forma convencional. El uso de metodologías que no actualiza la información en todos los planos de acuerdo a los cambios que se realicen tiende a generar incoherencias de información.

Esta estrategia busca incitar al uso de metodologías BIM en el sector público, principalmente, por dos razones muy importantes enfocadas en México. La primera consta de los beneficios que conlleva el uso de esta metodología para la administración de todas las fases de un proyecto, como lo son la prevención de colisiones en la geometría, la obtención de los materiales exactos que se requieren para realizar el proyecto, la administración de la construcción basada en cada elemento modelado, pero sobre todo el ahorro económico que conlleva construir con

base en modelo BIM. Por otro lado, el aprovechamiento de los recursos que son brindados para la construcción de proyectos con los ingresos públicos es vital. Con las herramientas BIM es posible optimizar los procesos de construcción, lo cual, genera un ahorro que puede ser aprovechado para que los proyectos sean construidos con calidad.

Para delimitar de forma más eficiente las metas que se buscan alcanzar con este plan, se han planteado una serie de estrategias adecuadas a cada objetivo de este documento. Para poder lograr el objetivo de fomentar el uso del BIM se reconoce que es necesario entablar un grupo de trabajo interinstitucional para poder detallar un plan de trabajo que se adecue a las normas actuales. Debido a que cada dependencia tiene su marco normativo o sus estándares se deben de implementar y analizar los procesos de introducción al BIM. Para mejorar los procesos mediante la metodología es necesario elaborar instrumentos que puedan ser utilizados para implementar proyectos piloto que sirvan como guía para el análisis de funcionamiento. Para lograr hacer un análisis correcto de cómo funciona la implementación será necesario documentar los beneficios, así como los contras que se encontraron en los proyectos piloto en el momento de utilizar la metodología BIM con el fin de reajustar la forma de trabajo.

La implementación de la metodología BIM no sólo debe estar enfocada a los proyectos de inversión pública sino también a los proyectos del sector privado por lo cual es necesario generar un proceso que impulse que este sector y otros organismos se unan en el uso de esta metodología. Para poder lograr este objetivo será necesario incrementar la oferta del capital humano, que es un factor muy importante para lograr el crecimiento BIM. Para aprovechar al máximo las herramientas BIM, éstas deben de estar enfocadas en la situación en la que se encuentra el país por lo que una de las estrategias fundamentales para lograr el objetivo del uso del BIM en el sector privado es la de la creación de normativa Federal que pueda utilizarse para hacer este proceso de una forma homogénea.

El último objetivo para el cual serán utilizadas las estrategias en este documento es el de utilizar los resultados de la implementación con el fin de tener una mejora continua en la infraestructura. Para poder hacer de esto algo posible, es importante que en cada una de las obras exista un seguimiento riguroso en el que se analice la

forma en la que fue aplicada la metodología BIM y así concluir en qué factores se deben de replantear para la mejora de la implementación. Es imposible lograr este objetivo sino se busca un crecimiento constante, por lo cual, es fundamental participar en foros internacionales que hagan énfasis en la metodología BIM para contribuir a su desarrollo.

Se realizó oficialmente la presentación del documento para la implementación de BIM para los proyectos de infraestructura en la administración pública federal el día 20 de septiembre del 2018 con el fin de presentar la estrategia de la metodología BIM para la ejecución de los proyectos de inversión pública para realizar proyectos transparentes que sean de calidad y tengan una mejora en su planeación.

Según Acosta (2019), uno de los objetivos es “Eficientar el uso de los recursos públicos”. Gustavo Carezzato y Óscar Serrano, director general y gerente de

producto respectivamente de la empresa GRAPHISOFT® en el sector Latinoamérica reconocen que la metodología BIM funciona, pero no es la única solución para combatir la corrupción el sector de la construcción en pro de los recursos públicos las autoridades son las que buscan facilitar la implementación de la metodología BIM.

Para Serrano (2019), al trabajar con BIM “[...] se puede tener el control de la información durante todo el ciclo de vida del proyecto”, ya que toda la información está concentrada en un modelo tridimensional.

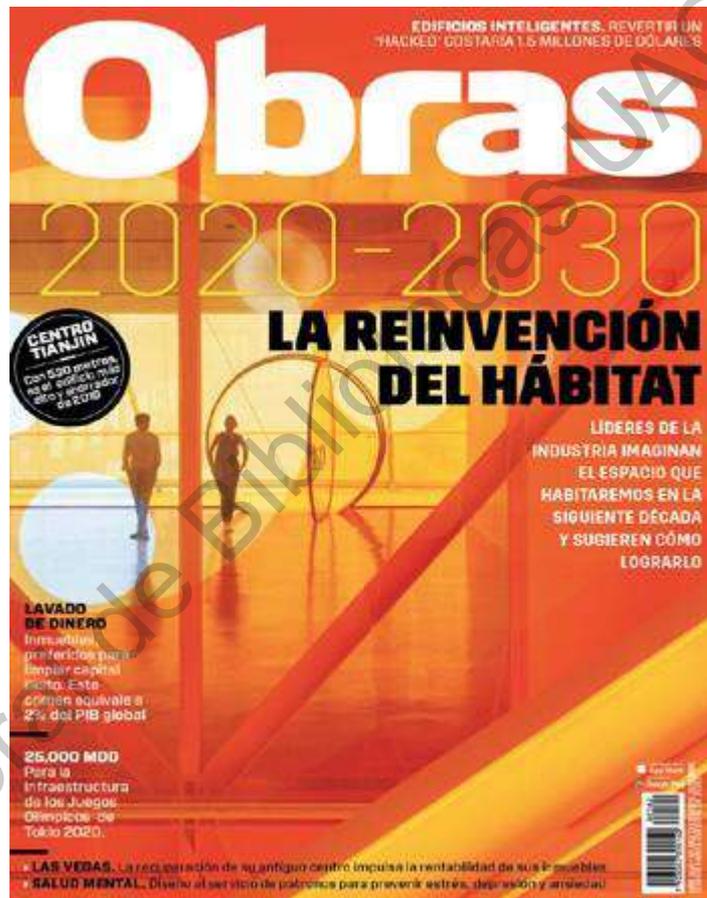


Gráfico 8 Revista Obras (2019).

III. METODOLOGÍA BIM

En esencia es la creación de valor a través de la colaboración en todo el ciclo de vida de un activo apoyado en la creación, recopilación y el intercambio de modelos 3D y los datos compartidos, inteligentes, estructurados, y vinculados a ellos. (UK BIM TASK GROUP, 2014)

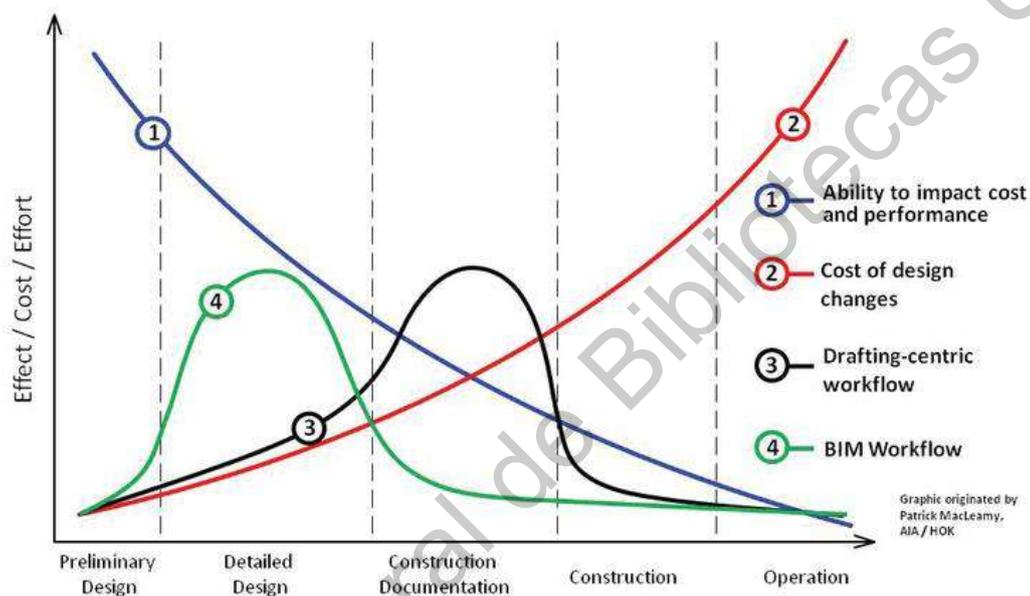


Gráfico 9 Curva MacLeamy (BIM Community, 2018).

Uno de los propósitos principales de la metodología BIM es el de modificar la forma en la que son enfocados los esfuerzos cuando se plantea un proyecto arquitectónico y su documentación. Según Loyola (2008), una de las situaciones en las que se encuentra un proyecto cuando se trabaja con tecnologías CAD es la de incongruencias o falta de información en los planos, documentos detalles que son generados por los dibujantes. Los problemas comienzan a surgir cuando por petición de un cliente o por necesidades de diseño o construcción existen cambios y modificaciones en el proyecto que tienen que verse reflejados en cortes, fachadas, alzados interiores, plantas, detalles entre otro tipo de documentación, además de que existe la necesidad de asegurarse que los cambios deben de ser 100% coherentes en todos los documentos.

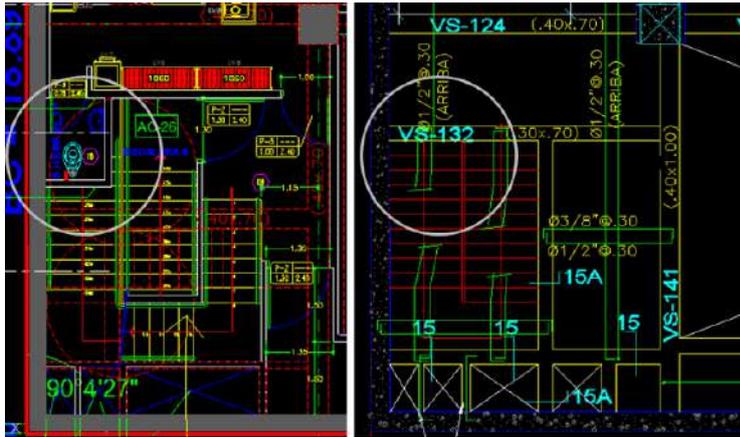


Gráfico 10 Losa del SS.HH. Según el plano de arquitectura. Omisión de la losa en el plano de estructuras (Alcántara, 2013).

Es muy común encontrar en un conjunto de planos de un proyecto la existencia de elementos que no están representados de forma correcta, debido a la incongruencia en algún elemento como lo pueden ser la representación de las ventanas en alzado y en planta y pueden generar retrasos en obra debido a las dudas que puede generar la

incongruencia o incluso una pérdida de capital que puede verse reflejada en material y en mano de obra.

Una de las bondades que posee un software de herramienta BIM es el de la sincronización automática de la información en la documentación. Con su uso se pretende evitar perder cualquier tipo de información del proyecto, desde la representación en la documentación como en tablas de planificación, materiales, elementos, mediciones, etcétera, sin embargo, el uso de herramientas de la metodología BIM no están excluidos de la falta de generación de información, al igual que la metodología basada en *softwares* CAD.

Tomando en cuenta el punto anterior, la metodología BIM no debe reducirse solamente a la generación de la documentación. Uno de los pilares básicos de la metodología se encuentra en la generación de la información. La información que se puede generar gira en torno tanto al proyecto como a la herramienta con la que se implementa la metodología BIM, por lo que cada elemento modelado, así como cada metadato que se encuentre en los elementos, cada representación gráfica, cada clasificación y cada plantilla de vista representa información aportada.

Es lógico pensar que el uso de las herramientas y la metodología BIM implican que el trabajo invertido en el proyecto sea menor que con las metodologías de trabajo anteriores, pero se cae en un error al pensar de esta forma. Modelar un proyecto en

tres (o más) dimensiones es más laborioso que representarlo en dos dimensiones y también es mayor el tiempo que se tiene que invertir que con las metodologías tradicionales. Para poder representar un plano a partir de un modelo se tienen que pensar y solucionar varios problemas que surgen gracias a la visualización de las tres dimensiones del proyecto, de igual forma, se le tiene que prestar mayor atención a los detalles de cada elemento para que su representación en cada vista y en cada plano sea la correcta, además de que a cada elemento se le tiene que agregar información que no es posible visualizar; costo, modelo, clave, clasificación, si el elemento es o no es estructural, entre una cantidad infinita de formas en las que se le puede agregar algún dato de acuerdo a las necesidades del proyecto.

Toda la información, todo lo que se modela, todos los datos y metadatos que son vertidos en el proyecto, todas las configuraciones que se deben de realizar en el *software* de herramienta BIM, funciona como energía potencial a lo largo de las fases del proyecto.

Las fases por las que pasa un proyecto para su generación varían, por lo general, de acuerdo a la forma de trabajo de cada despacho, pero de manera amplia se puede delimitar énfasis como una fase de conceptualización, una fase de diseño básico, de diseño a detalle, de generación de documentación para la construcción, de aprobación por parte de instancias gubernamentales, de construcción, de terminación de obra y de administración del edificio en su tiempo de vida útil.

Basándonos en la metodología BIM, la elaboración de material para el diseño conceptual sería muy similar a una metodología tradicional, pero, cuando se comienza una fase de diseño en donde se deben de plasmar los elementos que conforman el proyecto, el proceso con la metodología BIM se vuelve muy laborioso, Además de que se le debe de invertir el tiempo suficiente. Para poder generar de forma correcta toda la información. En este punto de diseño del proyecto cualquier cambio simboliza una inversión de tiempo y de dinero mientras que con un flujo de trabajo basado en herramientas CAD un cambio puede simbolizar solamente el cambio de posición de una línea, por lo que los cambios que se generen no implicarán mucho tiempo de trabajo y por ende no existirá alguna variación en el costo de producción.

En la etapa de generación de documentación para la construcción, la cantidad de trabajo y el tiempo que deberá ser invertido en el mismo, aumentará al principio,

debido a la necesidad de generar de forma correcta una vinculación entre un modelo en tres dimensiones con información gráfica y no gráfica con su representación en 2D para la generación de la documentación. Sin embargo, a pesar de la existencia del aumento de trabajo y del aumento en la inversión de tiempo, el trabajo previamente realizado en la etapa de diseño básico permitirá que cualquier cambio que se realice en esta etapa pueda resolverse de una forma más sencilla, más eficaz y más rápida que en la fase anterior. Además de esta información, se deberán de generar sobreescrituras gráficas, grupos de planos, plumillas, calidades de líneas, agrupaciones de *layers*, entre otros aspectos propios de la herramienta BIM en donde se trabaja el modelo del proyecto. Si en esta altura del desarrollo del proyecto se requiere realizar un cambio, por ejemplo, en un número determinado de muros, bastará con seleccionar cada uno de los elementos para poder sustituir sus propiedades por las deseadas.

Sin embargo, con una metodología basada en CAD, la ejecución de un cambio implica la modificación de varios vectores que fueron generados para realizar el dibujo del plano. El movimiento de un muro implica la modificación de estos vectores en planta, implica el realizar el cambio en cada alzado, corte o detalle en el que este esté representado, además de un proceso de verificación para asegurar que el cambio haya sido realizado de forma correcta en cada documento con el fin de que no genere ninguna incongruencia para la etapa de construcción. Hay que notar que el tiempo invertido en realizar los cambios ha aumentado con esta metodología y junto con el tiempo, se presenta también un aumento en el costo por la realización de los cambios, debido a que éstos deben ser más minuciosos y son más complejos de realizar.

IV. MODEL CHECKER

La tecnología BIM se ha utilizado cada vez más en los campos de la arquitectura, la ingeniería y la construcción. Sin embargo, debido a los crecientes requisitos para mejorar los factores cualitativos en los proyectos de diseño basados en este método, es necesario desarrollar un proceso de verificación y evaluación para mejorar la calidad del diseño. Hay que considerar que la entrega de datos BIM debe ser obligatoria en los países desarrollados, y estos países están promoviendo la

verificación de modelos basada en BIM (BMC), por lo que se puede esperar que el software sea ampliamente utilizado en proyectos con esta metodología.

En términos generales el BMC es un software que procesa el contenido de la información de los archivos BIM de acuerdo a las reglas especificadas como procedimientos predefinidos. Dentro de la industria de la construcción, el diseño de cada vivienda debe ser aprobado por las dependencias gubernamentales pertinentes antes de que la construcción pueda comenzar. Los reglamentos actuales que se suelen utilizar tienden a tener limitaciones de valor numérico y/o interpretación que pueden o no requerir un análisis específico.

“El proceso de comprobación de esas normas suele ser procesos manuales que son ineficiente e impredecible, aunado a continuos cambios y las crecientes complejidades de los códigos de construcción (Tan y otros 2010; Greenwood y otros 2010)”.

“En varios estudios se ha determinado que la verificación de los diseños de edificios con arreglo a los códigos de construcción lleva mucho tiempo y es propensa a errores (Jeong, 2010)”. Como consecuencia, se puede encontrar que los diseños que no cumplen con las normativas, causan retrasos entre otros inconvenientes dentro de los procesos de revisión. En general el uso de un BMC puede permitir que los diseñadores y las autoridades de construcción verifiquen el cumplimiento de la normativa dentro del diseño de una manera que ahorre tiempo y costos. Se permite la exploración de nuevas soluciones, en particular sí pueden reducir los errores, el tiempo y el uso ineficiente de los recursos humanos mediante una verificación objetiva en lugar de utilizar soluciones predefinidas.

Los formatos en que se pueden encontrar a las herramientas BMC son diferentes ya que sus métodos de procesos de verificación pueden variar y/o ser:

- Una aplicación vinculada a una herramienta de diseño, en otras palabras, un plug-in.
- Una aplicación independiente de la aplicación de modelado.
- Una plataforma basada en la web en la que se pueden presentar diseños.

El hecho es que, en los tres casos, cada código de revisión debe ser parametrizado, teniendo en cuenta la particularidades y necesidades de las normas de construcción. La parametrización de cada uno de los códigos de cumplimiento (rulerset), para cada

lugar sería un esfuerzo tremendo y probablemente inviable. Por consiguiente, la estandarización de normas es un requisito deseable para que la verificación automatizada tenga éxito. Este aspecto es muy importante porque no solo reduce el esfuerzo de desarrollo y programación, sino que también promueve la interoperabilidad entre el diseño y las herramientas BMC.

En resumen, la comprobación de modelos basada en BIM puede utilizarse para revisar y validar dos tipos principales de datos: geométricos y de atributos, todo esto depende de cada programa. El flujo de trabajo es bastante sencillo, consiste en aplicar un conjunto de reglas a un modelo IFC, evaluar cualquier asunto que se marque, hacer cambios en los programas BIM y luego retroalimentar a el *software* BMC para volver a ser revisado. El sistema almacena un registro de auditoría completa de los problemas y las soluciones.

TIPOS DE BMC

La historia de los softwares BMC se encuentra relacionada con la evolución del BIM, pero en especial con el uso del formato IFC. Pese al aumento de los desarrolladores, el software todavía es muy nuevo. A lo largo de la década de 1990, en Europa y Asia, la atención se centró especialmente en los sistemas de verificación automática. Hoy en día, hay muchos planes para desarrollar aplicaciones BMC. Varios de estos esfuerzos son de proyectos gubernamentales, mientras que otros son comerciales.

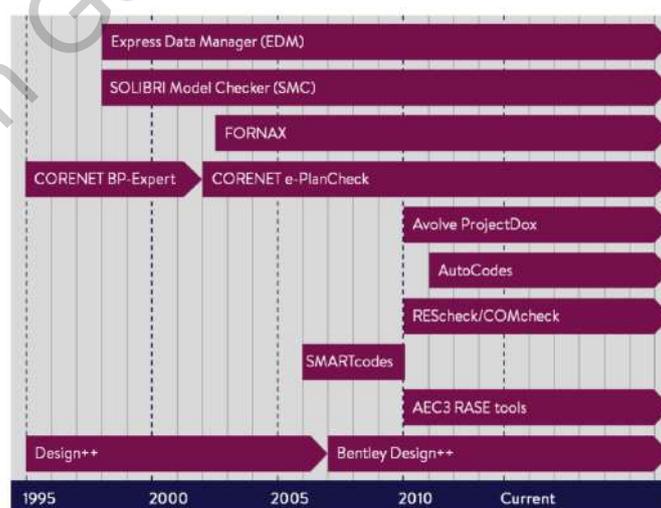


Gráfico 11 Calendario de desarrollo de las aplicaciones de verificación del cumplimiento. Basado en Skallerud, Slette y Bjaaland (2014).

Para algunos desarrolladores, la situación general es que la representación de las normas esta codificada en el sistema y requiere actualizaciones manuales por parte de expertos en software. Por ejemplo, Navisworks de Autodesk ha utilizado entradas en varios formatos para la detección de colisiones durante más de 10 años. Así mismo, SOLIBRI puede considerarse como el primer software comercial de BMC basado en OpenBIM en el mercado.

Tabla 4 Visión general de softwares del BMC y sus funciones (Hjelseth E. &., 2010).

Table 4. Overview of functions in BMC software

Software		Solibri	Autodesk	Bentley	Tekla	dRofus	Open source	Free IFC
		Model Checker 2)	Navisworks Manager	Projectwise Navigator	BIMsight	Nosyko	BIMserver 4)	viewers 5)
<i>Functions</i>	Clash detection	x	x	x	x		x	
	Compliance checking	x				x	x	
	Content checking	x				x	x	
	Search function	x	x	x	x	x	x	x
	Reporting	x	x	x	x	x	x	
	Quantity / information take off	x	x	x		x	x	
	Time liner		x					
	Animations		x					
<i>Exchange formats</i>	Import of BIM file	ifc, dwg	almost all formats	dgn, dwg, pdf, 3)	ifc	ifc	ifc	ifc, dwg, others
	Direct link Revit		x			x		
	Direct link ArchiCAD	x						
<i>Rule-sets</i>	Export of reports	pdf, xls	pdf, html, xls	pdf			ifc, others	
	Separate rule-sets	x				x	x	x
	Modify existing rules	x	x		x	x	x	
	Combing rules to new rule sets	x				x	x	
<i>Cost</i>	Develop new rule sets					x	x	--
	License cost 1)	Pro	Pro	Pro	Free	Pro	Free	Free

Notas: 1) La licencia de software puede variar dependiendo del mercado local/nacional. 2) Los visualizadores son gratuitos y pueden ser usados para ver el modelo, son fáciles de usar y pueden reducir la necesidad de dibujos en el sitio por medio de Smartphone y tabletas. 3) La tabla no comprueba la calidad o la facilidad de manejo de cada software. 4) No se clasifica el mejor software, ya que esto depende del propósito de la revisión.

SMC

El manual de SMC, define al software como una herramienta que analiza los Modelos de Información de Construcción en cuanto a integridad, calidad y seguridad física. *SOLIBRI Office™* hace que el proceso de control de calidad y aseguramiento de la calidad sea tan fácil como sea posible al tomar radiografías del modelo de construcción para revelar posibles defectos y debilidades en el diseño, resaltando los componentes que chocan y comprobando que el modelo cumple con los códigos de construcción y las mejores prácticas de las organizaciones. (*SOLIBRI Model Checker™*, 2018).



Gráfico 12 SOLIBRI A Nemetschek Company (SOLIBRI Model Checker™, 2018).

Básicamente, El software tiene la capacidad de comprobar cualquier cosa dentro del modelo, como, por ejemplo: todas las habitaciones cuentan con iluminación y / o ventilación natural, que no existan componentes repetidos o superpuestos, etc.

Hoy en día, el programa tiene acceso a unas 300 reglas, la mayoría de las cuales están parametrizadas, lo que permite a los usuarios modificarlas. El usuario tiene la posibilidad de generar nuevas reglas basadas en reglas existentes, pero no se extiende al desarrollo de nuevas reglas propias. Sin embargo, el software se actualiza constantemente agregando nuevas normas. En casos más específicos también pueden pagarse a través de la consultoría, tal vez para desarrollar reglas adecuadas a los procesos internos de la empresa.

Hoy en día, el programa tiene acceso a unas 300 reglas, la mayoría de las cuales están parametrizadas, lo que permite a los usuarios modificarlas. Con el software, se tiene la posibilidad de generar nuevas normas basadas en reglas existentes, pero no se extiende al desarrollo de propias. Sin embargo, el software se actualiza agregando nuevas normas. En casos más específicos también pueden pagarse a través de la

consultoría, para lograr así desarrollar reglas adecuadas a los procesos internos de la empresa.

Posterior a que se ha realizado una verificación de un rulerset a cualquier archivo IFC, se genera un informe en el que se podrá ver qué elementos cumplen y cuáles presentan errores o advertencias. Estos reportes pueden verse a través de SMV (*SOLIBRI Model Viewer*) o exportarse a Excel, PDF, PowerPoint, etc. Una vez que los errores hayan sido arreglados en el software BIM, se procederá a realizar una nueva revisión del modelo. El software incluye algunas herramientas de gestión para revisiones que identificarán la ubicación de los cambios. También mostrará si se han corregido los errores antiguos o si se han introducido nuevos, sin que el usuario tenga que volver a comprobar todo el modelo.

Además, también incluye herramientas para comparar dos versiones del mismo modelo. Por ejemplo, lo que se ha añadido, lo que se ha eliminado, lo que se ha modificado (geometría y datos). Esto ayudará a garantizar que el encargado de realizar la validación utilice la última versión y le facilitará comprender lo que ha cambiado en el modelo de terceros. *SOLIBRI Office*™ no se trata de validar los datos geométricos y de atributos, también es hábil en refinar la información dentro del modelo para su uso posterior.

MÉTODOS DE TRABAJO

Para entender el funcionamiento de la revisión automática, los sistemas BMC constan en general de tres partes: el software, la información en los archivos BIM y los conjuntos de reglas (rulerset). La siguiente imagen ilustra la relación integrada entre la lógica de un rulerset, el contenido de la información de un archivo BIM y las funciones del software de *Model Checker*.

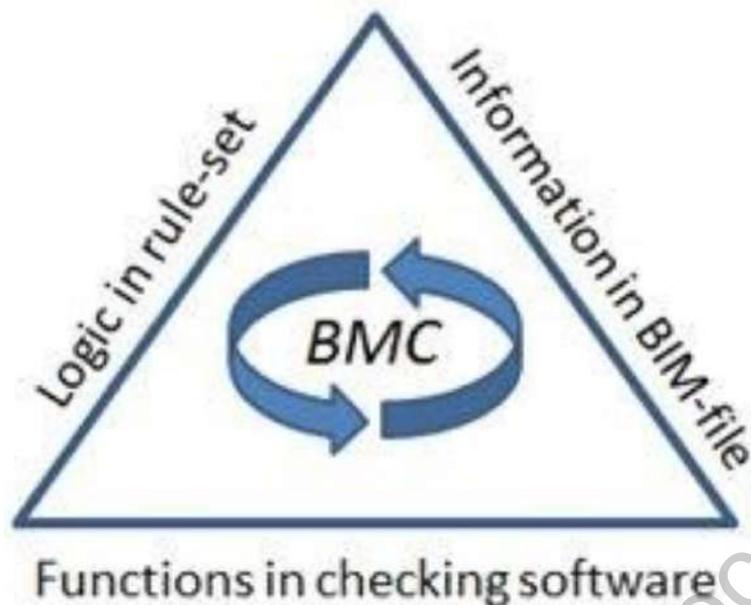


Gráfico 13 Development of BMC solutions illustrated as interactions between rule-set, BIM-file and checking software (Hjelseth E. , BIM-based model checking (BMC), 2015).

En términos generales, el propósito de una comprobación, es determinar si el contenido del modelo se ajusta a un código, norma, regulación, etc. Para obtener resultados confiables, es necesario comprender qué se verifica y qué no. Si no es así, se vuelve sencillo pasar la comprobación automática, lo que hará que el sistema pierda credibilidad.

Los modelos se trabajan bajo la clasificación de información, que es una forma muy poderosa de organizar la información BIM, los datos añadidos pueden ayudar a mejorar la precisión para el entender la cantidad y la estimación de datos. La clasificación permite que los componentes se reestructuren jerárquicamente con base en cualquier dato del modelo. SOLIBRI en sus diferentes versiones también proporciona las herramientas para mostrar los datos de clasificación temáticamente. Esto permite al usuario entender mejor qué información está contenida en el modelo, además comprueba si hay discrepancias en los metadatos.

LÓGICA EN BMC

Las normas de construcción son unos instrumentos legales que buscan asegurar las intenciones establecidas por la Ley de Planificación y Construcción. El reglamento establece las normas para el trabajo en

edificios nuevos para hacerlos seguros y accesibles, y al mismo tiempo limitar los residuos y el daño ambiental (GOV.UK, 2013b).

Quienes realizan trabajos de construcción deben, por lo general, disponer que su trabajo sea verificado por un tercero independiente para asegurarse de que las especificaciones del edificio cumplen con las normas requeridas, es decir, con el reglamento de construcción. En Querétaro, el papel de la tercera parte independiente lo desempeña la dirección de desarrollo urbano, mientras que las normas son publicadas por el ayuntamiento del estado.

Hay dos formas diferentes de presentar las reglamentaciones, la prescriptiva y la basada en el rendimiento. En el SMC se puede comprobar un modelo desde un único aspecto (por ejemplo, no se permiten los muros duplicados) o desde algún punto de vista específico (por ejemplo, el uso de tipos de construcción correctos). Algunas reglas también informan de una característica clave (por ejemplo, la lista de tipos y tamaños de ventanas) de un edificio. La verificación se realiza según criterios predefinidos y da como resultado una respuesta Sí / No. La regla tendrá restricciones con las que establecer las limitaciones de valores o existencia / no existencia de un objeto.

LOS CÓDIGOS DE CONSTRUCCIÓN

Las reglas son paramétricas, lo que significa que puede controlar su comportamiento estableciendo los valores de los parámetros. El BMC procesa reglas predefinidas y las agrupadas en los rulerset, por lo que el alcance de la revisión viene determinado por el conjunto de reglas seleccionado.

El contexto y el contenido de los códigos de construcción deben definirse de forma lógica y legible para que puedan relacionarse con los datos BIM que se están comprobando. Esto implica un proceso de interpretación en el que la estructura semántica de cada normativa se traduce en reglas o tablas paramétricas, basado en la normativa propia de cada región.

Finalmente, el sistema de *SOLIBRI Office*[™], para realizar una revisión se basa en la clasificación y utiliza los siguientes métodos de trabajo:

COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA – DETECCIÓN DE COLISIONES

La detección de choques y la comprobación de los pares de componentes es quizás el concepto más conocido de comprobación. La comprobación se basa en relaciones topológicas y en el álgebra booleana, estas reglas también pueden aplicarse paramétricamente, permitiendo al usuario ajustar la "regla" cambiando las tolerancias mínimas/máximas con las que se comprueban los componentes. (Borrmann, 2008).

Como su nombre indica, su función es la detección de colisiones. Se basa en una sola regla que compara la intersección entre objetos, por ejemplo, cuando los elementos arquitectónicos se integran con elementos de estructuras e instalaciones. Este tipo de inspección es muy útil y generalmente se incluye en el sistema de evaluación de calidad. Lo mismo se aplica a los parámetros de accesibilidad, las reglas para verificar el círculo de giro de una silla de ruedas son las mismas que se pueden usar para verificar la distancia mínima / máxima entre un objeto y otro.

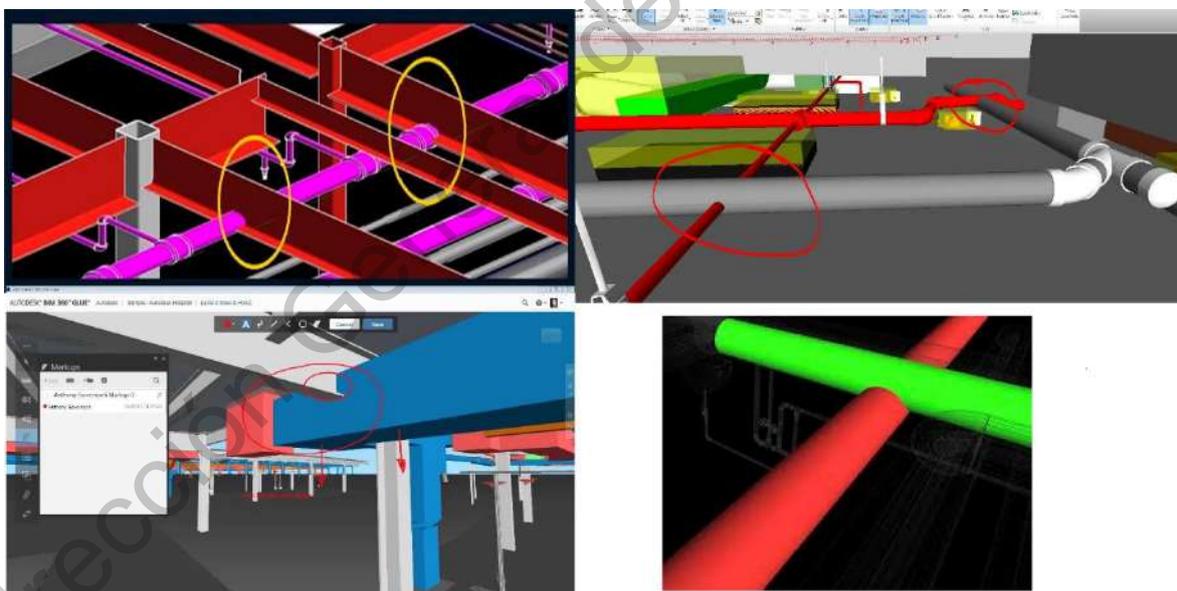


Gráfico 14 Ejemplos de detección de choques (Mostafa, 2017).

COMPROBACIÓN DEL CUMPLIMIENTO / COMPROBACIÓN DE LA REGLA

La gestión automática de las solicitudes de permisos de construcción ha sido un punto central para la verificación de modelos. Una razón es que obtener un permiso es un punto esencial que deben pasar todas las construcciones. Los conjuntos de reglas

son colecciones de reglas dentro de un tema específico, de acuerdo con Eilif Hjelseth, combinando diferentes conjuntos de reglas, es posible comprobar múltiples demandas automáticamente. No entramos en profundidad en los procedimientos para el desarrollo de las reglas. Se trata de un área muy amplia relacionada con la EBC, la ingeniería basada en el conocimiento, y con la IA, la inteligencia artificial (Hjelseth E. , 2009).

El propósito es verificar si el modelo cumple con los códigos, reglamentos, normas, estándares, etc. Un ejemplo es la verificación automática de accesibilidad. Esto no se puede comprobar automáticamente sin una definición de accesibilidad que implica una gran cantidad de reglas. Sin embargo, si las reglas de accesibilidad se basan en un estándar definido, la verificación dentro de este dominio de reglas computables se puede realizar de manera confiable (Hjelseth E. , 2009). La comprobación al ser basada en reglas con parámetros. Cada regla comprueba un elemento específico del modelo, por ejemplo.

VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Para pasar una prueba de revisión con aprobación, las reglas pueden estar desactivadas. Esto indica que las reglas que faltan o las restricciones no válidas pueden hacer que un modelo pase la prueba. Para obtener resultados confiables, el usuario o verificador debe estar al tanto de lo que se está verificando y lo que no. De lo contrario, es demasiado fácil pasar una verificación automática que desacreditará el sistema de validación automática de modelos.

Los resultados generales de la comprobación, en el SMC, se muestran en la tabla del árbol de reglas y se expresan de forma jerárquica, constando de categorías, subcategorías, problemas y componentes.

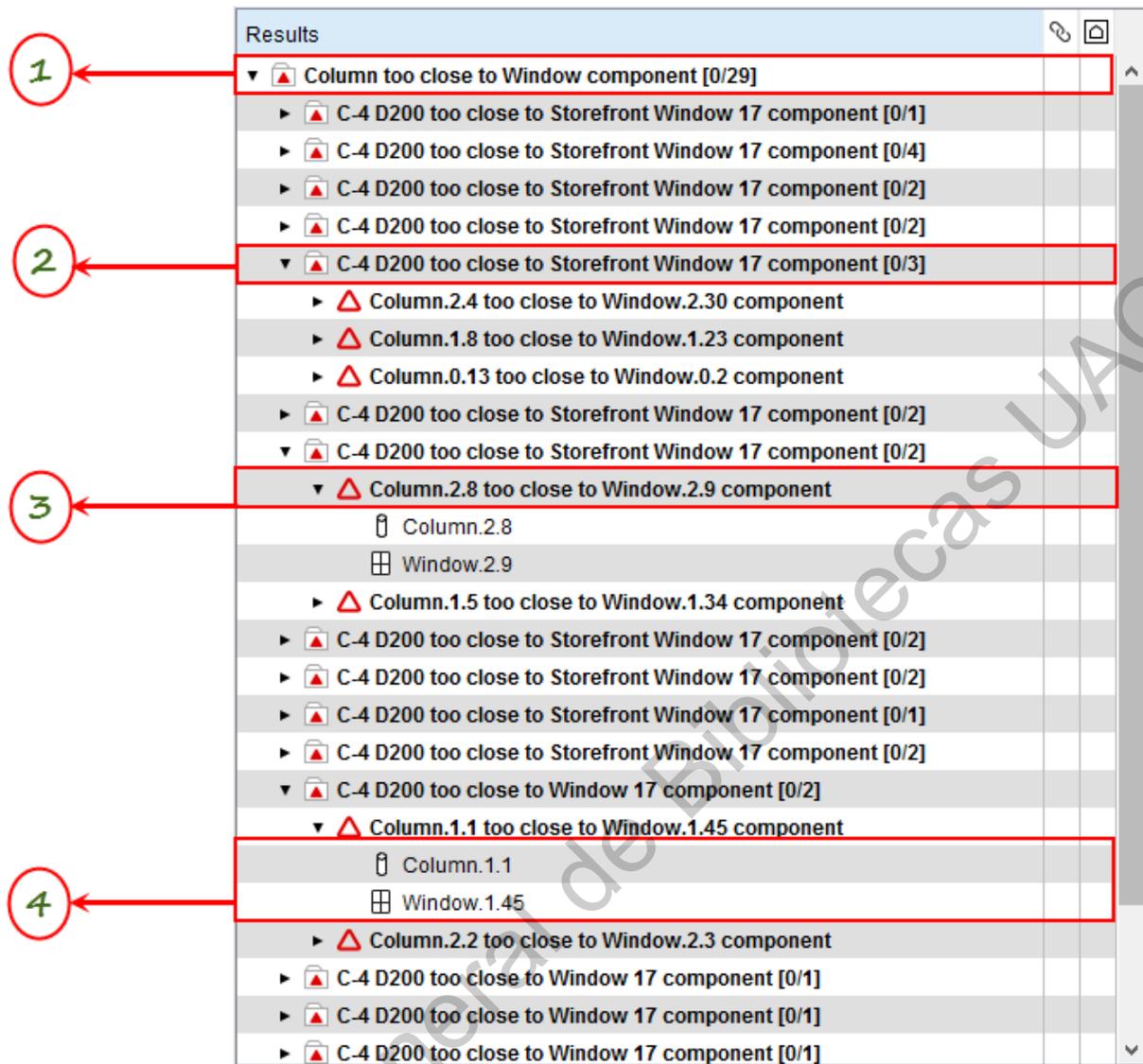


Gráfico 15 Tabla de árbol de reglas en SOLIBRI. 1) La categoría establece el problema en general y también indica el número total de problemas en la categoría. 2) La subcategoría especifica el problema. 3) La incidencia indica exactamente el problema real. 4) El componente que tiene el problema real. (SOLIBRI Model CheckerTM,, 2018).

Finalmente se pueden generar informes de los resultados de las comprobaciones en cualquier fase para tener un registro permanente en etapas clave o en momentos periódicos, según sus necesidades.

PRIMEROS CASOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL MC A NIVEL MUNDIAL

Un estudio establece el año 2020 como objetivo en que los sistemas automatizados de comprobación de códigos se conviertan en una realidad viable en varios países. Aunque existen instrumentos que apoyan este tipo de sistema, todavía se requiere una cantidad considerable de trabajo, especialmente en lo que respecta a la definición de modelos de objetos específicos para la verificación de códigos y la estructuración de normas y flujos de información. (Eastman, 2008)

En ciertos países, la entrega de datos BIM es obligatoria y promueven la comprobación automatizada de los códigos de construcción. Un exponente destacado de los sistemas de verificación de códigos BIM ha sido CORENET (Red de Construcción y Bienes Raíces) en Singapur, se le considera como el catalizador que promovió el desarrollo de sistemas de *Model Checker* en países como Noruega (Statsbygg), Australia (DesignCheck) y los Estados Unidos (International Code Council, ICC) entre otros. (Eastman, Jae-min Lee, et al. 2009).

CORENET

La idea de un sistema de comprobación de códigos, se concibió por primera vez en Singapur en 1982, finalmente a principios de los noventa la investigación y el desarrollo de un sistema basado en inteligencia artificial, demostraron que la idea era técnicamente viable.

En 1995 el Ministerio de Desarrollo Nacional de Singapur junto con la Autoridad de Construcción y Edificación como organismo de ejecución, inició CORENET (Red de Construcción y Bienes Raíces) (buildingSMART, 2006).

El primer paso fue generar un sistema de presentación de consentimiento electrónico que incorporaba un sistema experto de planes de construcción desarrollado internamente para comprobar el cumplimiento de los planes 2D (Dimyadi, s/f). Posteriormente en 2002 CORENET fue actualizado y el sistema en planes de construcción en 2D fue reemplazado por uno con modelo de datos IFC 3D.

El programa consiste en tres plataformas:

- 1) e-Submission: Un portal electrónico que permite a los profesionales del sector presentar y supervisar el progreso de las solicitudes de planificación. Dicho portal sirve de ventanilla única del gobierno, disponible las 24 horas del día, los 7 días de la semana.
- 2) e-Catalogue: Este proceso permite que los diseños de los nuevos edificios se comprueben con los requisitos de los códigos de construcción, utilizando procedimientos automatizados, en lugar de procesos manuales basados en papel.
- 3) e-Info: Almacena y describe la información en un formato que puede ser procesado y comprendido fácilmente por diferentes aplicaciones. Además de que permite una comunicación fluida y la información puede preservarse por tiempo indefinido.

La plataforma de verificación de códigos, e-PlanCheck, se encarga de la verificación de las normas de los modelos generados con BIM por medio de archivos IFC. El programa fue implementado sobre FORNAX, una plataforma de software desarrollada por novaCITYNETS, que amplía los modelos del IFC y construye inteligencia adicional para permitir la implementación de las funciones de verificación, es decir que añade semántica de alto nivel que son relevantes para la verificación de códigos encapsulando los componentes de construcción en un conjunto de objetos FORNAX, cada uno de los cuales define atributos y comportamientos relevantes (Khemlani, 2005).

ByggSøk

El proyecto ByggSøk, iniciado en noviembre de 2000, tiene como objetivo: Prestar mejores servicios públicos y más eficientes, además de mejorar la competitividad industrial mediante una normalización a nivel nacional de las propuestas de zonificación y las solicitudes de construcción" (ByggSøk, 2011).

El programa consta de tres módulos: 1) Sistema de información electrónico, donde se publica la información necesaria para elaborar una solicitud; 2) Sistema de planificación electrónica, que es una aplicación web desarrollada para propuestas de planes de zonificación. La aplicación permite cumplir la ley de planificación y construcción, completar y enviar propuestas de zonificación a través de Internet.; 3)

Sistema electrónico de presentación de solicitudes de planes de construcción, para el registro de solicitudes de construcción a través de Internet. El solicitante es guiado a través del proceso para que complete el proceso y obtenga ayuda si es necesario, se debe verificar que la solicitud tenga todos los campos del formulario completados antes del envío. La solicitud completa se enviará por correo electrónico con números y archivos adjuntos, el proceso de solicitud es el mismo que el de la solicitud tradicional. En el resumen el programa ByggSøk se centra en las cuestiones de clasificación, terminología y normalización de la verificación de normas en la construcción a nivel internacional.

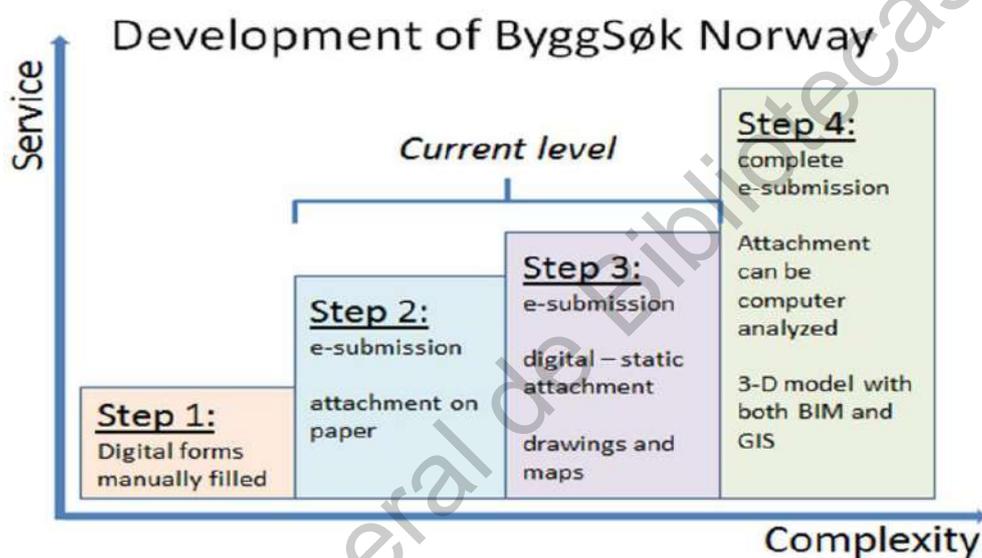


Gráfico 16 Relación servicio-complejidad de desarrollo en proyecto ByggSøk (Hjelseth E. &., 2010)

Uno de los proyectos piloto más representativos de este enfoque es el proyecto HITOS del 2005; adoptó varias propuestas de la iniciativa CORENET y las aplicó a en dos características principales: 1) Evaluación del plan espacial aplicado en la plataforma de gestión; 2) Verificación de la accesibilidad del edificio por SOLIBRI Office™ (SMC). De acuerdo con Statsbygg encontró que:

“El chequeo de diseño universal basado en la IFC implementado por SOLIBRI podría reducir las fallas o deficiencias comunes de diseño en un 60 a 70%” (Lindberg, 2006).

DesignCheck

En Australia, el Centro de Investigación Cooperativa para la Innovación en la Construcción financió DesignCheck, un programa de verificación de códigos desarrollado por la Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth (CSIRO) y la Universidad de Sydney. Mediante un esquema similar al sistema de proyectos HITOS, la arquitectura del sistema utiliza EDM *Model Server* como plataforma central. Esta plataforma realiza funciones de gestión de modelos, compilando y ejecutando reglas, ya que proporciona un sistema de reglas más flexible que permite la codificación de reglas escritas manualmente en código informático en EXPRESS.

De acuerdo con D. Greenwood “el DesignCheck se centra en las regulaciones de diseño accesible. Aunque tiene un diseño estructural similar al de ePlanCheck de CORENET, DesignCheck muestra una ventaja sustancial en el apoyo a la comprobación del código durante varios pasos del proceso de diseño. El informe de la regla, por otra parte, es inferior al de CORENET ya que todos los resultados se basan en texto solamente” (D. Greenwood, 2010).

SMARTcodes

El proyecto SMARTcodes en los Estados Unidos ha formulado las regulaciones del Consejo Internacional de Códigos (ICC) y ha desarrollado un sistema de verificación automática de códigos de construcción. En particular, la comprobación de la legalidad a través de un sistema automatizado puede reducir los errores, el tiempo y el uso ineficiente de los recursos humanos.

Se tiene como objetivo “desarrollar una forma sistemática de representar los códigos en papel en reglas interoperables por máquinas que puedan ser utilizadas por el software de verificación de modelos para identificar los elementos de un diseño representado por un BIM y que están fuera de los límites establecidos por el código de construcción”. (Eastman, Jae-min Lee, et al. 2009).

Greenwood explica que “El proceso de codificación se procesa en un software basado en la web aplicando etiquetas a las copias electrónicas de los códigos de construcción mediante un diccionario de etiquetas u ontología”, (2010). En otras palabras, los

usuarios recogen la regla escrita deseada y el constructor de SMARTcodes identifica las frases clave y su función lógica, luego formaliza la frase utilizando términos de un diccionario que describe las propiedades asociadas con cada término, la enumeración de propiedades, los tipos de datos y las unidades asociadas a cada propiedad. Todas las reglas codificadas siguen un mapeo compatible con la restricción IFC. Hasta ahora, SMARTcodes sólo se ocupa de diseños compatibles con IFC.

La ejecución de reglas para SMARTcodes está actualmente soportada por el Verificador de Modelos SOLIBRI de *Digital Alchemy* y XABIO de AEC3.

V. NORMATIVA BSI

Las normas PAS 1192 son una serie de normas publicadas por la *British Standard Institution*, empresa proveniente del Reino Unido, que se encargan de distintos ramos en la gestión de los modelos 3D como la producción colaborativa, el proceso de administración en la fase de entrega de datos e información, la administración de un edificio por medio de un modelo de información del activo, generación de archivos para la administrar y la prevención el mantenimiento de calidad del activo, intercambio de datos de forma estructurada y seguridad cibernética y digital.

La norma BS 1192:2007 consta en una metodología para la gestión de la producción, la distribución y la calidad de la información en formato 2D, 3D y metadatos por medio de un proceso colaborativo y de clasificación estandarizada. Por otro lado, la norma BSI PAS 1192-2:2013 plantea las bases de la metodología BIM incorporada a la fase de diseño y construcción a partir del capital inicial hasta la entrega de la documentación del inmueble terminado.

Según (The British Standards Institution, 2013), en mayo del año 2011, el gobierno del Reino Unido publica *Construction Strategy* (“La Estrategia de Construcción”) con la finalidad de reducir el costo de los bienes del sector público en un 20% para el año 2016. La estrategia apunta a un buen lazo entre la industria de la construcción y las instancias gubernamentales. En el documento *Construction Strategy* define objetivos estratégicos que en conjunto resolverán la problemática que ha existido con los bienes públicos de la construcción con base en alcanzar un nivel 2 de madurez BIM. El hecho de que las necesidades por la documentación gráfica y no gráfica iban a ser

demasiado para las tecnologías basadas en el Diseño Asistido por Computadora era un hecho y estaba previsto. Más que una herramienta para mejorar la situación, ha servido nada más para perpetuar el problema.

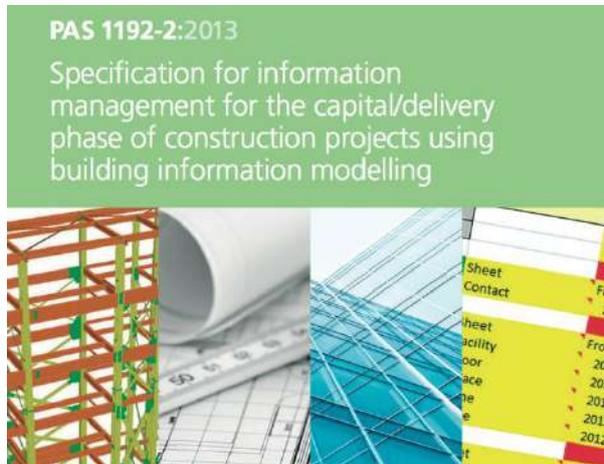


Gráfico 17 Portada BSI PAS 1192-2:2013 (The British Standards Institution, 2013).

La norma BSI PAS 1192-2:2013 es un documento en el que se redactan de forma específica los requerimientos de administración de la información de los proyectos que son entregados por medio de una metodología BIM, teniendo en cuenta que no toda la información que se genera basada en esta tecnología es producida por un software que funciona como herramienta BIM (ArchiCAD®, Revit®, Allplan®, etcétera). Uno de los

objetivos de esta norma es el de proveer un ambiente de trabajo, denominado *Common Data Environment* (CDE), que funciona para poder guardar, almacenar, compartir y evaluar la información de un proyecto para que todo aquel que pertenezca a este ambiente pueda utilizar esta información para mantenerla, usarla o para producir más información del proyecto. Todo el proceso está dividido en tres partes importantes: La generación de la documentación que funciona como base para la generación de archivos BIM que son el documento EIR y el documento BEP, la etapa de movilización que consta en asegurarse de que todo el proceso de administración de la información que se generó en un software herramienta BIM, basado en punto anterior funcione y por último el trabajo colaborativo en una plataforma de CDE. En resumen, la metodología está basada en un proceso gradual de desarrollo de documentación para la planificación y administración de los requisitos de un proyecto, para poder ser llevados a un CDE de forma eficiente, para poder hacer una revisión de manera eficaz, por la forma en la que los archivos BIM fueron generados.

Los beneficios que conllevan el uso de la metodología, según (The British Standards Institution, 2013), tienen como base evitar actividades inútiles que se prestaban anteriormente con la metodología en CAD que son:

- Esperar y buscar la información.

- Sobre producir información sin uso definido.
- Información sobre procesada.
- Defectos causados por la coordinación deficiente entre la información gráfica y no gráfica.

Uno de los objetivos principales de esta metodología es el de “Empezar con el fin en mente.” El fin es asegurarse de que la información que se genere sea usada y reutilizada en todo el proyecto desde la etapa de diseño hasta la etapa del ciclo de vida del edificio activo. La implementación de esta metodología busca adaptarse a todo tipo de organizaciones, con la que la consistencia de información generada sea muy buena, basándose en sus procesos y métodos para poder lograr un nivel de madurez BIM deseado.

Este documento revisa y provee una guía específica para los requerimientos de administración de la información que esté asociada con proyectos entregados con metodología BIM, ya sea información gráfica, no gráfica, textual, o de algún otro tipo, debido a que no toda la información será generada a partir de un software denominado herramienta BIM como lo son ArchiCAD®, Revit®, Allplan®, etcétera.

El proceso comienza a partir de las necesidades específicas de un cliente y de la evaluación de todas las necesidades. Este es el momento en el que se redacta el EIR para poder obtener la información necesaria para saber qué es lo que necesita el cliente del modelo, que elementos, a qué nivel de detalle se debe de llegar, entre otros factores. Este documento junto con el BIM Protocol, funcionan en conjunto como parte de un contrato que debe de cumplir el equipo de modelado.

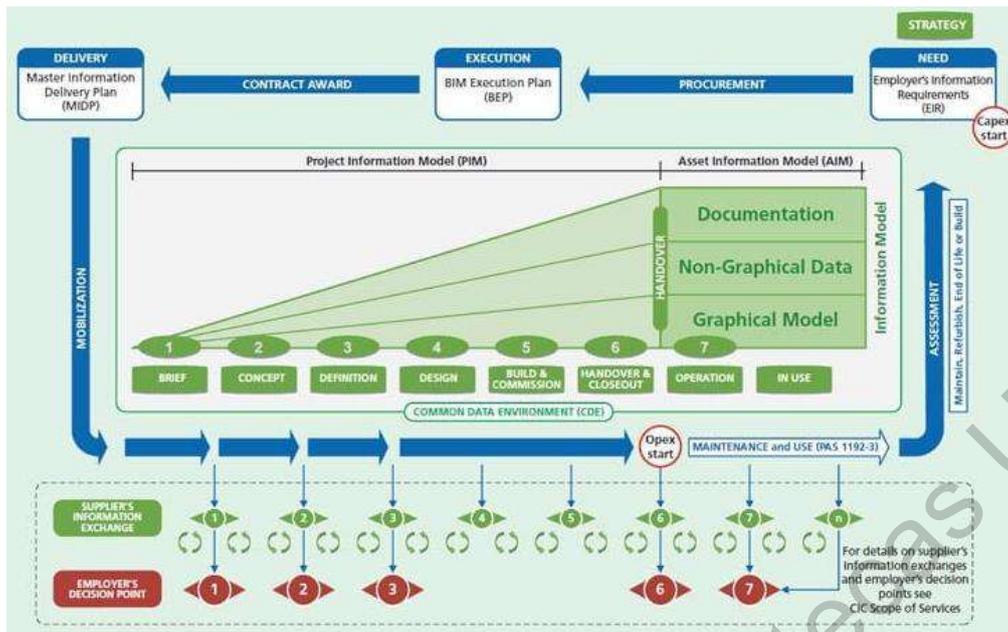


Diagrama 2 Ciclo de la entrega de la información (The British Standards Institution, 2013).

A partir de la obtención de todas las necesidades del cliente y de que el BIM Manager del cliente o que el mismo equipo de trabajo realice la tarea de generar el documento EIR, este documento obtendrá una categoría de carácter contractual, va a funcionar como una guía, una hoja ruta, para realizar un documento llamado Plan de Ejecución BIM (BEP) que, en esencia, es un documento que muestra cómo se van a solucionar los puntos definidos en el EIR. Este documento, al funcionar como una contraoferta al EIR, tiene que ser analizado y aprobado por el cliente y su BIM Manager. El BEP tiene como función mostrarle al cliente quienes van a tener la responsabilidad de la forma en que las necesidades que se expresaron en su EIR van a ser resueltas.

Después se hace la producción de un Master Information Delivery Plan (MIDP), que es un documento a manera de plan en el cual se organiza toda la información que será entregada que forma parte del proyecto. El alcance del MIDP depende de los diferentes capítulos o grupos que se generen en el proyecto. Se pueden dividir entre varios grupos como Grupo Arquitectónico, Grupo Estructural, Grupo de Instalaciones, Grupo de Presupuestos, etc. Este plan es la guía para poder organizar el flujo de información conforme a las distintas fases de un proyecto.

Justo después de haber realizado el MIDP, se comienza la etapa de Movilización, que consta en asegurarse de que todo el proceso de administración de Información

funciona de manera correcta y se tenga la información necesaria para llevarla a cabo. Al tener un panorama general de la información que se necesita, es necesario que el equipo de proyecto acuerde cuanta información va a ser modelada en qué etapa para poder desarrollar de forma correcta las distintas etapas del proceso del proyecto. Estos pasos darán pauta para iniciar el proceso de generación de la información.

VI. JUSTIFICACIÓN

Según la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2019), en su documento “Estrategia para la implementación del modelado de información de la construcción (MIC) en México”, el plan BIM en México manifiesta en uno de sus objetivos, la búsqueda del impulso a la participación del sector privado en términos de BIM: “[...] Busca que el sector privado y otros organismos desarrollen estándares para homogeneizar el uso de la metodología, así como generar la capacidad para soportar los procesos, tecnologías y competencias para el uso de la metodología en proyectos de infraestructura” (pág. 18).

La intención tras los objetivos referentes al impulso del uso del BIM para los proyectos de inversión privada, es la de evitar que el crecimiento del uso de los softwares y herramientas referentes a la metodología BIM se concentre únicamente en los profesionistas interesados en realizar algún proyecto de inversión pública, lo que podría ocasionar una centralización de profesionistas que realicen obras públicas.

Por el contrario, el crecimiento del sector privado dará pie a la especialización de profesionistas de acuerdo a los usos BIM que estos le puedan dar a los proyectos en los que trabajen la metodología, lo que permitirá la integración de varios profesionistas con distintas especialidades en BIM para la planeación de proyectos de inversión pública, haciendo uso de la metodología que han desarrollado en sus proyectos anteriores.

Tabla 5 Objetivo 3. Impulsar la participación del sector privado y otros organismos en la estrategia para completar la cadena de valor (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2019).

Objetivo 3. Impulsar la participación del sector privado y otros organismos en la estrategia para completar la cadena de valor (Recomendaciones)		Plazo	Participantes
3.1	Incrementar el nivel o la capacidad de oferta de capital humano en el ámbito de la construcción, en específico en MIC, mediante el fomento de certificaciones profesionales y contrapartes técnicas de proyectos.	LP	Sector privado
3.2	Fomentar la capacidad de la industria impulsando la estandarización, modularización, industrialización, para mejorar la competitividad y el desarrollo del sector de la construcción.	LP	Sector privado
3.3	Impulsar soluciones innovadoras que faciliten la gestión integrada de proyectos de infraestructura y eficiencia de recursos en el contexto del país.	LP	Sector privado
3.4	Desarrollar estándares nacionales que posibiliten el uso homogéneo de MIC.	LP	Sector privado
3.5	Promover el desarrollo de librerías de productos para facilitar el desarrollo de modelos estándares.	LP	Sector privado

Actualmente no hay una adaptación de la metodología BIM en la que exista una interacción adecuada entre la fase de diseño y la fase de construcción con la fase de trámite de licencias aplicada de forma oficial en México, lo que implica una gran inversión en tiempo y dinero en generar una serie de documentos CAD. Dentro de la metodología de generación de planos por medio de *softwares* CAD, es recurrente que la representación que se le da a un espacio tiende a no ser la adecuada, sobre todo cuando se coordinan varias disciplinas, lo que puede generar muchos conflictos de información dentro del proyecto. Muchas veces, cuando un diseño es rechazado, puede ser porque los planos de este proyecto no representen de manera correcta el proyecto o que generen un mal entendimiento del espacio, lo que puede ocasionar que la interpretación del proyecto, por medio de estos planos resulte en un incumplimiento de los reglamentos o de alguna normativa.

El uso de varios *softwares* para la generación de modelos tridimensionales para la construcción genera un conflicto en la lectura de archivos nativos (los que son generados directamente en el formato del *software*). En este sentido la implementación de una metodología de revisión con el apoyo de un modelo 3D, con formato IFC para poder ser interoperable, permitirá leer los archivos de un *software*

proveniente de ArchiCAD®, Revit®, Edificius® o cualquier otro *software*, además de que brindará una herramienta para comprender el espacio de una forma más clara por medio de la manipulación de la geometría 3D del proyecto.

Tabla 6 Ranking de Usos BIM de la Penn State University (Cárdenas, 2016).

BIM USE	Frequency	Rank	Benefit	Rank
	%	1 to 25	-2 to +2	1 to 25
3D Coordination	60%	1	1.60	1
Design Reviews	54%	2	1.37	2
Design Authoring	42%	3	1.03	7
Construction System Design	37%	4	1.09	6
Existing Conditions Modeling	35%	5	1.16	3
3D Control and Planning	34%	6	1.10	5
Programming	31%	7	0.97	9
Phase Planning (4D Modeling)	30%	8	1.15	4
Record Modeling	28%	9	0.89	14
Site Utilization Planning	28%	10	0.99	8
Site Analysis	28%	11	0.85	17
Structural Analysis	27%	12	0.92	13
Energy Analysis	25%	13	0.92	11
Cost Estimation	25%	14	0.92	12
Sustainability LEED Evaluation	23%	15	0.93	10
Building System Analysis	22%	16	0.86	16
Space Management / Tracking	21%	17	0.78	18
Mechanical Analysis	21%	18	0.67	21
Code Validation	19%	19	0.77	19
Lighting Analysis	17%	20	0.73	20
Other Eng. Analysis	15%	21	0.59	22
Digital Fabrication	14%	22	0.89	15
Asset Management	10%	23	0.47	23
Building Maint. Scheduling	5%	24	0.42	24
Disaster Planning	4%	25	0.26	25

Se busca aprovechar el uso BIM, de acuerdo a los usos que han sido estipulados por la Universidad del estado de Pensilvania, más adecuado para la revisión de proyectos, lo que da pauta a la generación de una metodología BIM, con base en el uso de *Code checking* o “Revisión de código o reglamentación”.

VII. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA



Gráfico 18 Índice de Productividad de la industria AEC y la no relacionada con la industria agrícola (Choclán, Soler, & González, 2014).

La industria de la construcción ha tenido un gran crecimiento gracias al desarrollo de nuevas tecnologías que trabajan las ingenierías referentes a los tópicos de la construcción y una de las tecnologías que han beneficiado este crecimiento es la de la metodología BIM y los *softwares* que trabajan con base en esta. Gracias a estas herramientas, el número de despachos dedicados al diseño arquitectónico y a la construcción que han migrado de los procesos CAD a los nuevos procesos de documentación BIM va aumentando, debido en gran parte a los beneficios del uso de un software BIM desde el proceso de diseño y documentación hasta la coordinación en la construcción.

Según la página oficial del Municipio de Querétaro (s.f.), la Dirección de Desarrollo Urbano es la dependencia que se encarga de la coordinación del desarrollo urbano sustentable del Municipio de Querétaro. La coordinación la hacen a través de la planeación y control de uso y ocupación del suelo, apegándose a la normatividad y reglamentación local. En el municipio de Santiago de Querétaro, Querétaro, la dirección de desarrollo urbano realiza la revisión de los planos que son dispuestos a procesos de solicitud de licencias de construcción, por medio de un sistema basado

en el diseño asistido por computadora, con un *software* CAD para poder revisar los requisitos solicitados en un proyecto.

Como un parámetro general de la situación actual de organismos encargados de revisar los proyectos que entran en un proceso de solicitud de licencias, es evidente que existen municipios como los de El Marqués, Querétaro y Zacatecas, Zacatecas, en los cuales Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, no solicitan un formato digital para la revisión de la documentación para los trámites de licencias de obra, lo que representa un atraso tecnológico significativo. Estos procesos de trámite de licencia de obra nueva pueden ser considerados como arcaicos, tomando en cuenta el desarrollo de las tecnologías en la industria de la construcción.

Tabla 7 Requisitos para licencia de construcción mayor a 45m², Zacatecas (Departamento de permisos y licencias para la construcción, 2019).

— LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN (MAYOR A 45 m ²)		
#	REQUISITO	ESPECIFICACIONES
1	Autorización por parte de la Junta de Monumentos	De encontrarse dentro del polígono de protección y conservación
2	Fotocopia de documento que legalmente ampare la propiedad del predio	
3	Fotocopia del recibo de pago del predial	Del año fiscal correspondiente.
4	Planos arquitectónicos, eléctricos, sanitarios, hidráulicos y estructurales	
5	Memoria de cálculo	
6	Firma de Director Responsable de Obra (DRO)	Del año fiscal correspondiente.
*Nota: éstos requisitos podrán variar y aumentar según el tipo de construcción a realizar.		

Esto hace evidente la existencia de un rezago tecnológico por parte de las instituciones gubernamentales cuando se habla de la implementación de nuevas tecnologías para la construcción dentro de sus procesos relacionados con la revisión y los trámites referentes a un proyecto.

A pesar de la constante evolución de las tecnologías para el desarrollo de proyectos, actualmente en el Municipio de Querétaro, se tiene que trabajar con tecnologías CAD,

ya que es el formato que pide la Dirección de Desarrollo Urbano para realizar trámites de construcción, como lo es “Obra Nueva.”

Por lo tanto, actualmente en Querétaro, un despacho de arquitectura o ingeniería civil, que trabaje con las herramientas CAD no está siendo afectado directamente por este rezago tecnológico, pero un despacho que se encuentre actualizado tecnológicamente, que trabaje con herramientas BIM y todos sus beneficios, tiene que trabajar en paralelo con herramientas CAD, invirtiendo personal, tiempo y dinero para generar la misma documentación que ha realizado previamente con BIM, para poder solicitar un trámite en el Departamento de Desarrollo Urbano.

Considerando que una vez que los despachos han entregado los documentos necesarios para la solicitud de su trámite, viene la parte de la revisión por cuenta de un empleado que forme parte del departamento de licencias de la Dirección de Desarrollo Urbano. El personal encargado tiene que dar el visto bueno del proyecto con base en una serie de archivos donde la revisión se hace a partir de un archivo nativo de un programa CAD, que es sólo una representación 2D, cuando un programa con sistema BIM puede brindar la información que se requiere para el trámite en un sólo modelo 3D.

Existe un gran avance en las tecnologías para el modelado de la información y para su gestión. Todos estos avances tecnológicos han sido adoptados con el paso del tiempo por varios espacios dedicados a la arquitectura y a la construcción, por lo que parece fundamental dar inicio al uso de una metodología que se adecue a las herramientas de modelado actuales.

VIII. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

I.I. HIPÓTESIS

El uso de una metodología BIM enfocada a una revisión de proyectos, permite la visualización y revisión de algunos parámetros referentes a las áreas de los diseños a partir del uso de un modelo tridimensional del proyecto como apoyo para los planos arquitectónicos. El uso de un modelo tridimensional en conjunto con la planimetría permite un análisis más completo de un espacio que se precisa revisar. El modelado de los primeros proyectos para una revisión bajo la metodología BIM, dará pie a las principales dificultades para la parte interesada en generar la información del proyecto y que esta misma información pueda ser leída por la parte revisora, tomando en cuenta la diversidad de softwares que podrán ser utilizados por la parte interesada.

I.II. OBJETIVO GENERAL

Presentar una herramienta que asista la revisión de un diseño por medio de un modelo 3D que contenga información, sobre el cual, el revisor pueda apoyarse para verificar el cumplimiento de un reglamento con el uso de un *software Model Checker*, con todo el proceso sustentado en el desarrollo de una metodología BIM.

I.III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir las bases de la metodología *Building Information Modeling* aplicada a la revisión de proyectos, tomando como referencia para las revisiones, las necesidades para un proceso de licencia de obra nueva en el municipio de Querétaro.
- Recabar información sobre el proceso para la generación de una metodología BIM.
- Generar los documentos EIR *Employer's Information Requirements* y BEP *BIM Execution Plan* de la metodología BIM con base en la norma BSI PAS 1192-2:2013.
- Realizar el análisis de casos prácticos en revisión de proyectos de viviendas utilizando la metodología propuesta.

- Identificar algunos de los beneficios de revisar un proyecto con el apoyo de un modelo 3D BIM sumado con una revisión con un *Model Checker*, comparados con la revisión de archivos CAD con los sistemas tradicionales de revisión de proyectos.

IX. RESULTADOS ESPERADOS

Tomando como base la presente investigación, se puede obtener la información necesaria para poder comenzar una migración de las partes interesadas en realizar trámites de obra nueva habitacional, de una metodología de trabajo basado en un sistema CAD a un sistema BIM, para poder solicitar licencias de construcción.

Se obtendrá la generación de un documento EIR, de carácter público, con la información, los lineamientos y los formatos que una parte revisora requiere que tenga un modelo BIM, para poder iniciar un trámite de licencia de construcción adicional a lo anterior, se podrá obtener la generación de un documento BEP, de carácter público, al que los interesados puedan acceder y que funcione como una guía para poder construir un modelo 3D con la información necesaria para que el modelo tridimensional pueda asistir una revisión automatizada con base en reglas, para realizar cualquier trámite de construcción de obra nueva.

Asimismo, una migración de metodología, por parte de las instituciones encargadas de realizar la revisión de los proyectos, para asistir la revisión de trámites de licencia de construcción, que se pueda brindar al público, para agilizar el trabajo de acuerdo a la necesidad de un trámite de construcción de obra nueva.

X. METODOLOGÍA

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA METODOLOGÍA.

Para realizar una introducción entorno a la situación en la que Latinoamérica y México, en particular, se encuentran en relación al uso de la metodología BIM se realizará un análisis a los resultados dentro de las encuestas oficiales elaboradas por la Red Interamericana de Innovación en la Construcción en conjunto con la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción a nivel latinoamericano y la realizada por la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (INCONET, 2017). Ambas encuestas fueron realizadas en el año 2017.

ENCUESTA INCONET.

La Red Interamericana de Innovación en la Construcción, mejor conocida como INCONET, realizó a través de BIM Fórum LATAM y la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción la primera encuesta BIM Latinoamérica. Esta encuesta ha tomado referencia del contenido en la Encuesta Nacional BIM de la facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile y se encuentra registrada en un documento con el fin de identificar el nivel de penetración de la metodología BIM en las empresas relativas a la industria de construcción del sector latinoamericano.

El objetivo de esta encuesta se enfoca en comprender la relación que tienen las empresas relativas a la construcción con la metodología BIM. El resultado de esta encuesta permitirá sentar bases para comprender el uso actual de la metodología y cuanto se le conoce y aprovecha, además de percibir cuáles son los factores más relevantes que son tomados en cuenta para que una empresa incurriere en el uso del BIM.

La encuesta se realizó a empresas y despachos relativos a la construcción de 17 países de Latinoamérica, donde el BIM se encuentra en pleno auge como lo es Chile, en países que ya cuentan con un plan BIM para su implementación obligatoria para los proyectos de infraestructura de inversión pública, como lo son México y Perú y en países donde el uso de la metodología BIM no cuenta con los factores, como inversión

extranjera, que podrían beneficiar de forma directa su prosperidad, así como Venezuela.



País	RESULTADOS
Chile	177
Brasil	149
Colombia	99
México	34
Costa Rica	28
Panamá	16
Argentina	9
Perú	8
Bolivia	7
Guatemala	5
Paraguay	5
Uruguay	5
Venezuela	4
El Salvador	3
Ecuador	1
Nicaragua	1
República Dominicana	1
Total	552

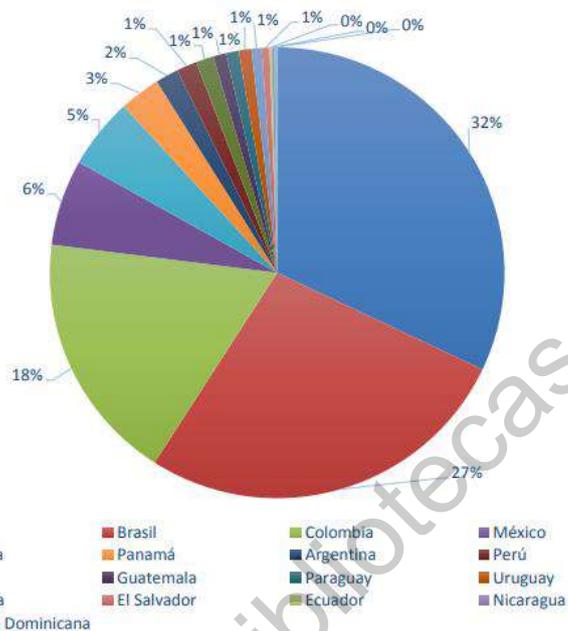


Figura 1 Respuesta total por países (INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico., 2017).

Los países de los cuales las empresas fueron encuestadas son: Chile, Brasil, Colombia, México, Costa Rica, Panamá, Argentina, Perú, Bolivia, Guatemala, Paraguay, Uruguay, Venezuela, El Salvador, Ecuador, Nicaragua y República Dominicana.

En la Figura 2 se graficó la actividad principal de las empresas encuestadas, de acuerdo a las siguientes opciones: Cliente Público, Cliente Privado, Constructora, Inmobiliaria, Oficina de Ingeniería, Oficina de Arquitectura, Empresa de especialidades, Oficina de inspección Técnica de Obras y/o empresa coordinadora de proyectos, proveedor de suministros, proveedor de software entidad académica y otro.

Actividad	Resultados
Constructora	177
Oficina de Arquitectura	82
Oficina de Ingeniería	76
Otro	40
Oficina de Inspección Técnica de Obras y/o Empresa Coordinadora de Proyectos	39
Entidad Académica	32
Empresa de Especialidades (Climatización, Electricidad, Sanitario, Gas)	30
Mandante / Cliente Público	25
Inmobiliaria	22
Mandante / Cliente Privado	15
Proveedor de Suministros	8
Proveedor de Software	6
Total	552

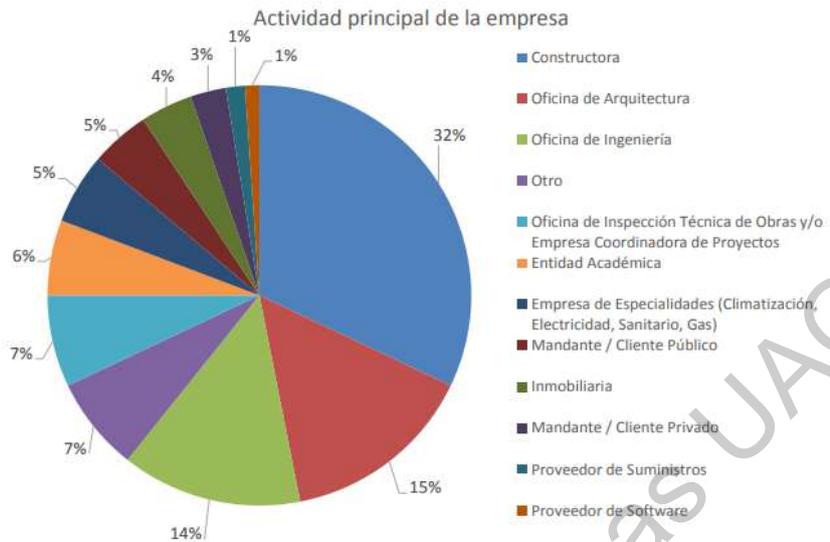


Figura 2 Actividad principal de la empresa (INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico., 2017).

Como se puede observar, el 32% de la actividad de las empresas encuestadas, son conformadas por constructoras, seguidas por el 15% de las oficinas de arquitectura y un 14% de las oficinas de ingeniería. Seguidos por las oficinas de arquitectura e ingeniería existe un cúmulo que conforma un 7% en actividades clasificadas como "otro". En seguida con un mismo porcentaje del 7% se encuentra la actividad de las oficinas de inspección técnica de obras y/o empresas encargadas de la coordinación de proyectos. El resto de las empresas son académicas, de especialidades, inmobiliarias, proveedoras de suministros y proveedora de *softwares*.

En la Figura 3 es posible observar, de acuerdo a su propia percepción, el nivel en el que las empresas hacen uso del BIM en cada uno de los países, donde se denota que la mayoría de los encuestados en cada país hacen uso habitual de la metodología BIM

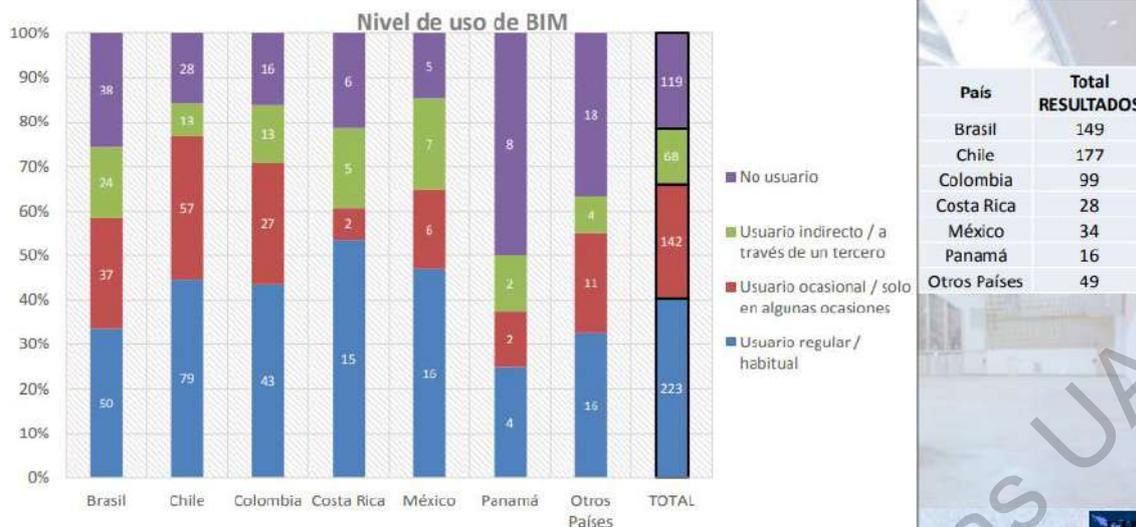


Figura 3 Tipología de usuario de BIM (INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico., 2017).

Se puede observar que el porcentaje de los usuarios regulares o habituales es el más alto en la mayoría de los países, seguido del porcentaje de los usuarios que se declaran ocasionales. Si bien, países como Costa Rica o México figuran dentro de los países donde el porcentaje de usuarios habituales es alto, la implementación de la metodología BIM no se ha visto tan próspera como en Chile, que a pesar de contar con un porcentaje menor en usuarios regulares, cuenta con un porcentaje mucho mayor que los países anteriores en usuarios que hacen uso ocasional de la metodología BIM, lo que implica indirectamente que cuentan con un porcentaje mayor de profesionistas preparados para trabajar con BIM.

En la Figura 4 se puede apreciar el porcentaje de proyectos desarrollados por las empresas de los encuestados, por país, donde haya existido de alguna forma la participación de la metodología BIM.

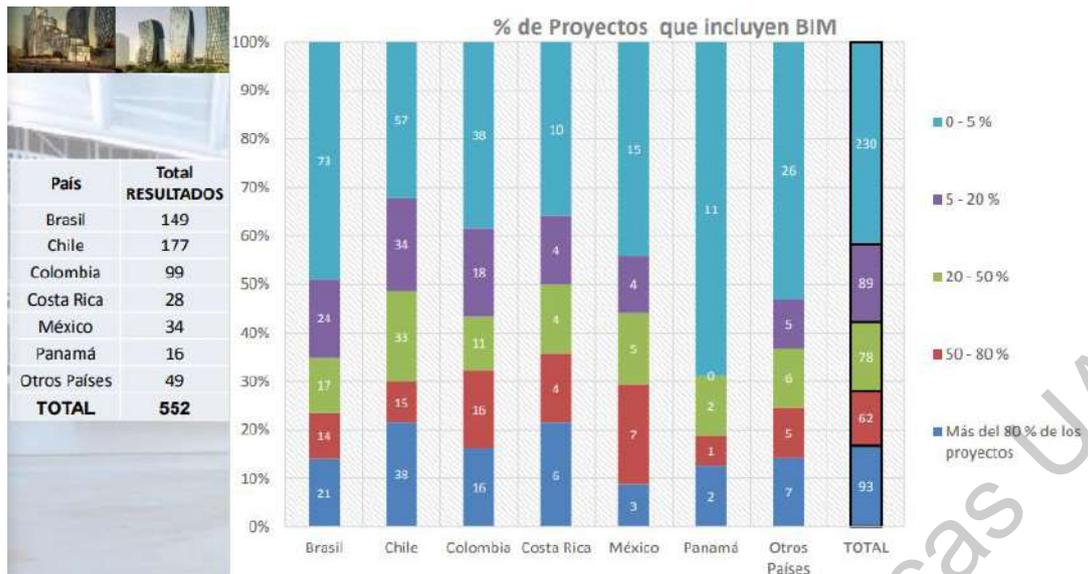


Figura 4 Intensidad de uso del BIM (INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico., 2017).

En los resultados de la Figura 4 se demuestra que un gran porcentaje de las empresas encuestadas han realizado menos del 5% de sus proyectos con la metodología BIM. En el caso de países, como Brasil, el porcentaje de esas empresas que no hacen uso de la metodología BIM es de aproximadamente el 50% ya sea porque el cliente no lo requiere hasta por el hecho de que las licencias o el equipo necesario para trabajar bajo la metodología BIM les parece muy costoso. Tomando como ejemplo Brasil, existe un poco más del 50% de empresas que sí han trabajado proyectos con metodología BIM, pero en distinta proporción.

Los usuarios que han realizado poco uso del BIM en sus proyectos se han enfrentado a romper con los paradigmas del uso de la metodología del *Building Information Modeling*. Sin duda, el paradigma principal es el de la creencia que tienen los que no son usuarios de la metodología, así como los que recién la comienzan a practicar, de que es mucho más rápido el trabajo de documentación y planimetría por la combinación con el modelado 3D. Por otro lado, aquellos que realizan con mayor frecuencia el uso de la metodología BIM en sus proyectos lo pueden hacer por varias razones. Estas pueden ser porque existe una motivación propia de la empresa, ya sea por los beneficios económicos que surgen con el uso del BIM, hasta por la exigencia de clientes extranjeros que solicitan BIM para el desarrollo de los proyectos en los que van a realizar una inversión.

Donde la implementación de la metodología BIM ha tenido más impacto ha sido en las empresas que hacen uso la misma en un rango de 80% a 100% de sus proyectos, ya que han desarrollado una metodología no solo en base a un software de modelado 3D donde pueden realizar sus planos, sino más bien a los usos BIM que han aprovechado para administrar la información del edificio, además de optimizar factores que influyen en el desarrollo del proyecto, desde el flujo de trabajo hasta el capital.

En cuanto a la tipología de proyectos, en la Figura 5 se observa que el tipo de proyecto más común en los que las empresas encuestadas han hecho uso de la metodología BIM es el desarrollo de vivienda residencial en altura, seguido de proyectos de oficinas y de uso comercial.

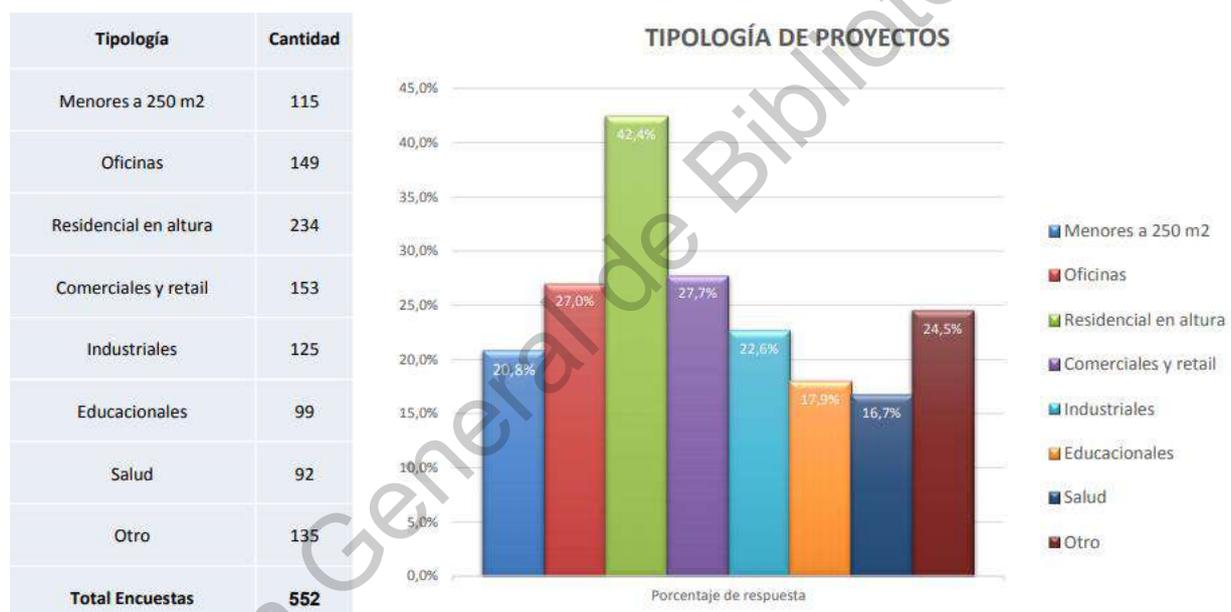


Figura 5 Tipología de proyectos con BIM (INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico., 2017).

Los usos subsecuentes son el industrial, el relativo a proyectos menores a 250m², proyectos educacionales y en menor proporción, los proyectos de salud.

Como se observa en la Figura 6, la frecuencia con la que se hace uso de la metodología BIM, se encuentra relacionada con el uso BIM que se le asigna al modelo de un proyecto. Para esta pregunta se excluyeron a las entidades que se declararon como no usuarios en el nivel de uso de BIM.

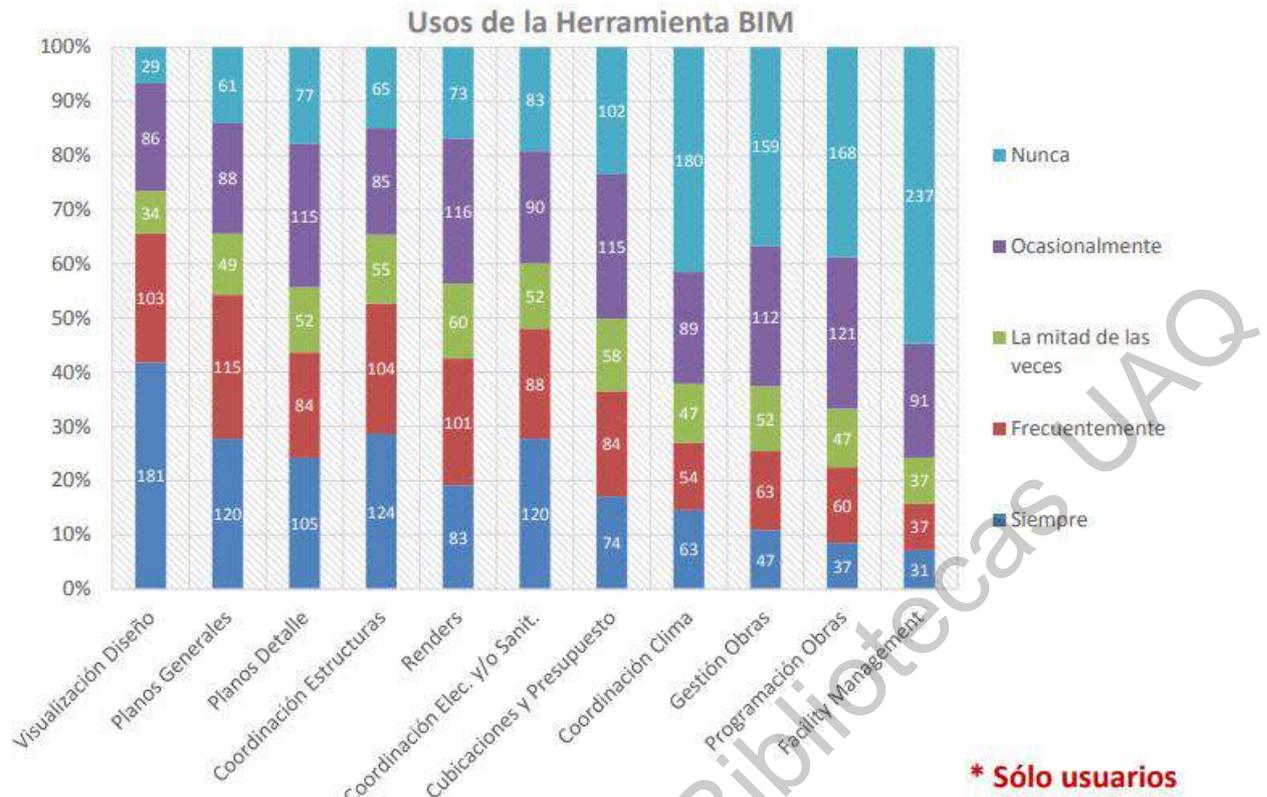


Figura 6 Aplicaciones y usos del BIM (INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico., 2017).

Los usos BIM seleccionados para la encuesta van desde la visualización del diseño, planos generales, planos de detalle, coordinación de estructuras, *renders*, coordinación MEP, cubicaciones y presupuestos, análisis energético, gestión de obras, programación de obras y la gestión del activo por medio del *Facility Management*.

El uso que se le va a hacer al modelo o a los modelos depende directamente de las necesidades y los requerimientos del cliente que deberán de ser interpretados, en un documento previo al modelado, como “Usos BIM”. Ese uso que se le va a dar al modelo virtual 3D es el que va a dictar las herramientas o los *softwares* que ofrece la metodología BIM, porque la forma en la que se va a modelar una geometría de la cual se van a obtener planos de detalle es distinta a la forma en la que se va a modelar si el modelo va a ser usado para realizar un análisis energético.

Los resultados reflejados en la gráfica sobre los usos, son un indicio de que en Latinoamérica los usos de la metodología BIM se concentran notoriamente en los que están enfocados en las fases de planeación y diseño, mucho más que en las fases

de construcción y operación del edificio. Esto puede deberse al paradigma de limitarse al uso de los *softwares* de Modelado virtual, como ArchiCAD® o Revit® y presumir bajo el nombre de “Metodología BIM”. Al limitar el uso de otros *softwares* enfocados a otros usos BIM, se limita el uso de toda la información que puede poseer un modelo tridimensional.

De acuerdo a la Figura 7 es posible analizar los beneficios que, a juicio de las empresas, se pueden obtener con la implementación de la metodología BIM.



Beneficios BIM	Total: 552
Reducción de errores en documentos	285
Mejora de calidad en proyecto final	307
Reducción tiempo de desarrollo	160
Reducción de conflictos construcción	403
Aumento de proyectos y opciones de negocio	60
Reducción de costos construcción	225
Aumento margen ganancia empresa	53
Aumento de honorarios profesionales	17

Figura 7 Beneficios a obtener con BIM (INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico., 2017).

El beneficio con un mayor porcentaje es el de la reducción de conflictos de construcción que usualmente es asociado con la coordinación entre la estructura y las instalaciones del edificio.

Para obtener la mayoría de estos beneficios, no sólo es necesario tener un software de modelado 3D, de donde surge lo que se conoce como un modelo nativo, sino que también es necesaria la adición de otros *softwares* que sean capaces leer la información de los modelos y de realizar las tareas necesarias para obtener los beneficios de la metodología BIM, como la detección de colisiones para la reducción de conflictos en la construcción, por ejemplo, el cual es un beneficio que el 73% de las empresas encuestadas que usan BIM consideran que es el más importante, seguido de un la mejora de la calidad en el proyecto final con un 55.6% y la reducción de errores en la documentación, con un 51.6%, dejando atrás beneficios como la

reducción de los costos en la construcción, reducción de tiempo de desarrollo, el aumento de proyectos y opciones de negocio por el uso del BIM y el aumento de margen de ganancia de la empresa, así como de los honorarios profesionales.

ENCUESTA CMIC.

Con el fin de medir distintos parámetros sobre el uso de la metodología BIM en México, la CMIC, por medio de la Fundación de la Industria de la Construcción (FIC), se realizó una encuesta a nivel de empresas federales asociadas a la CMIC.

En la Figura 8 se grafica el conocimiento de las empresas sobre la metodología BIM y si se sabe aplicar.



Figura 8 ¿En su empresa conocen BIM y cómo aplicarlo? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

De acuerdo a los resultados de la encuesta, la mayoría de las empresas, con un 58%, no conocen y/o no saben cómo aplicarlo a sus proyectos. El 42% restante afirma conocer la metodología BIM y cómo aplicarla.

Por medio de las gráficas representadas en la Figura 9 se analiza, con base en el total de los proyectos que cada empresa encuestada ha realizado, ¿Cuál es el porcentaje de proyectos en los que realizan un modelo digital bajo la metodología BIM?

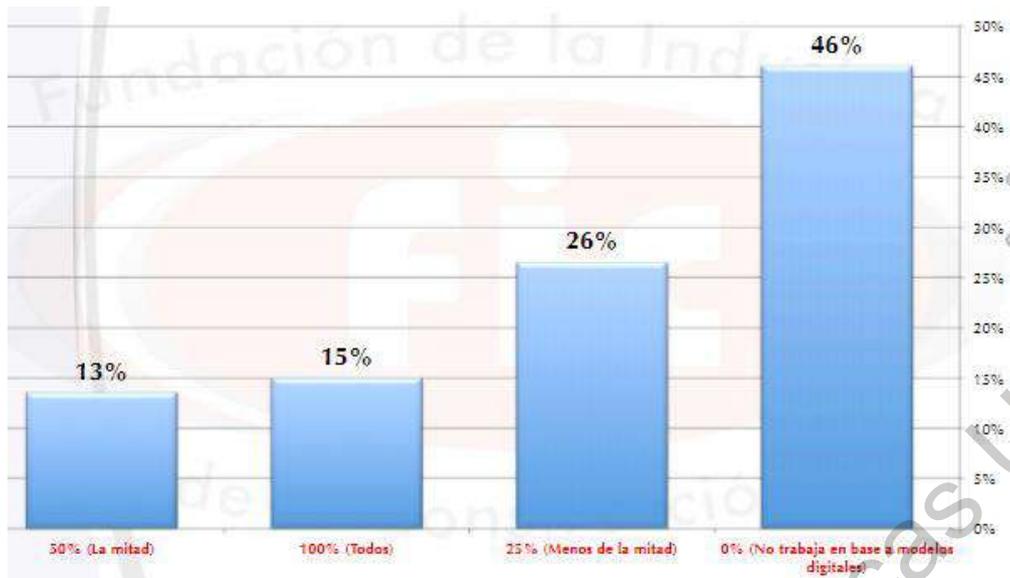


Figura 9 ¿Qué porcentaje se hacen en modelos digitales BIM? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

Los resultados indican que casi la mitad de las empresas encuestadas, un 46%, no apoyan sus proyectos en un modelo digital. Desde la realización de la documentación, hasta la planeación de la obra se realizan usando *softwares* CAD y programas de gestión con la información extraída a partir de la interpretación de los planos. El porcentaje que le sucede es el de las empresas que actualmente se encuentran migrando a la metodología BIM y han realizado un aproximado de un 25% de sus proyectos bajo modelos digitales BIM.

Al hablar del uso de la metodología BIM, va implícito que es necesario especificar qué función va a tener un modelo tridimensional virtual. En la Figura 10 se muestran los porcentajes referentes a la especialidad para la cual utilizan BIM en la empresa.

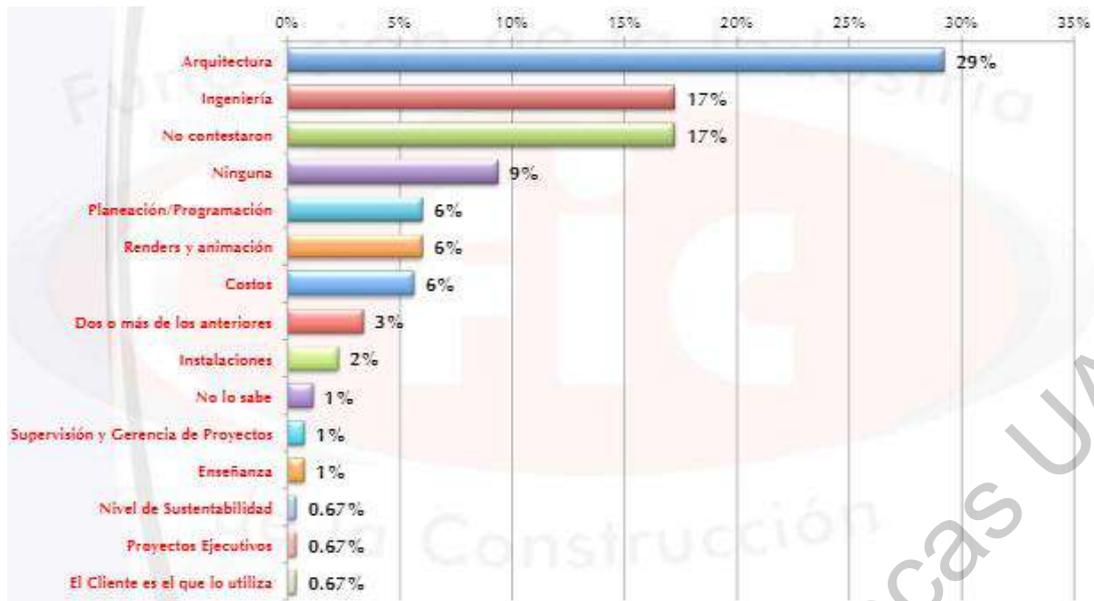


Figura 10 ¿Para qué especialidad utiliza BIM en su empresa? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

De acuerdo a la Figura 11, las empresas respondieron a la pregunta ¿Qué herramientas BIM ha utilizado?

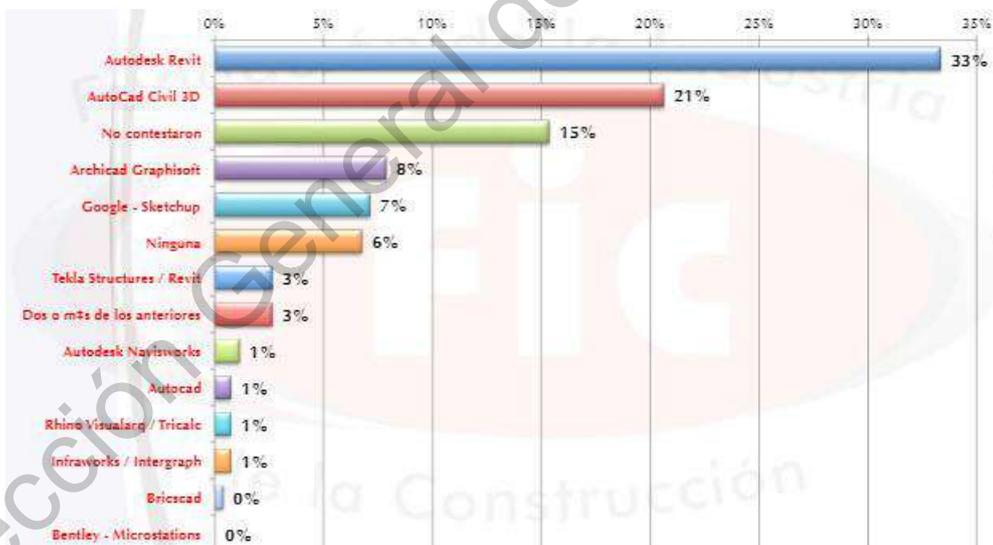


Figura 11 ¿Qué herramientas BIM ha utilizado? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

Entre las especialidades se encuentran arquitectura, ingeniería, planeación o programación, renders y animación, costos, instalaciones, supervisión y gerencia de proyectos, enseñanza, sostenibilidad, proyectos ejecutivos o es el cliente el que interviene dentro de la empresa con el modelo BIM. Lo que se refleja en estos

resultados es una muestra de la falta de usos aplicados a los modelos BIM dentro de las empresas involucradas en el sector de la construcción en México. Es muy bajo el porcentaje de empresas en las que el modelo virtual se utiliza para dos o más especialidades.

Los *softwares* que son utilizados para llevar a cabo la metodología BIM en México son encabezados por Autodesk® Revit®. Éste es el software más utilizado seguido por AutoCAD® civil 3D. Seguido por estos *softwares* se encuentra el software de la empresa GRAPHISOFT® ArchiCAD®. Sin duda los *softwares* utilizados en industria AEC buscan generar información, planimetría, detalles, etcétera, pero uno de los usos más utilizados en México para un modelo BIM es el de la visualización de proyectos y esto va de la mano con el software más usado en México con este fin que es Sketchup.

La metodología BIM provee la pauta para administrar la información de un proyecto a partir de elementos tridimensionales además de los convencionales y este método funciona para cualquier tipología de proyecto. En la Figura 12, se graficaron las tipologías de proyectos de las empresas encuestadas



Figura 12 ¿En qué tipo de proyectos ha utilizado Modelos Digitales? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

La tipología de proyectos que se trabajan bajo la metodología BIM en México es muy variada. El porcentaje más alto de encuestado respondió con un 17% que el uso que

le dan a la metodología se centra en proyectos de hasta 8000 m². Los resultados de la tipología de proyectos concuerdan en proporción con la de los *softwares* utilizados ya que la tipología de proyectos que le precede se encuentra enfocada a la obra civil, sobre todo en infraestructura de carreteras de hasta 200 millones de pesos y compartiendo porcentaje con esta tipología de proyectos, le precede el desarrollo de viviendas.

El uso de los modelos digitales dependerá mucho de acuerdo a las empresas y a la función que tienen dentro de la industria AEC. En la Figura 13 se grafica para qué usan las empresas encuestadas los modelos digitales.



Figura 13 ¿Para qué utiliza los Modelos Digitales? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

La utilidad que le dan a los modelos BIM se centra principalmente en la generación de planimetría y de detalles. El siguiente uso es muy interesante debido a que se concentra en la validación de diseño, lo que implica que la visualización del diseño, a través del modelado tridimensional es parte del proceso para la aprobación de un diseño y este mismo modelo funciona para la indicación de los elementos que requieren de una revisión o que requieren ser cambiados.

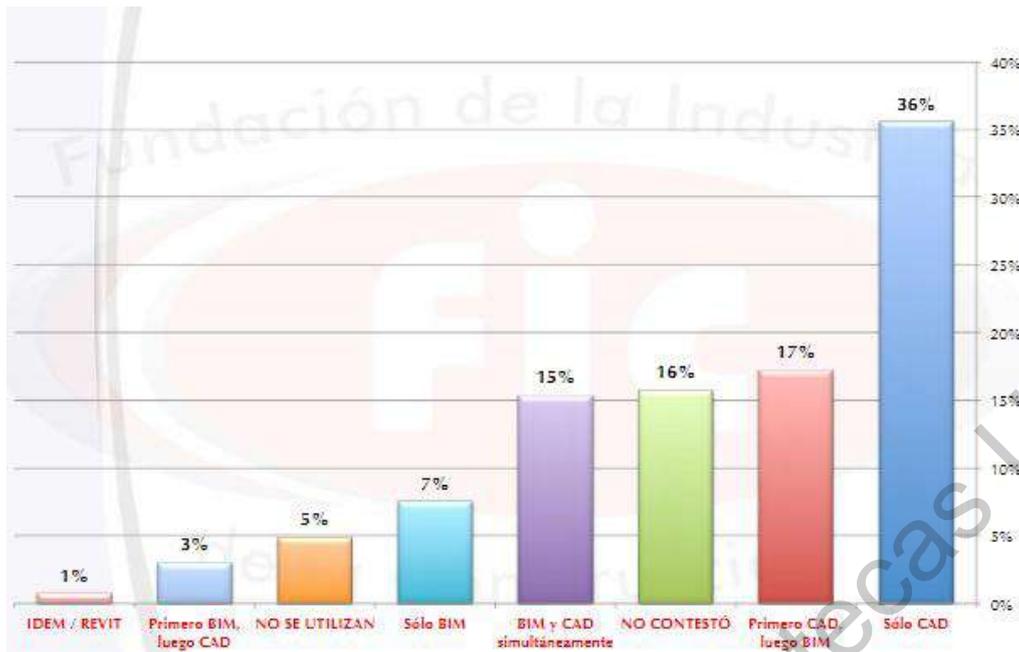


Figura 14 ¿Qué métodos de trabajo utiliza en la formación de Modelos Digitales BIM? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

A pesar de que un cierto número de empresas hace uso de la metodología BIM en sus proyectos, el método en el que integran un modelo digital en el proyecto no es el mismo en cada una de estas, debido al uso BIM que se maneja dentro de la empresa o de los requerimientos que tiene la empresa del modelo. Debido a que varias empresas no trabajan bajo la metodología BIM, un 36% de estas se limitan a trabajar únicamente con programas CAD, pero dentro de las empresas que hacen uso de un modelo digital lo usual es trabajar un proyecto primero con CAD y después trasladar la información a un modelo virtual, aunque también se da el caso de trabajar con la metodología BIM simultáneamente con el dibujo en CAD.

Existe un 7% de las empresas se ha adentrado en trabajar todos sus proyectos bajo la metodología BIM, pero existe además un 3% de las empresas que primero trabajan con BIM y después utilizan programas de dibujo en CAD. Existen dos grandes variables para que una empresa que hace uso de las herramientas para trabajar la metodología BIM tenga la necesidad de repetir o generar información en CAD. La primera se basa en la generación de información adicional. El uso de la metodología BIM no excluye el uso de *softwares* de dibujo como es el CAD o de manufactura como es el CAM o incluso de documentación y hojas de cálculos como lo son los archivos PDF. DOCS. o XLSX. Por lo que, si un detalle es más fácil de gestionar por medio de

un archivo CAD, se puede realizar, siempre y cuando el formato quede siempre estipulado en un documento empresarial donde se indique que tipo de información es la que puede ser generada bajo los *softwares* CAD. El otro caso puede deberse a la interacción con otras empresas, proveedores externos o empresas de especialidades, ya sea de muros cortina o de instalaciones especializadas en calefacción, ventilación y aire acondicionado, por ejemplo, en los que su flujo de trabajo o sus herramientas digitales no permiten el uso de modelos virtuales.



Figura 15 ¿Cuál es el principal beneficio que obtiene al utilizar Modelos Digitales? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

Respecto a los beneficios que obtienen las empresas a partir del uso de los modelos virtuales, se puede observar que el beneficio que más es valorado es el de la disminución de omisiones, inconsistencias y errores en la documentación con respecto al diseño.

Además del beneficio principal en relación a la generación de documentación, que se basa en la veracidad de los planos con respecto al modelo, los beneficios que se obtienen a partir de llevar a cabo un proyecto de construcción con un modelo virtual se encuentran relacionado con la ejecución de la obra. Los primeros son un ahorro en tiempo de ejecución y una disminución de errores causados por incongruencias e interferencias. Estos beneficios están indirectamente vinculados porque, al usar la metodología BIM desde el diseño inicial hasta la obra, se pueden visualizar desde un

principio los problemas constructivos que pueden existir, lo que conlleva a resolverlo desde el proyecto ejecutivo y resulta en evitar inconvenientes en obra donde se tenga que invertir tiempo y dinero para la resolución de un problema “en obra.”

De acuerdo a la Figura 16 se grafica en una escala del 1 al 10, según su intensidad de uso, cada una de las empresas calificaron su nivel de satisfacción de la metodología BIM.

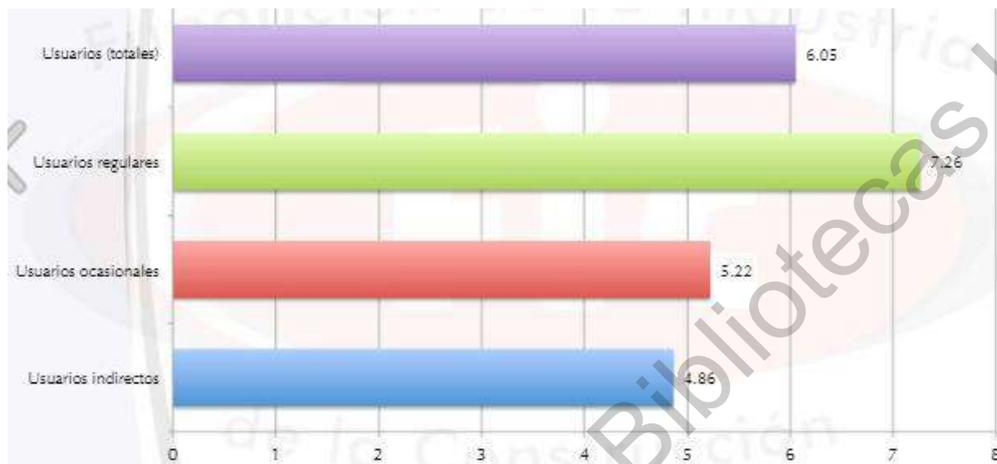


Figura 16 En escala de 1 al 10, según su intensidad de uso, clasifique su nivel de satisfacción de BIM (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

En promedio, las empresas afiliadas a la CMIC que fueron partícipes de esta encuesta, consideraron que un 60.5% de sus experiencias relacionadas con el BIM han tenido un resultado satisfactorio. El promedio de los usuarios que se consideran regulares, indica sentirse satisfechos con un 72.6%. Estos usuarios son los que tienen un nivel de satisfacción mayor, comparado con los otros usuarios. Las empresas que se consideran usuarios ocasionales afirman, a través de su respuesta en esta pregunta, que el 52.2% de lo que ofrece la metodología BIM les es satisfactorio, por lo que un 47.8% en promedio de la metodología BIM, al menos, de la parte de la metodología BIM en la que son partícipes. Irónicamente, el promedio de satisfacción de las empresas que afirman ser usuarios indirectos resulta ser muy similar al de los usuarios regulares, con un 48.6%. La interpretación de estos porcentajes brinda una lectura acerca de en qué momento existe una repercusión benéfica en los proyectos con el uso de la metodología BIM en comparación con los métodos de trabajo con los que actualmente trabajan las empresas. Un gran cúmulo de investigaciones sobre la implementación de la metodología BIM, afirman que los beneficios de la metodología

tienen como cimiento una inversión fuerte en tiempo y en trabajo en la fase inicial de diseño. Esta inversión de trabajo conlleva en sí un ahorro de tiempo y esfuerzo en la documentación. El hecho de manejar una serie de documentos vinculados a partir de un modelo tridimensional y no sólo de los documentos, sino también del modelo virtual en sí, permite coordinar cada uno de los elementos modelados en el proceso constructivo, por lo que, el hecho de que exista un esfuerzo en las fases previas a la construcción, permite administrar de forma más precisa cada elemento en la obra.

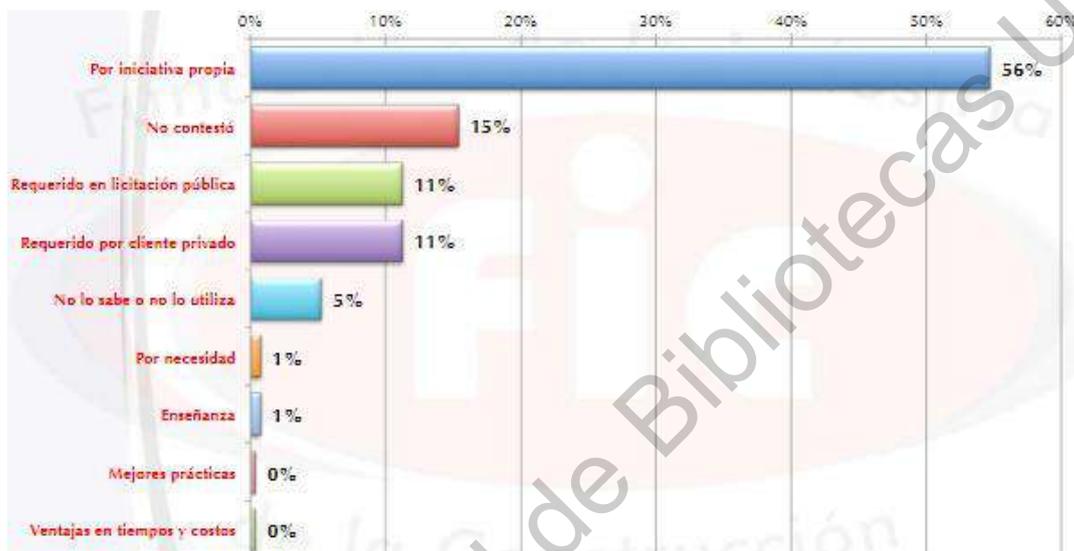


Figura 17 ¿Cuál es la principal motivación para el uso de BIM? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

Los resultados referentes a la pregunta acerca de la motivación que se tiene para hacer uso de la metodología BIM, se declinan principalmente por la iniciativa propia. El fundamento principal para este motivo puede ser que la parte contratante sea la interesada en obtener los beneficios económicos que conlleva el uso de la metodología BIM. El uso del BIM en los países nórdicos se remonta a finales del siglo pasado. La industria de la construcción se encuentra viviendo el contraste del uso de una de las tecnologías punteras para el sector de la construcción, en el que países como México han quedado atrasados. Actualmente en los países de Latinoamérica más avanzados en BIM, se están realizando los planes para su implementación obligatoria para los proyectos de inversión pública, mientras que la fase experimental del uso en BIM en Finlandia fue superada desde el 2001 y en Dinamarca su uso obligatorio está implementado desde el año 2007 para la inversión pública (BibLus, Blog internacional de conocimientos técnicos y software, 2019).

Sin duda, la oportunidad de participar en las licitaciones públicas ha sido un gran motivador, incluso a nivel mundial, al hablar del impulso de la metodología BIM, pero no es la única razón por la cual una empresa relacionada con la construcción busca su implementación. Un gran motivador del uso de la metodología BIM ha sido la figura del inversor extranjero, que requiere de las empresas que estarán encargadas en el proyecto, desde la fase de diseño hasta la fase de construcción e incluso de la administración del activo (Facility management), de forma obligatoria.



Figura 18 Factor más importante que influye en la propagación del uso de Modelos BIM (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

De acuerdo a las empresas encuestadas, los factores más importantes para la propagación del uso de los modelos digitales son que todas las especialidades hagan uso de estos, que el costo de los *softwares* disminuya, la existencia de profesionistas capacitados para trabajar con la metodología BIM entre otros factores.

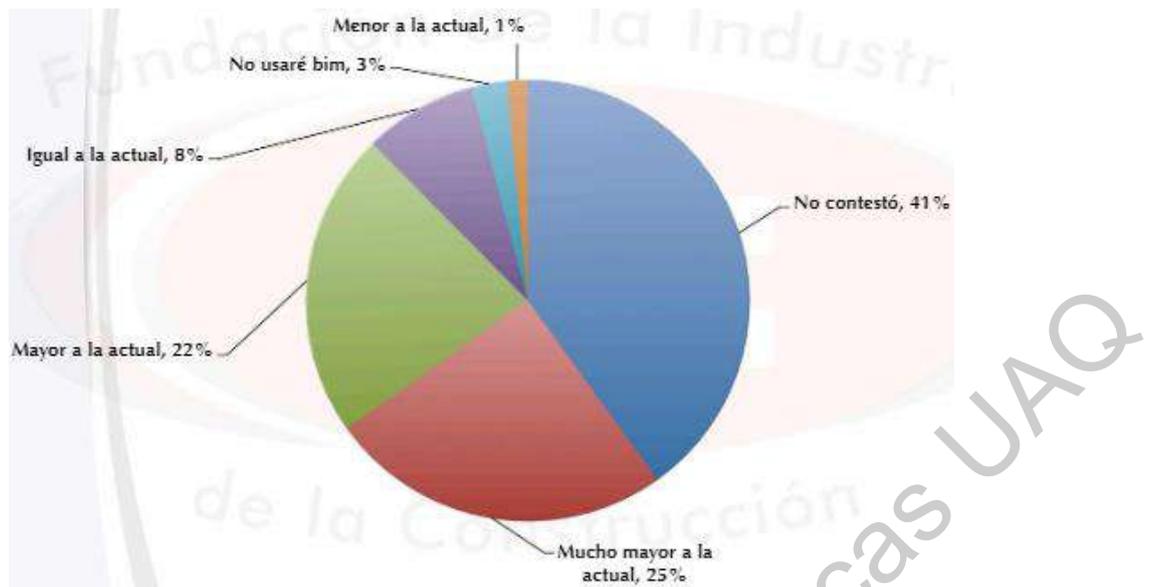


Figura 19 Proyección de crecimiento del uso BIM en el corto plazo (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

De acuerdo al aumento del uso de las herramientas y de la metodología referente al *Building Information Modeling*, hubo un gran margen de las empresas encuestadas que, dentro de la ambigüedad ante su posible situación futura con respecto al uso del BIM en sus proyectos, prefirieron omitir esta pregunta. Fuera de este margen, la mayoría de las empresas se encuentra ante la expectativa de aumentar la frecuencia de uso de la metodología BIM y de las herramientas que la acompañan. Un 22% de la encuesta afirma que su proyección de uso será mayor al actual, mientras que el 25% afirma que será mucho mayor. El caso interesante se encuentra en los siguientes porcentajes, donde un 8% de las empresas proyectan a futuro un uso similar al que le están dando actualmente, lo que se puede traducir a que son empresas que ya han encontrado un punto de equilibrio con respecto a los usos que le pueden dar a sus proyectos con una metodología BIM. Existe también un 1% de las empresas que afirma usar menos los modelos digitales y la metodología BIM y esto puede deberse a una razón relacionada al uso BIM de las empresas relacionadas con el sector AEC en general. Si una empresa que realiza proyectos ejecutivos modela sus instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas y la empresa que va a ser la encargada de realizar los cálculos o de realizar las instalaciones no se acopla a la metodología BIM, buscará la forma de realizar su trabajo mediante sus herramientas tradicionales dejando atrás todos los beneficios que hayan sido contemplados a partir del uso de un modelo, por

lo que se trabaja en BIM, más de lo que el proyecto y los involucrados en el requieran y se llega a generar información de la que se prescinde.



Figura 20 ¿Quién considera es el mayor beneficiario con el uso de los Modelos Digitales? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

Indudablemente, el mayor beneficiario de la metodología BIM termina siendo el cliente o el dueño, porque cada forma en la que se ejecuta un modelo bajo la metodología BIM, gira entorno al ahorro de dinero mediante el uso que se debe definir desde un principio para el proyecto. Debido a que se habla del manejo de información de un proyecto, a un nivel digital, la facilidad que existe para trabajar en un mismo archivo entre arquitectos, ingenieros y constructores es enorme. De hecho, se habla mucho acerca de la interoperabilidad entre las disciplinas, en un modelo y se muestra como un beneficio directo dentro de la metodología de trabajo para el modelado, siendo que el beneficio de fondo se refleja directamente en un ahorro para el dueño. Si un modelo es usado para prevenir colisiones en obra, a pesar de que los constructores son los que hacen uso de esta información para realizar su trabajo, el ahorro económico que este uso genera lo obtiene el dueño. Sin embargo, los que hacen uso de esta información para poder generar este beneficio en obra son los constructores, los que generan la información y hacen uso de esta durante el proyecto ejecutivo son los arquitectos y los ingenieros, pero el beneficiado es siempre el dueño. Al final de cuentas, él es el que contrata a una empresa y requiere que esta haga uso de la metodología BIM para obtener sus beneficios.



Figura 21 ¿Qué grado de conocimiento tiene del uso de Modelos Digitales? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

Sobre los profesionistas y su uso con respecto al uso de la metodología BIM, los datos se segregaron en 3 profesiones: Arquitectos, Ingenieros y Constructores. Del 100% de los profesionistas que declaran nunca haber oído de la metodología BIM, el 53% son constructores, el 32% son Ingenieros y el 15% son Arquitectos. De acuerdo al 100% (En este caso 101% por los redondeos realizados en las gráficas) que afirma tener una idea de qué va la metodología BIM el 52% son Ingenieros, el 33% son Arquitectos y el 16% son Constructores. De acuerdo al 100% (99% en este caso por los redondeos realizados en las gráficas) el 58% son Arquitectos, el 31% son Ingenieros y el 10% son Constructores.

Esta información les da consistencia a los datos anteriores de la encuesta. El uso que se les da a los modelos BIM en México en general se concentra en las fases de proyecto básico e inclusive proyecto ejecutivo, mucho más que en la fase de construcción. Los usos de revisión de diseño, rendering, coordinación 3D, etc., son más comunes que los relacionados a llevar ejecución en la obra.

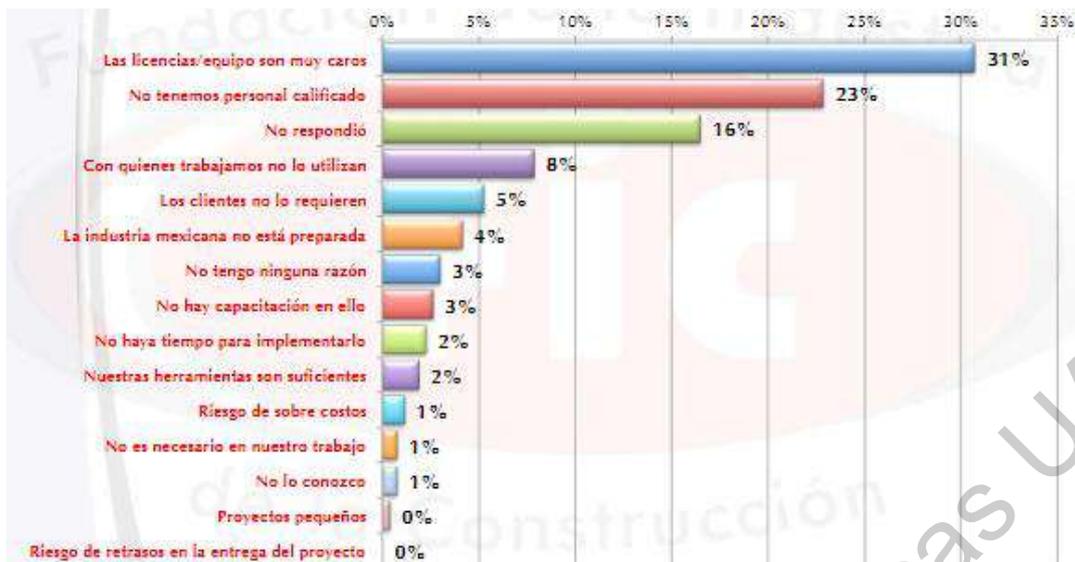


Figura 22 Razones para NO usar BIM (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

De acuerdo a las empresas encuestadas, existen varias razones por las cuales consideran la factibilidad de no usar la metodología BIM. La opción más votada está correlacionada al costo de las licencias de los *softwares* y del *hardware* para llevarlo a cabo, por lo cual, el tema económico es un factor muy limitante, pero la segunda razón se decanta hacia la ausencia de profesionales que realmente tengan un control sobre los *softwares* referentes al modelado de la información. Relacionado con el motivo anterior, existen empresas que se decantan por no usar la metodología BIM porque las empresas con las que trabajan no harían uso de los modelos.

Una de las razones más comunes entre empresas y despachos para no usar la metodología BIM tiene una relación directa con que la empresa ha desarrollado una metodología, con las herramientas que ya posee, que ya les funciona lo suficientemente bien como para volver a invertir tiempo y dinero en nuevas herramientas, en capacitaciones para sus empleados en realizar pruebas en sus proyectos para definir una nueva metodología.

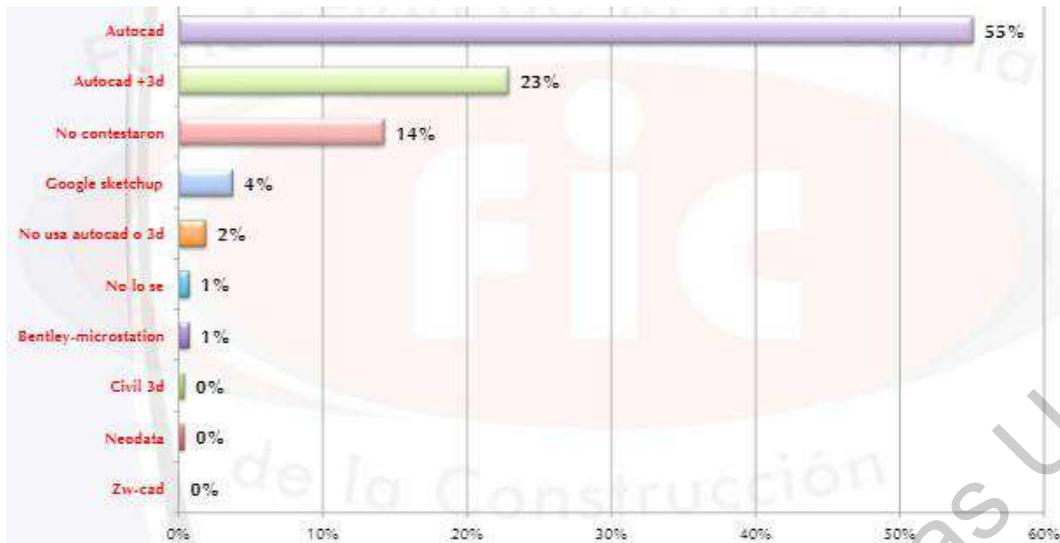


Figura 23 Software que utilizan los NO USUARIOS de BIM (FIC-Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

Los *softwares* de las personas que no hacen uso de la metodología BIM se concentran principalmente en los *softwares* CAD. La gran mayoría hacen uso de una de las herramientas principales de Autodesk®, AutoCAD®. Las empresas hacen uso de AutoCAD® 2D y 3D. Las empresas que no hacen uso de herramientas de dibujo 2D se centran en Sketchup con un 4% y Neodata con un porcentaje menor al 1%. Y con un uso poco común y con un bajo porcentaje existen *softwares* como Bentley® MicroStation®, Civil3D® de Autodesk® y ZWCAD®.

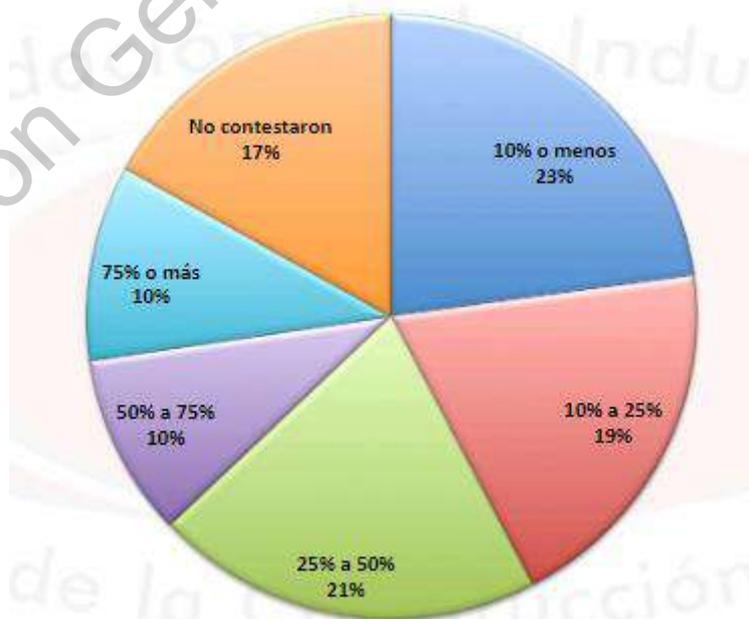


Figura 24 ¿Qué porcentaje de uso tiene su competencia? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

De acuerdo a cómo ven las empresas encuestadas a su competencia, en relación al porcentaje de uso que tiene en relación a la metodología BIM, el 23% consideró que sus similares trabajan 10% o incluso menos la metodología del *Building Information Modeling*, Le sigue un 21% que considera que las empresas que trabajan en su misma rama hacen uso del BIM en un rango de 25% 50%, el 19% consideró que la competencia aprovecha el BIM de un 10% a un 25%

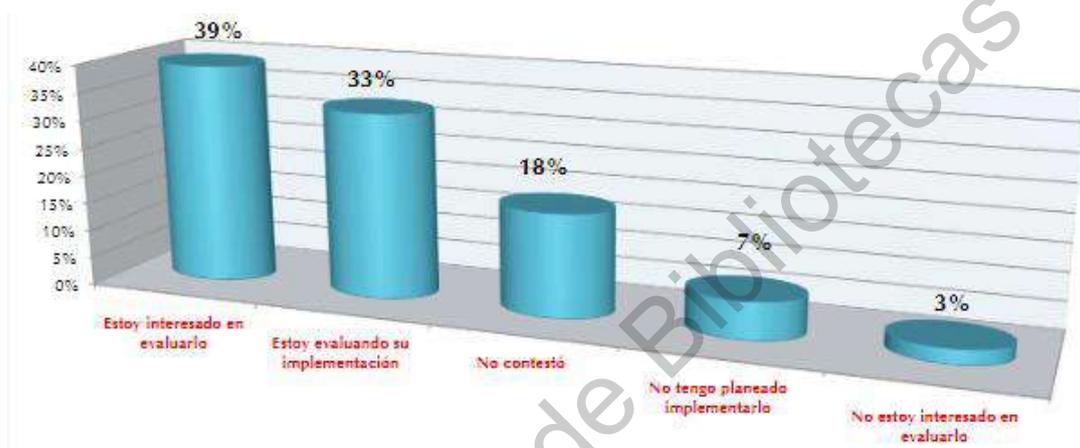


Figura 25 ¿Cuál es su intención de modelos digitales BIM en su empresa en un futuro? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

Complementando la pregunta referente a la proyección de crecimiento del uso del BIM en el corto plazo, es muy importante saber cómo se ven a sí mismas las empresas referentes al sector AEC en México, sobre todo de frente a la estrategia para la adopción del modelado de información en la construcción en los proyectos de infraestructura de la administración pública federal. Sin duda, la oportunidad de poder participar en licitaciones para participar en proyectos de inversión pública se verá limitada para aquellos que en sus proyecciones a futuro no contemplan el uso de la metodología BIM. El 3% de estas empresas no se encuentran interesadas siquiera en evaluar la implementación de la misma, mientras que el 7% ya lo evaluó y pese a ello, no tienen planeada su implementación.

Pese al siguiente porcentaje, compuesto por un 18%, que optaron por no contestar frente al planteamiento de la metodología BIM, el 39% de las empresas se encuentran interesadas en evaluar su implementación. Son empresas que conocen de los

beneficios del uso de la metodología BIM y que actualmente no han aplicado un uso a partir de modelos virtuales. Además, existe un 33% de empresas que se encuentran evaluando su uso. La llegada de planes BIM para los países latinoamericanos era inminente y sin duda fue un factor importante para la promoción del BIM, al menos, a nivel federal.

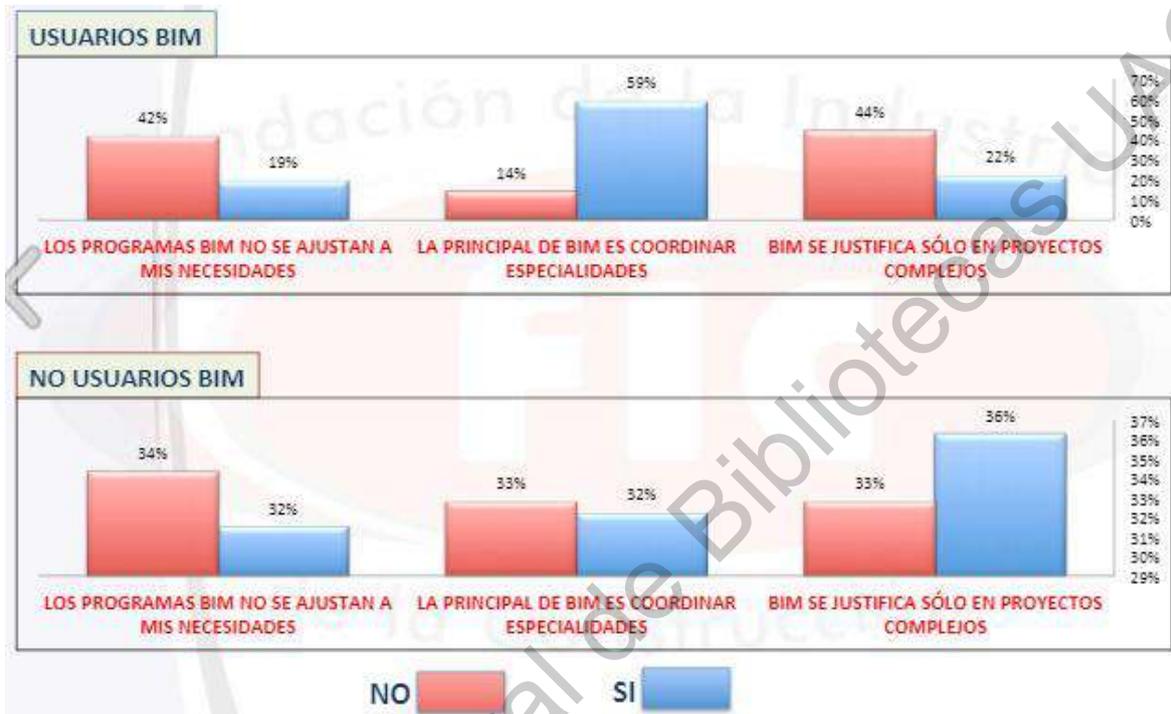


Figura 26 Visión de USUARIOS BIM y NO USUARIOS BIM (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).



Figura 27 ¿Qué elementos les hacen falta para implementar BIM? (FIC Fundación de la Industria de la Construcción, 2017).

Para finalizar la encuesta de la FIC, se preguntó acerca de qué elementos consideran que les hacen falta para implementar BIM y según los resultados, los cursos y las capacitaciones son el elemento principal del cual carecen. Otro de los elementos de los cuales consideran que carecen para poder implementar la metodología son referentes al hardware y software. Por lo general, los *softwares* en conjunto con sus respectivas versiones, contienen los requerimientos mínimos referentes a espacio y potencia que debe poseer una máquina, los cuales, tienen motores. Uno de los muchos requerimientos de implementar la metodología BIM, implica la optimización de los modelos en función de las máquinas donde serán corridos, así como del uso mismo que tendrá ese modelo. Uno de los elementos que proceden, son la carencia de consultorías para la implementación BIM y a este le procede la carencia de consultoría sobre estándares y procedimientos, sumado de consultoría relacionadas al seguimiento del uso de la metodología BIM. La realidad es que existe mucho mercado dedicado a la consultoría BIM, pero en su gran mayoría, el mercado es extranjero, sobre todo europeo.

ANÁLISIS EN RELACIÓN CON LA SITUACIÓN ACTUAL EN MÉXICO.

Sin lugar a dudas, existe un rezago tecnológico al hablar de la metodología BIM en varios países latinoamericanos. Sin embargo, la gran mayoría de estos países ha

tomado cartas en el asunto y han realizado sus respectivos Planes BIM, para implementar, en un principio, el uso obligatorio del BIM al hablar de la inversión pública federal. Perú es uno de esos países que, por medio de sus decretos magistrales, han ido implementando los requerimientos y la normatividad necesaria para implementar BIM.

Actualmente en México existe un Plan BIM en el que desde el 2018 hasta el 2019 se encuentra en un estado de preparación, basado en la planeación, pilotos iniciales y acciones de difusión de la metodología BIM. Durante el año 2020 y 2021, la fase de adaptación incluye elementos que parten desde las disposiciones administrativas hasta las capacitaciones, certificaciones, así como la elaboración de guías y pilotos del uso de la metodología BIM en dependencias. Para la fase futura que será la implementación de su uso, es necesaria la aprobación de leyes y su aplicación exigida a la SCT, Medio Ambiente, Turismo, Salud y Educación. Afortunadamente son muchas empresas mexicanas que están interesadas y se encuentran actualmente migrando o buscando la forma de migrar a las herramientas que ofrece la metodología BIM.

Teniendo esto en mente, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, reconoce que es necesario incrementar la oferta de capital humano, tanto en el ámbito de la construcción como en el uso de la metodología BIM, por lo que busca fomentar el desarrollo de estándares nacionales para no sólo hacer uso del BIM a nivel inversión pública, sino que el uso del BIM sea homogéneo.

¿POR QUÉ SE HACE REFERENCIA A LA NORMA BSI 1192-2:2013?

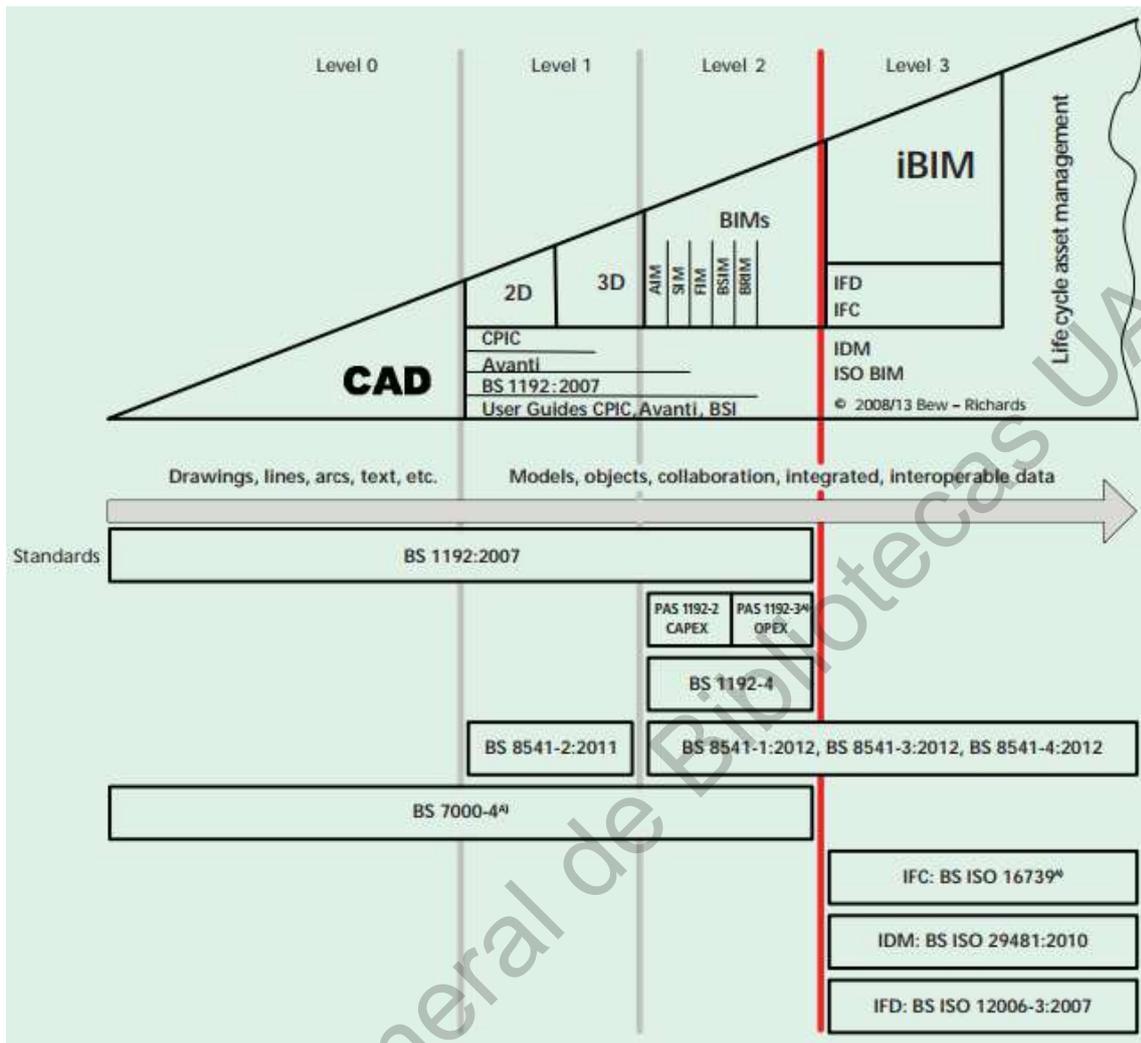


Gráfico 19 BIM maturity levels (The British Standards Institution, 2013).

Un documento clave en la historia del BIM es el documento E202 del año 2008 del American Institute of Architects. Este documento de valor contractual, es desarrollado principalmente en defensa de los arquitectos para que, en el caso de que un cliente solicitara hacer uso de la metodología BIM para el desarrollo de un proyecto, se pudiera utilizar este modelo de contrato como un documento anexo para llegar a un acuerdo legal. El propósito de este anexo es el de documentar las expectativas de la persona o entidad que tiene la intención de que se haga uso de la metodología BIM en un proyecto sumado a la capacidad que el encargado tiene de realizar el proyecto con la metodología BIM. En resumen, debe de especificarse el detalle con el que se van a generar los elementos del modelo, así como la información dentro de los

mismos además de definir el uso que se requiere hacer del modelo y de la metodología BIM.

A raíz del uso de la metodología BIM, se ha generado un falso paradigma referente a que con el simple uso de los softwares de modelado 3D con datos BIM, como lo son Revit® o ArchiCAD®, la generación y el manejo de datos es óptima. La respuesta a este falso paradigma recae en dos términos. El nivel de madurez y el uso que se le va a dar a los elementos del modelo. En este diagrama se encuentra representado la evolución de la información dentro de los procesos en la metodología BIM.

Mediante dibujos, líneas, textos, se ha desarrollado una metodología de representación que ha resultado en el uso de softwares CAD. Con el uso únicamente del CAD se establece un nivel 0 de madurez BIM en el que la generación de documentación se hace de forma convencional, con base en archivos y papel. Para migrar al nivel 1 de madurez se conjunta el uso de datos en 2D con datos en 3D y se migra del uso directo de planos y líneas para hacer uso de modelos y objetos, tomando como base el estándar británico BS 1192:2007. Dentro del nivel 2 de madurez BIM se deja de hablar de geometrías o de 2D y 3D únicamente y se comienza a hablar de tipos de archivos donde se encontrarán los datos sobre el uso de acuerdo a las disciplinas dentro del proyecto. Esta segregación de modelos está pensada para poder realizar un trabajo colaborativo en la nube de acuerdo a cada ingeniería o especialidad.

Dentro del diagrama de madurez BIM generado en el 2008 por los ingleses se puede apreciar que se encuentra prevista la generación a futuro de una serie de normas generadas por la ISO, por sus siglas en inglés de *International Organization for Standardization*, que estandarice de forma global la información para la generación de los modelos realizados con base en el *Building Information Modeling*. Esta norma ISO será el estándar a seguir para lograr un nivel 3 de madurez BIM. El nivel 3 se encuentra diseñado para la generación de la información en un único modelo sobre el cual, todas las especialidades e ingenierías trabajan, no sólo en términos de la construcción de un edificio a través de un modelo de datos BIM, sino que, además, para la administración del ciclo de vida activo del edificio.

El cumplimiento de las nuevas normas ISO serán el puente para pasar al nivel 3 de madurez. Actualmente se encuentra publicada la ISO 19650:2 y se encuentran en

desarrollo las normas ISO restantes, por lo que actualmente, las normas de la British Standard Institute, sobre las cuales se están basando las ISO, se encuentran completas, disponibles de forma gratuita y contienen la información necesaria para seguir una metodología BIM con un nivel 2 de madurez. Para los propósitos de esta investigación, que busca iniciar la transición del uso de las revisiones en CAD al uso de la metodología BIM, haciendo revisiones a través de modelos de información de arquitectura (AIM), modelos de información de estructura (SIM) y modelos de información de instalaciones (FIM), se ha considerado el uso de la norma PAS 1192-2: 2013 ya que son suficientes para poner en marcha el proyecto de revisión de diseño a través de modelos BIM, con un nivel 2 de madurez BIM.

ANÁLISIS Y PLANTEAMIENTO DE LA METODOLOGÍA DE LA BSI APLICADA AL PROYECTO DE REVISIÓN

Para comenzar a plantear una metodología BIM enfocada en la revisión de proyectos se ha tomado como base la norma PAS 1192-2:2013, "*Specification for Information management for the capital/delivery phase of construction projects using Building Information Modeling.*" El planteamiento principal por parte de la norma tiene por nombre "*Information Delivery Cycle.*" Este proceso está diseñado para la coordinación y administración de la información de un proyecto desde la fase inicial hasta la entrega del proyecto.

Para aplicar la norma, se declara un alcance para el desarrollo de las metodologías que surjan a partir de este documento. Este alcance busca que se establezcan los requisitos para la colaboración en la producción de información arquitectónica, información de ingenierías e información para la construcción. De igual forma busca la integración de los datos gráficos, no gráficos y documentación en un modelo de información del proyecto o PIM por sus siglas en inglés de *Project Information Model*, donde converge la información desarrollada sobre el diseño y la construcción del proyecto.

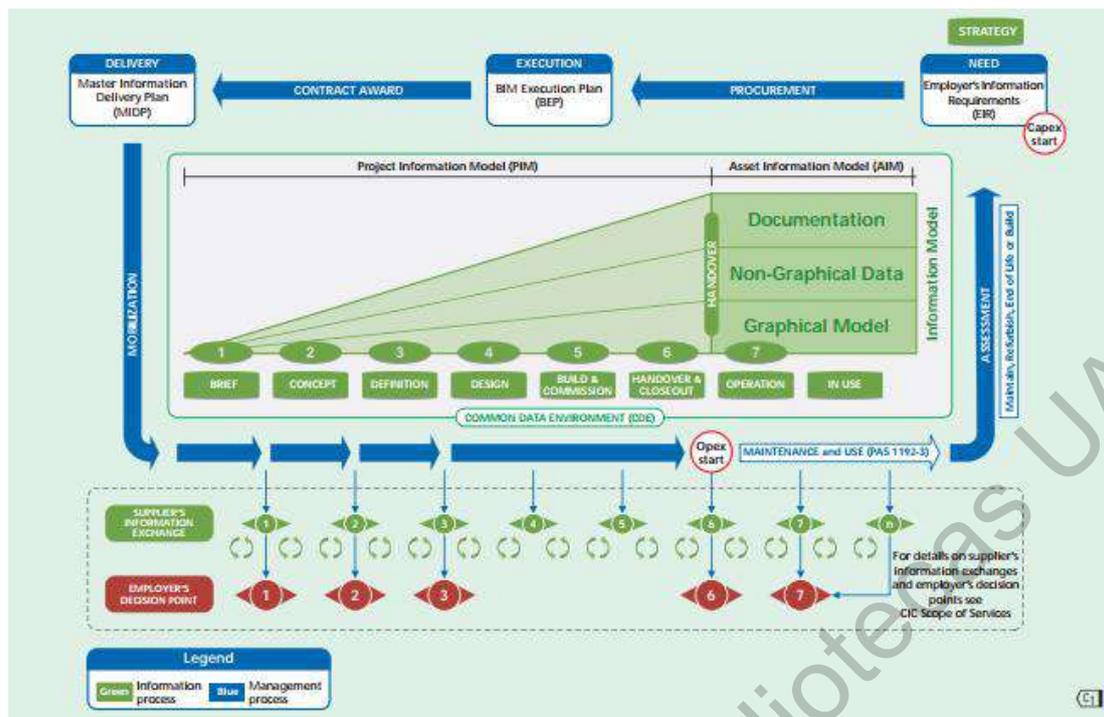


Diagrama 3 *The information delivery cycle* (The British Standards Institution, 2013).

Para dar apertura al proceso de la metodología BIM, la norma establece que el ciclo de entrega de información puede comenzar de dos formas distintas de acuerdo a la situación actual del proyecto. En el caso de que el proyecto sea un edificio existente, denominado como “Activo”, se comienza haciendo una evaluación para poder comenzar el proceso de acuerdo a los elementos construidos. A partir de un análisis realizado del activo, se comienzan a plantear las necesidades estratégicas para la generación de la información con una metodología BIM, todo de acuerdo a las funciones del edificio y a las necesidades del cliente. En el caso de que el proyecto a realizar sea una obra nueva, como es el caso del proyecto de revisión de diseño, se comenzará directamente a partir de las necesidades estratégicas que se tengan con respecto a las revisiones de los proyectos.

En función de la necesidad estratégica se plantean los requerimientos con respecto al proyecto, así como las expectativas de uso de la metodología BIM. Estos requerimientos se redactan en un documento que exponga la oferta que el cliente busca con respecto a la información del proyecto y su entrega, así como los estándares y la normativa requerida que deba de cumplir. Una vez recopilados estos requerimientos, el equipo de trabajo encargado de generar la información del proyecto plantea un documento en respuesta a las necesidades. En este documento será

descrito como los aspectos referidos en los requerimientos serán llevados a cabo para lograr, de manera exitosa, los usos BIM que plantea el cliente. Una vez aprobado este plan de ejecución para el proyecto, se define la calendarización de entrega de la información. Esta calendarización se basa en los entregables definidos en el plan de ejecución. Al haber concretado los entregables y la comunicación que debe de existir entre todas las partes se comienza a preparar la información para ejecutar el proyecto. Este paso consta en la recopilación de la documentación necesaria para las fases del proyecto.

En el caso de este proyecto, los documentos iniciales deberán ser revisados y aprobados para poder dar comienzo al inicio de solicitud del trámite. Una vez verificada la solicitud, se dará acceso a un entorno común de datos. Este CDE es un espacio en la nube destinado al intercambio y el repositorio de la información referente al proyecto a tramitar. Dentro de este espacio en la nube deberán subirse los documentos, que previamente han sido declarados en los requerimientos para que la revisión de un proyecto sea llevada a cabo. Una vez aprobados estos documentos, el siguiente proceso será el del intercambio del proyecto para proceder a su evaluación. En el proyecto de revisión de diseño, la geometría virtual servirá de apoyo para verificar el cumplimiento de la normativa, sumado al apoyo de la revisión de la planimetría del proyecto.

Para este proyecto de revisión de diseño, se solicita el "Uso BIM" llamado *Code Validation* y para solventarlo, se hará uso de un software que tenga la función de *Model Checker* o Revisión del modelo 3D. Este proceso está diseñado para uso únicamente en una fase en la que el diseño haya sido concluido y se busque su revisión, así como la de su información, para poder pasar a la fase de construcción del proyecto. Una serie de reglas pueden ser generadas para hacer una revisión del cumplimiento de las mismas a través de un modelo tridimensional del proyecto, con el fin de solventar el uso denominado *Code Validation*. A través de este conjunto de reglas, sumadas a los gemelos virtuales de los proyectos, también denominados como modelos 3D, se generarán una serie de documentos llamados Reportes. Estos reportes avisarán, por medio de la lectura de la geometría 3D, el cumplimiento o incumplimiento de cualquiera de las reglas previamente generadas.

A través de los siguientes pasos, será detallada la forma en que, a través de la norma, se puede entender el proceso de gestión de la información.

PASO 1

Según la metodología inscrita por la *British Standard Institute* en la norma 1192-2:2013, los proyectos que son trabajados con base en una metodología BIM, y con cualquier proyecto en general, surgen a partir de evaluar las necesidades que puede tener una organización con respecto al desarrollo de un proyecto. Este conjunto de necesidades puede ser denominado como una necesidad estratégica. Sin la existencia de esta necesidad no es posible definir los requerimientos BIM que se tendrán para el proyecto. La necesidad estratégica puede estar basada en algún motivo, metas, objetivos o necesidades de una empresa u organización.

En el caso del proyecto de revisión de diseño, la razón principal que motiva la necesidad estratégica es el del cambio de una metodología basada en documentación con *softwares* CAD a una metodología BIM. Además de esta razón, se busca seguir uno de los objetivos del Plan Estratégico MIC, alrededor del impulso de la participación del sector privado y otros organismos en la estrategia para completar la cadena de valor. De acuerdo a la hoja ruta definida en el plan estratégico MIC, o Plan BIM, los objetivos alrededor del sector privado se enfocan en el desarrollo de estándares nacionales para migrar de forma homogénea al BIM, el impulso de soluciones innovadoras que faciliten la gestión de los proyectos, lo que va a fomentar la estandarización de su uso, además, durante la fase de adaptación del uso de la metodología BIM se promueve la intención de generar pilotos específicos de dependencias además de la generación de organización y estándares para la implementación BIM.

A través de la necesidad estratégica, se generan los requisitos generales para hacer uso de los modelos virtuales de acuerdo a las necesidades de una organización. Estos requisitos son una serie de reflexiones que se resumen en el deseo o la intención de ejecutar un proyecto. Esta intención no es el único factor a tomar en cuenta para afrontar, sino que también es necesario analizar los beneficios de hacer uso de la metodología BIM en términos de rendimientos e inversiones. Usualmente, estos requerimientos son definidos y agrupados a través de varios documentos como la redacción de un programa de necesidades. En términos de trabajo alrededor de la

metodología BIM, estos requisitos serán recolectados en un documento llamado *Employer's Information Requirements* o EIR.

La necesidad estratégica de este proyecto se compone de los siguientes factores. La necesidad principal, que es la de revisar los diseños de los proyectos de los cuales se requiere realizar el trámite para obtener una licencia de obra nueva, siendo específico, de uso habitacional. Otro de los componentes de esta necesidad estratégica es referente al uso de la metodología BIM. De acuerdo al Plan Estratégico MIC, publicado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, debe de existir un impulso por parte del sector privado para poder llevar a cabo el Plan Estratégico MIC.

La misma necesidad estratégica que describe en sus objetivos la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, recae como un requerimiento para las entidades que intervengan en los procesos que guarden una relación con el sector privado de la construcción para poder lograr el cometido del Plan Estratégico MIC.

Busca que el sector privado y otros organismos desarrollen estándares para homogeneizar el uso de la metodología, así como generar la capacidad para soportar los procesos, tecnologías y competencias para el uso de la metodología en proyectos de infraestructura (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2018).

A partir de los requerimientos de una organización se abstraen las necesidades que la organización tiene con respecto a un proyecto que la misma desee desarrollar. Con respecto a la primera sección del programa de regularización de construcciones, emitido por la Dirección de Desarrollo Urbano, se establecen los siguientes puntos alrededor de la regularización de construcciones de vivienda.

PASO 2

La etapa consecuente a la necesidad estratégica resulta en la redacción de los requerimientos en un documento llamado *Employer's Information Requirements*. Este EIR es un documento donde se estipula la información que se requiere de un proyecto, así como los estándares y normativa de las cuales se busca su cumplimiento para lograr las metas y objetivos del proceso de la generación de información con el uso del *Building Information Modeling*. Este documento está diseñado para proveer de una definición clara los requerimientos de información que

tiene la parte que requiere del modelo BIM y los puntos de decisión clave en el proyecto.

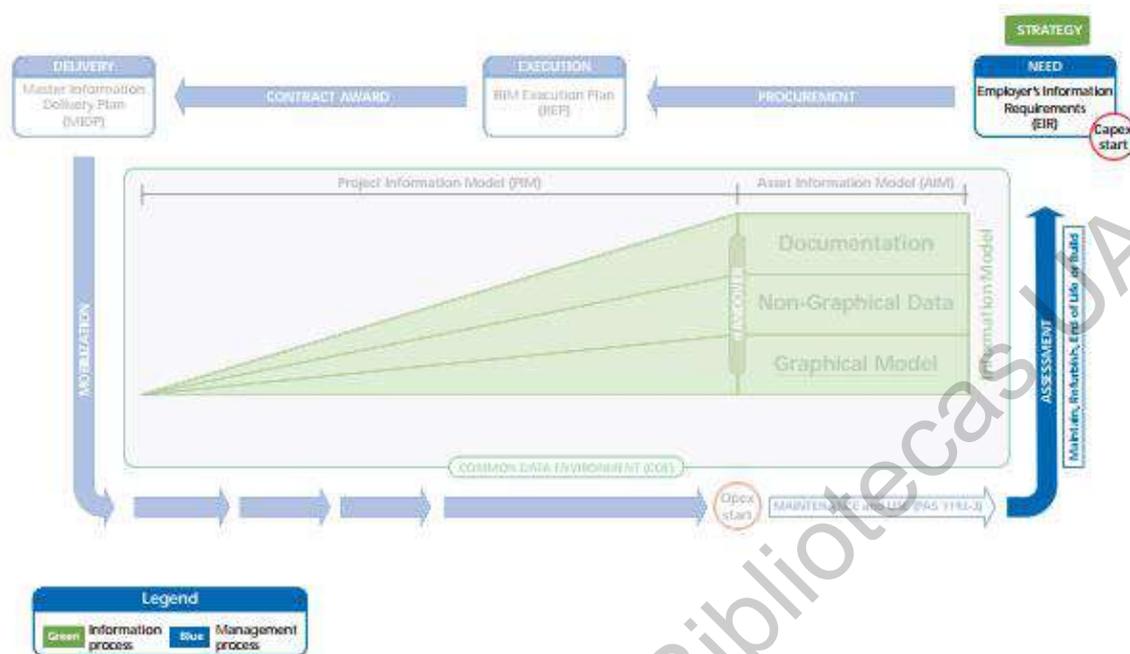


Diagrama 4 *Assessment and need* (The British Standards Institution, 2013).

Los requerimientos de información de la parte que busca emplear los modelos BIM, que en este caso son de la parte revisora deben de ser:

- Específicos.
- Medibles.
- Logrables.
- Realistas.
- Definido por etapas.

Los requisitos se pueden sintetizar con base en responder una serie de preguntas que son las siguientes: ¿Qué y Quién? ¿Cuánto? Y ¿Cómo?

Los requerimientos de información del proyecto se pueden definir a través de qué información va a ser generada y se especifica qué factores son importantes para el proyecto y que rol será el encargado de generar o de aprobar dicha información, sobre todo, al trabajar con BIM, ya que es muy importante identificar quién es encargado de realizar la información. Para definir los requerimientos de información del activo, se define cuánta información será generada para poder interpretar el proyecto, esto

puede reducirse en los entregables mínimos exigidos por el cliente, para esto, se piensa cómo se va a usar un modelo y cómo se deberá de mantener, lo que implica definir cuánta información es necesaria para generar los entregables y, por último, definir cómo se compartirán los archivos entre todas las partes. Esto concretará los formatos y los medios de intercambio de información.

En el documento: “Trámites Municipio de Querétaro, Obtén la Licencia de Construcción para Obra Nueva”, dirigido a los propietarios de predios, constructores, fraccionadores o representantes legales definen, de forma pública, los requisitos referentes a la documentación para realizar el trámite. En este documento se definen los requerimientos del proyecto de revisión, enfocado en las necesidades y los requerimientos del municipio de Querétaro.

Dentro del documento, existe un capítulo llamado “Requisitos” en el cual, de forma concisa se definen los requerimientos del proyecto que pretende realizar el trámite de solicitud de licencia de obra nueva, de acuerdo a qué información se requiere y cómo se requiere. Dentro de los requisitos se encuentran especificados los requerimientos referentes al proyecto. Esta información se encuentra dividida en 3 secciones: Proyecto arquitectónico, proyecto estructural y proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias, se pide como un requerimiento que toda información referente a la planimetría del proyecto se encuentre documentada junto con el pie de plano proporcionado previamente por la Dirección de Desarrollo Urbano.

En el capítulo “Fundamento Jurídico” en este documento, se define a manera de listado la normativa mínima en la que se deben de fundamentar los proyectos que busquen la licencia de obra nueva. El listado definido es el siguiente.

- Código Civil del Estado de Querétaro.
- Código Urbano del Estado de Querétaro.
- Ley de Procedimientos Administrativos del Estado de Querétaro.
- Ley de Hacienda de los Municipios de Querétaro.
- Planes y programas de Desarrollo Urbano.
- Reglamento de Construcción para el Municipio de Querétaro.
- Demás normatividad aplicable.

En adición a los requerimientos ya descritos, para trabajar bajo la metodología BIM, se definen las fases del proyecto de revisión. Las bases de este proyecto se cimbran en una única fase, que tiene lugar previo a la construcción del inmueble, pero posterior al diseño y a la aprobación de la figura responsable por el diseño del proyecto y por el dueño del proyecto. En consecuencia, a la fase del proyecto, se estipulan los niveles de definición del proyecto o LOD, por sus siglas en inglés de *Level of Development*.

Para responder a la pregunta de cómo voy a generar la información y en qué formato la voy a recibir, se establecerán los requerimientos con respecto al intercambio de información. Los requerimientos sobre las necesidades del proyecto sumado a los requerimientos del activo que se generarán a partir del proyecto, dan pie a la forma en la que la información será distribuida y recibida por las partes involucradas en el proyecto. No sólo se especificarán detalles de envío como correo electrónico o en su caso un entorno común de datos, sino que también se harán especificaciones acerca de los formatos en los que cada archivo solicitado será entregado.

PASO 3

Una vez definido el documento EIR, las necesidades se remiten a las partes interesadas, A esto se le puede conocer como concurso de proyecto, dependiendo de la modalidad contractual. Este es el paso en el que se dan a conocer los requerimientos para que se pueda comenzar a diseñar un plan para solventar las necesidades.

PASO 4

Para solventar los requerimientos y las necesidades estratégicas que tiene el cliente sobre el proyecto que desea realizar, se genera la propuesta de un Plan de Ejecución BIM, mejor conocido como BEP, en el que se detallan los procedimientos que deban realizarse para llegar de forma adecuada a las metas estipuladas previamente. Este documento existe a causa de que la parte que solicita llevar a cabo un proyecto, requiere que se desarrolle bajo una metodología BIM y refleja la forma en que las estrategias serán aplicadas para asegurar el cumplimiento de los requerimientos y usos BIM solicitados por el cliente. Los requerimientos son el mayor condicionante para la redacción del BEP, por lo cual, el contenido del Plan de Ejecución BIM será establecido a través de los mismos y deberá de ser redactado como una respuesta.

En este documento, se demostrará cómo se van a satisfacer los requerimientos y los objetivos que se plantearon en el EIR, haciendo específico la forma en que las estrategias serán aplicadas para asegurar el cumplimiento de los requisitos BIM solicitados por el cliente.

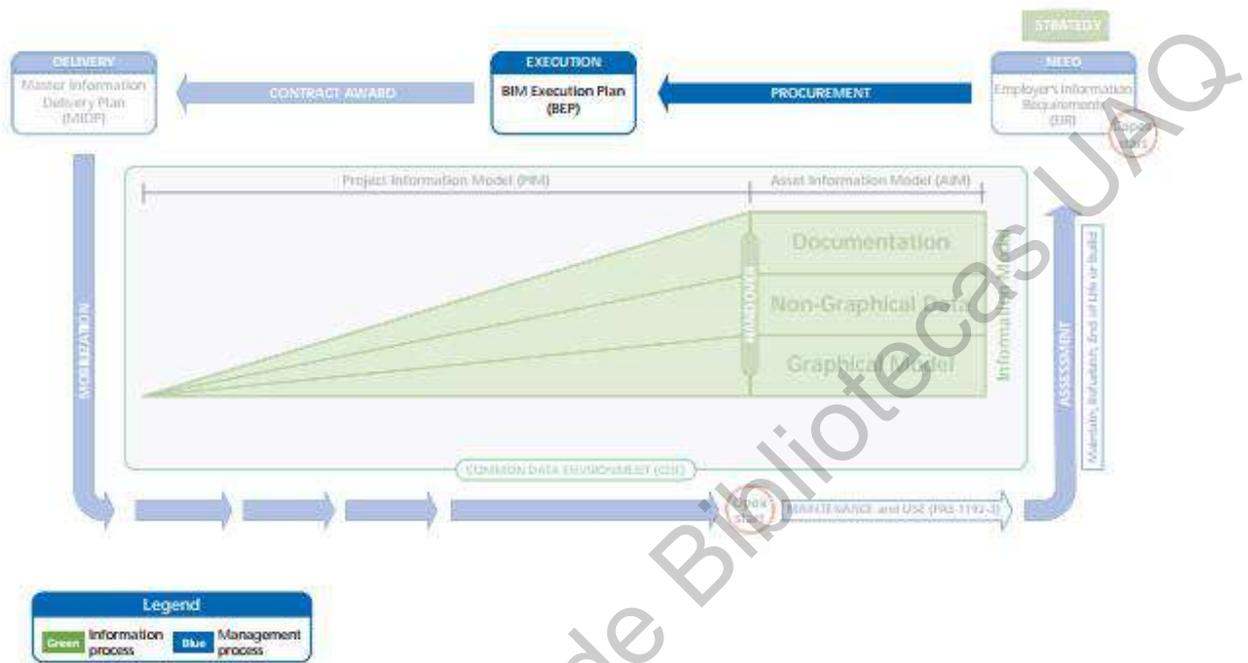


Diagrama 5 *Procurement* (The British Standards Institution, 2013).

Para encaminar los procedimientos que deben plantearse en la metodología BIM, el cliente hace una declaración dentro del documento en el que se plasman los requerimientos, en el que establece para qué necesita usar BIM o qué desea hacer con el modelo de datos del proyecto. Esto es mejor conocido como *BIM Uses* o Usos BIM.

De acuerdo a los usos BIM que son concretados en el *BIM Project Execution Planning Guide* de la *Pennsylvania State University*, estos son los porcentajes en los cuales se están empleando las entidades que usan BIM en la industria de la construcción.

Tomando como base las necesidades del proyecto en conjunto con la forma en la que el cliente busca aprovechar un modelo, se establecen las metas BIM y con base en estas metas, se definen los usos BIM. Uno de los fundamentos más grandes bajo los cuales se maneja la metodología BIM es el de empezar con el fin en mente, por lo que clarificar la intención de uso de un modelo será de ayuda para encaminar el

proceso de generación de la geometría virtual. El uso de un modelo es el que da la pauta para definir qué información del modelo será usada y cómo será usada. Una vez identificado el potencial del uso BIM a utilizar dentro del proyecto, será necesario identificar las tareas apropiadas de acuerdo a las fases de un proyecto y cada una de estas tareas deberá adjudicarse a una parte responsable.

En este caso, el uso que va a regir el proyecto es el denominado *Code Validation* o Validación de reglamento. Para poder llevar a cabo este uso, se especifica dentro del *Building Information Modeling Execution Planning Guide*, la descripción, el valor potencial, los recursos requeridos, así como las competencias requeridas del equipo de trabajo. El *Code Validation*, es un proceso en el que se utiliza un software de revisión, denominado *Model Checker*, para revisar los parámetros directamente de un modelo virtual a través de un reglamento específico llamado *rulerset*. Este uso es útil para validar que el diseño de un edificio es realizado conforme a reglas específicas. Permite la generación de informes de cumplimiento o incumplimiento de un reglamento con el apoyo de un modelo 3D, que pueden dar pauta para arreglar las violaciones de un diseño con respecto al *rulerset*. Para poder llevar a cabo este uso, es necesario generar un *rulerset* con la reglamentación a revisar, un *software Model Checking* y la manipulación del modelo 3D a revisar.

Para lograr aprovechar el uso BIM, se realiza el diseño del proceso de ejecución BIM del proyecto. En este punto se realizan dos tipos de diagramas:

- Diagrama de flujo general
- Diagramas de flujo detallados

En el diagrama de flujo general se expresa de forma sintetizada la relación entre los usos BIM del proyecto, este mapa de proceso será un apoyo para organizar cómo la información va a dar pie al uso que se le dará al modelo BIM. Después de la creación del diagrama de flujo general, deberán ser realizados los diagramas de proceso de cada uno de los usos BIM, para clarificar la secuencia de los procesos que van a ser realizados para el cumplimiento del uso BIM. Existen 3 factores importantes dentro de los diagramas de procesos BIM. En la parte superior de los diagramas es posible encontrar la información de referencia. Estas referencias aclaran el proceso si en un punto en específico es importante definir la información en la cual se debe de apoyar. Se encuentra en la parte central del diagrama el proceso, como una secuencia de

eventos y actividades para lograr el uso BIM y el Intercambio de información en la parte inferior, en el que se declare cómo van a tener lugar los entregables generados a través del proceso. De igual forma, será importante definir en un apartado del *BIM Execution Plan*, tanto los entregables, como la parte responsable de generar y enviar esa información, así como la parte encargada de recibirla.

El diseño del proceso de intercambio de información se realiza usando como base los intercambios establecidos en los diagramas de los procesos BIM. Estos intercambios son cruciales para la implementación de la metodología BIM. Primero se establecerá la comunicación entre las partes para iniciar el proceso del proyecto y a través de esta comunicación se provee el acceso a un entorno común de datos. A partir de este punto, los intercambios tendrán lugar dentro del CDE, al menos que en el BEP se indique lo contrario. En el CDE se gestionan los archivos del proyecto, por lo que será importante establecer una nomenclatura específica para cada uno de estos. Esta nomenclatura de archivos será un elemento clave para la administración de la información, debido a que dentro del entorno común de datos existirán documentos referentes a varios proyectos que se encuentren en proceso. La consecuencia de los usos son los entregables. Desde esta fase se define la calendarización de los entregables. Para este proyecto de revisión no se define de forma definitiva una fecha para la entrega, sino más bien, una sucesión basada en la revisión de los documentos previos a la revisión de un diseño arquitectónico y de ingenierías.

Por lo cual, el BEP es un documento redactado al estilo de un manual de instrucciones, que sirve para que los participantes del proyecto lo lean y se instruyan y que entienda como. Explicar el razonamiento que se persigue.

PASO 5

Una vez aprobado el BEP, se definen las fechas para los entregables. Estos entregables ya fueron establecidos previamente en el *BIM Execution Plan* de acuerdo a los usos BIM para el proyecto.

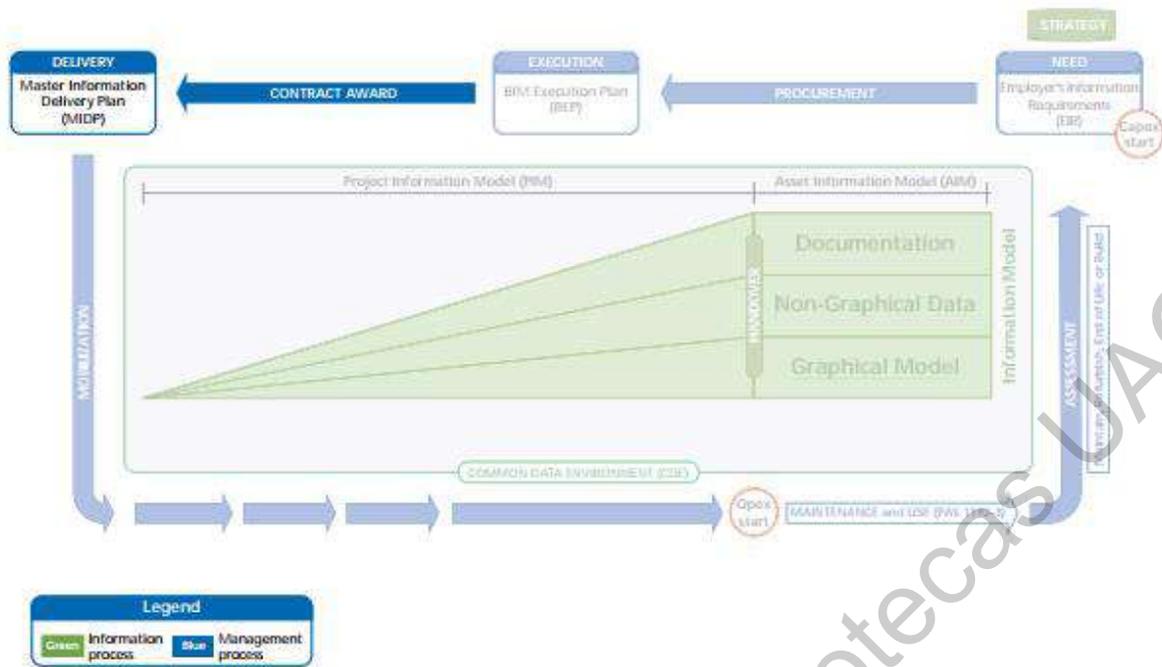


Diagrama 6 *Post contract-award* (The British Standards Institution, 2013).

Este proyecto de revisión se encuentra diseñado para aceptar, en distintas fechas, una gran variedad de solicitudes para revisión de diseño, por lo que no se establece un calendario específico. Sin embargo, se establece un plan maestro de entrega de información, también conocido como MIDP por sus siglas en inglés de *Master Information Delivery Plan*, configurado en función de la comunicación entre la parte revisora y la parte interesada en que su proyecto sea revisado.

En este MIDP se establecen no sólo los documentos necesarios, con sus respectivos formatos, para los procedimientos establecidos en la metodología, sino que también se especifican los modelos requeridos y el nivel de información de los elementos del modelo.

PASO 6

El paso siguiente, denominado por la norma como *Mobilization*, establece el comienzo para la generación de información de los proyectos. Esta etapa es la de la recolección de información y documentos necesarios para llevar a cabo el proyecto. Toda esta información debe de estar establecida en el documento de los requerimientos.

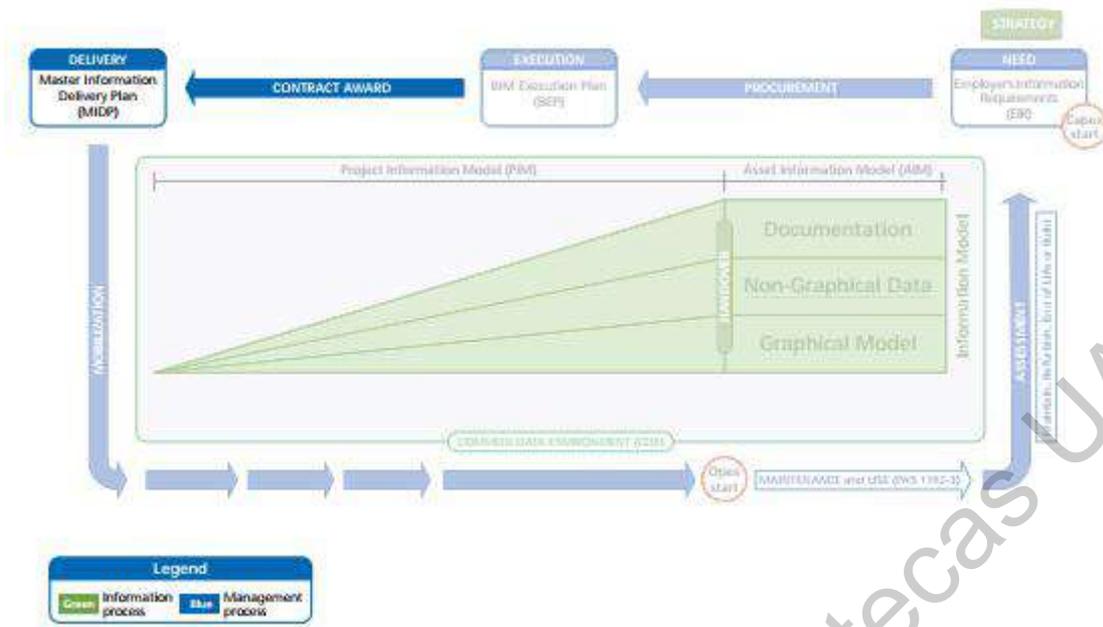


Diagrama 7 Mobilization (The British Standards Institution, 2013).

La información deberá ser recopilada, generada y entregada de acuerdo a los entregables acordados para el proceso. En el caso del proyecto de revisión de diseño, existe una serie de etapas en las que debe de aprobarse cierta información, previamente definida en los requerimientos, para poder comenzar con la revisión del proyecto.

PASO 7

El paso denominado producción se centra en la generación de la documentación de acuerdo a las fases estipuladas para el proyecto. En este caso, para la generación de información de acuerdo a la aprobación de un diseño que requiera de una licencia de obra nueva habitacional.

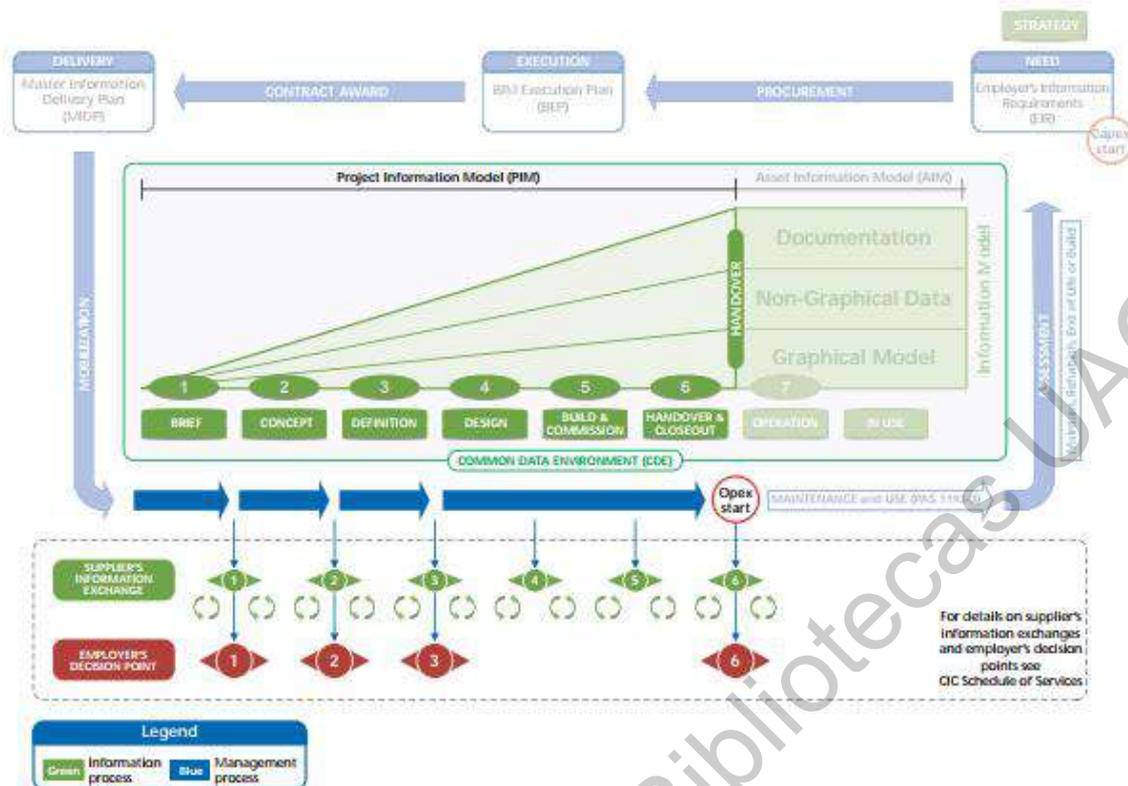


Diagrama 8 *Production* (The British Standards Institution, 2013).

En el proceso de producción, se genera la información de acuerdo a la o a las fases del proyecto. La generación de información puede ser a partir de diagramas, croquis, la generación de documentos, planimetría y modelos, entre cualquier otro tipo de información definido previamente en los requerimientos o en el Plan de Ejecución BIM. Acorde a lo estipulado en la norma, la flecha de generación de información es discontinua, debido a que la misma generación de la información también lo es. Durante el ciclo de generación de la información de los proyectos, existen varios hitos, que son definidos en función de las fases del proyecto sumadas a los puntos de decisión en el proceso. Una vez aprobada la información en cada uno de estos hitos, se genera la información para llevar a cabo la siguiente fase.

Todo el intercambio de esta información sucede en un espacio llamado *Common Data Environment*, previamente estipulado en el *BIM Execution Plan*. Dentro de este entorno común de datos es importante llevar un control sobre la información que se encuentra en un estado de trabajo, que no haya sido aprobada, que haya sido aprobada y la información aprobada que pase a ser parte del archivo de documentación del proyecto.

¿CÓMO SE ADAPTA ESTA METODOLOGÍA A UN PROYECTO?

El objetivo de implementar esta metodología de revisión a partir de los procesos que se estipulan en las normas británicas BSI PAS 1192-2:2013 es el de poder adecuar esta metodología dentro de la metodología y los procedimientos de entrega de los arquitectos e ingenieros que hacen o que buscan hacer uso de la metodología BIM para llevar proyectos de obra nueva habitacional.

El objetivo de implementar esta metodología de revisión a partir de los procesos que se estipulan en las normas británicas BSI PAS 1192-2:2013 es el de poder adecuar una metodología BIM dentro de la metodología y los procedimientos de entrega de los arquitectos e ingenieros que buscan hacer uso de las herramientas BIM y sus beneficios, para llevar a cabo proyectos de obra nueva habitacional.

Para desarrollar un proyecto de obra nueva de uso habitacional dentro del territorio del municipio de Querétaro, una persona, denominada a partir de este momento como “el cliente” buscará con base en sus necesidades a un despacho capaz de desarrollar un proyecto que responda a las mismas. Para que un proyecto sea trabajado a partir del *Building Information Modeling* existen dos posibilidades. La primera posibilidad es que el cliente en cuestión pida como parte de sus requerimientos que el desarrollo del proyecto sea bajo una metodología BIM y la segunda es que sea el mismo despacho que trabajará el proyecto para el cliente, el que hace uso de la metodología BIM para el desarrollo de sus proyectos.

En cualquiera de las dos situaciones, será necesario definir la normativa a la cual deberá apegarse el proyecto y los estándares bajo los cuales se realizará el modelo BIM. Teniendo esto estipulado, lo consiguiente será generar, a partir de las necesidades del cliente, los requerimientos que este tiene con respecto al proyecto y su información, que en este caso serán los respectivos a los de un proyecto de uso habitacional. De igual forma será necesario definir los requerimientos y los usos que se tienen con respecto al modelo BIM. Dentro de estos requerimientos se definirán las fases del proyecto. Estas pueden variar de acuerdo al cliente o al despacho que desarrolla un proyecto. Estas fases pueden incluir la fase conceptual, la fase de anteproyecto, la fase de proyecto ejecutivo, la fase de construcción, la fase de terminación de obra o la fase de operación y mantenimiento del edificio activo. Con base en las fases definidas, se establece cuanta información será desarrollada para

esa fase. Al hablar del modelo 3D será necesario definir el nivel de información gráfica y no gráfica de los elementos del modelo.

El cliente, al contratar a un despacho que hace uso de la metodología BIM, podrá exigir dentro de sus requerimientos tomar en cuenta la fase de solicitud de licencia como una fase adicional y en los requisitos de esta etapa podrá establecer que estos requisitos deberán ser los definidos en el documento EIR de la presente investigación.

Posteriormente con los requerimientos establecidos, el despacho desarrollará un plan de ejecución BIM en respuesta a cómo serán solventados los requerimientos y cómo se llevará a cabo la metodología BIM. Dentro de este Plan BIM se definirá que, para poder realizar el proceso de revisión de diseño en la fase de licencia de obra, se seguirá lo estipulado dentro del *BIM Execution Plan* definido en la presente investigación.

Una vez que las dos partes acuerden que el Plan BIM responde a las necesidades y requerimientos del cliente y sean definidos los entregables se procede a la generación de la información de acuerdo a cada fase. Una de las intenciones al desarrollar la información bajo la metodología BIM es la de aprovechar la información previamente generada para desarrollar la información que será necesaria en la o en las sucesivas etapas, por lo que antes de la fase de solicitud de licencia habrán existido fases como el *Brief*, la conceptualización o el diseño del anteproyecto.

Al llegar a la etapa de solicitud de licencia se deberá generar la información solicitada en el documento BEP, además de entablar contacto con la parte encargada de revisar el proyecto y su información. Para poder realizar la revisión de la documentación y el proyecto de forma correcta, se deberá seguir lo establecido en el BEP, con el fin de lograr la aprobación del diseño y la licencia del proyecto. Una vez cumplidos con los requisitos de la etapa de solicitud de licencia, lo que incluye la aprobación del diseño, este mismo modelo podrá ser utilizado para continuar con la generación de la información requerida por el cliente o por el mismo despacho para la construcción del proyecto.

GENERACIÓN DE EIR

El documento EIR por sus siglas en inglés de *Employer's Information Requirements*, es un archivo en el cual se recopilan las necesidades que tiene un cliente, un empleador o una parte contratante o interesada, de un modelo virtual del proyecto y del uso de la metodología BIM. Este documento podría considerarse como un punto de partida para desarrollar un plan para abordar un proyecto del cual se va a hacer uso del BIM. Ese plan adquiere el nombre de *BIM Execution Plan*. Para trabajar con base en una metodología BIM es necesario registrar los requerimientos, por lo que comenzar un proyecto basándose en un EIR es fundamental. Al trabajar la metodología con base en la norma BSI PAS 1192:2-2013, se puede encontrar dentro del documento, en la información inicial de activos y necesidades, el contenido que la British Standard Institute considera mínima para ser tomada en cuenta para redactar este documento.

Al basarse en lo estipulado por el estándar británico, el EIR se suele dividir en tres secciones: los requerimientos técnicos, los requerimientos administrativos y los requerimientos comerciales. En los requerimientos técnicos se suele expresar el formato de intercambio de datos durante las fases del proyecto. De acuerdo a cada fase que llegue a tener un proyecto, la información del modelo tiende a ser diferente. Debido a que no se puede exigir que un modelo en una fase de proyecto básico contenga la misma información que un modelo para el proyecto ejecutivo o un modelo que será utilizado para gestionar la obra. Son usos distintos los que van a tener, por lo que su información será distinta. Durante el proyecto de revisión de proyectos sólo se maneja una fase, que será denominada como fase de revisión. Debido a que la información necesaria para revisar la normativa de un proyecto no es la misma a la información de un anteproyecto o de un proyecto ejecutivo completo, se debe especificar un nivel de desarrollo para los elementos del modelo. Es necesario de igual forma, especificar el formato en el que se requiere la información y de la mano de los formatos, los *softwares* que se pueden solicitar o exigir, para la realización de la información del proyecto. Al solicitar una metodología BIM, en este mismo documento se puede especificar los requerimientos mínimos de experiencia del equipo o de la parte interesada en involucrarse en la metodología BIM para el proyecto

además de la formación adicional que debe ser cumplida para solventar las necesidades de la parte interesada.

En los requerimientos administrativos se hace alusión a la normativa y los estándares bajo los cuales se realizarán tanto el proyecto, como las geometrías virtuales y la información del mismo. También se expresan los requerimientos que se tiene en términos de roles y responsabilidades sobre los elementos referentes al modelo del proyecto. Se redacta de forma concisa la planeación para el trabajo y el manejo de datos, donde se establezcan los requisitos sobre la gestión del proceso de modelado. Se establece el requerimiento del uso de un *Common Data Environment*, para compartir documentos y gestionar la información. La intención del uso de un CDE es el de que todas las partes involucradas en el proyecto o en alguna fase específica, tengan acceso de forma remota a la información. Para poder gestionar el proyecto y su información, se definen los entregables solicitados por la parte que requiere un modelo BIM, se especifica la planimetría que se exige con el contenido que se requiere que contengan y la fuente a partir de la cual se puede requerir que se extraiga información. Se especifica si se requiere un formato para cualquier información, ya sean documentos, fotografías, planos, etcétera. Se definen los *softwares* que se requieren o sugieren usar con la intención de definir los requerimientos mínimos del sistema para solventar la generación de información y se especifican desde los formatos con los que se aceptarán los documentos hasta el peso del archivo tanto de los modelos como de los documentos.

En los requerimientos comerciales se definen de forma concisa y breve las estrategias que busca el cliente para el cumplimiento de los requisitos. En este apartado se busca definir los procesos para la entrega de la información, definiendo ciertas figuras responsables por medio de los documentos entregables. En esta sección se establece un apartado conocido como *Plain Language Questions*, donde la parte que está interesada en hacerse de un proyecto bajo la metodología BIM expresa, sin el uso de tecnicismos y a manera de preguntas, si sus necesidades serán respondidas. Así mismo se concretan los propósitos de la estrategia que se busca por medio de los modelos.

Bajo lo establecido para la generación de documentos EIR, se definen los requerimientos para el proyecto de revisión. Para este proyecto no se estipula las

condicionantes que debe de seguir el diseño de los proyectos, por el contrario, es necesario reconocer en este mismo documento la normatividad que se debe de seguir durante el proyecto. Estas normas pueden ser de carácter estatal, federal o incluso pueden ser las normas propias de una empresa o cliente. Al trabajar con la metodología BIM no sólo es necesario hacer especificaciones sobre la normatividad referente al diseño del proyecto que será abarcado por la metodología BIM, sino que también es necesario especificar los estándares y especificaciones que hacen referencia acerca de los cumplimientos de las geometrías virtuales.

Al ser un proyecto de revisión enfocado a la revisión de proyectos, generados por distintas partes externas al sector revisor, existe una cierta cantidad de requerimientos que no son definidos de forma rigurosa para su elaboración, como lo es el uso de *softwares* de modelado 3D, como lo son ArchiCAD® o Revit®, entre otros *softwares* de modelado 3D en el mercado. Para poder tener flexibilidad sobre los programas que podrán ser usados, se hace la especificación sobre los formatos de intercambio, que, en este caso, para la generación del gemelo virtual de cada proyecto será el propio del *Industry Foundation Classes*, IFC.



EMPLOYER'S INFORMATION REQUIREMENTS GUÍA

Revisión de diseño para la Licencia de Construcción de obra nueva habitacional, con base en las necesidades de la Dirección de Desarrollo Urbano en el municipio de Querétaro usando Metodología BIM.

Requisitos para el proceso de creación del modelo de información BIM.

ÍNDICE

i.	PROPÓSITO DEL EIR	121
ii.	PRIORIDADES ESTRATÉGICAS	122
iii.	DETALLES DE PROYECTO	122
iv.	ESTÁNDARES Y NORMATIVIDAD	122
v.	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS	124
I.	FORMATO DE INTERCAMBIO DE DATOS	124
II.	PLATAFORMAS DE SOFTWARE	126
III.	COORDENADAS	127
IV.	NIVELES DE DEFINICIÓN	129
	MASTER INFORMATION DELIVERY PLAN.....	132
V.	FORMACIÓN/ENTRENAMIENTO	134
vi.	REQUERIMIENTOS ADMINISTRATIVOS	135
I.	ESTÁNDARES Y NORMAS	135
II.	ROLES DEL PROYECTO Y RESPONSABILIDADES	136
III.	PLANEACIÓN DE TRABAJO Y MANEJO DE DATOS	137
IV.	PLAN DE ADMINISTRACIÓN DE LOS MODELOS	138
V.	COORDINACIÓN DE LOS ENTREGABLES DEL MODELO	139
	PLANIMETRÍA.....	139
	DOCUMENTACIÓN DE PLANIMETRÍA	140
	DETALLES	141
	REQUERIMIENTOS EXTERNOS AL MODELO 3D	141
VI.	RENDIMIENTOS DEL SISTEMA.....	141
VII.	PROCESOS DE VALIDACIÓN DE CÓDIGOS	142
vii.	REQUERIMIENTOS COMERCIALES	142
I.	PROCESOS DE ENTREGA DE DATOS.....	142
II.	PREGUNTAS DE LENGUAJE COMÚN.....	144
III.	DEFINICIÓN Y PROPÓSITOS DE LA ESTRATEGIA	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 8 Aplicación de estándares	122
Tabla 9 Aplicación de normativa	123
Tabla 10 Formato por tipo de documento	124
Tabla 11 Listado de documentos solicitados como requerimiento	125
Tabla 12 <i>BIM Uses</i> propuestos y <i>softwares</i> para solventarlos.....	127
Tabla 13 Lista de Elementos del proyecto	128
Tabla 14 Información para los niveles de definición.....	129
Tabla 15 Master Information Delivery Plan.	133
Tabla 16 Roles del proyecto y responsabilidades	136
Tabla 17 Procesos de entrega de datos.....	143
Tabla 18 Propósitos de la estrategia	145
Figura 140 Carpeta de proyecto estructural en el Entorno Común de Datos del Proyecto 003.	313

I. PROPÓSITO DEL EIR

El documento EIR y el documento BEP son complementos enfocados en un nuevo procedimiento para hacer revisiones enfocados en las necesidades de Dirección de Desarrollo Urbano, exclusivamente en trámites de licencia de construcción de obra nueva con uso habitacional a partir de un modelo 3D, por medio de códigos, por lo cual su lectura en conjunto es necesaria para la correcta generación de un documento IFC.

Estos documentos son recomendados para los D.R.O.s, *Project Delivery Managers*, *BIM Coordinators*, *BIM Modelers*, Arquitectos, Ingenieros e involucrados en el proceso de construcción de un modelo BIM a los cuales les sea de interés realizar el trámite antes mencionado.

El *Employer's Information Requirements*, es un documento generado con base en las necesidades para las que se va a emplear un modelo BIM. Este documento se encuentra dividido en 3 campos: El EIR Técnico, EIR de gestión y EIR Comercial. El objetivo de este documento es delimitar el alcance de lo que se solicita de un modelo 3D, la forma en la que se requiere que la información esté documentada.

Este es un documento que busca establecer la información que es necesaria entregar junto con los estándares y reglamentos que se desean o se deben cumplir y a los cuales el D.R.O, junto con el equipo de modelado BIM deben de adaptar su diseño y/o modelo.

Se busca definir un acercamiento a la estrategia que tiene un cliente con base en lo que necesita de su modelo BIM. El EIR forma parte de la documentación que servirá como base para la consulta en el desarrollo del *BIM Execution Plan* (BEP).

El objetivo del EIR define los requerimientos de la información para la cual será utilizado el modelo BIM. Estas necesidades serán tomadas a partir de los requerimientos de la Dirección de Desarrollo Urbano para determinar el desarrollo del modelo, tanto para la parte revisora como para la parte interesada y otras personas involucradas en el proyecto.

II. PRIORIDADES ESTRATÉGICAS

Las prioridades estratégicas son generadas para optimizar la revisión de los datos y los metadatos de un modelo por medio de puntos que definan de forma clara que se espera de un documento 3D.

- Generar un modelo lleno de información para la entrega del proyecto.
- Metodología para dar informes del proyecto a través de un modelo.
- Revisiones del modelo y sus metadatos con base en una reglamentación programada.
- Coordinación de las ingenierías.
- Promover una metodología que permita la interacción multidisciplinaria entre arquitectos, ingenieros civiles, ingenieros mecánicos y otros relacionados con el diseño y la construcción.
- Comunicación visual por medio del modelo para optimizar la fase de revisión del diseño, la fase de inspección o verificación de la construcción.
- Comunicación visual por medio del modelo para optimizar la fase de revisión para documentos de la construcción.
- Entrega de la información de modelo activo de calidad.

III. DETALLES DE PROYECTO

La tipología de los proyectos para los cuales está desarrollada la metodología BIM para tramitar licencias de obra nueva, está enfocada en el uso habitacional, en el municipio de Querétaro, en el estado de Querétaro de Arteaga.

IV. ESTÁNDARES Y NORMATIVIDAD

En la siguiente tabla se expondrán los estándares implicados en el proceso de modelado bajo la metodología BIM y de la reglamentación referente a los trámites de licencia de obra nueva con uso habitacional. Si la persona / entidad / institución que genera el proyecto, requiere de hacer obligatorio el cumplimiento de algún reglamento propio o algún estándar nacional o internacional, este debe ser cumplido además de los estándares y reglamentos estipulados en las siguientes tablas.

Tabla 8 Aplicación de estándares

O=Obligatorio APLICACIÓN									
R=Recomendado									
ESTÁNDARES									
BIM									
	Guía	Colaboración	del Proyecto	Nomenclatura de Archivos	Planos	Clasificación	LOD	CDE	
BS 1192-1:2007				R					
PAS 1192-2:2013	R	R	R	R					
MTHØJGAARD LOD SPECIFICATION					R	O	O		
BEP (BIM EXECUTION PLAN)	O	O	O	O	O	O	O	O	O
AIA Document G202-2013	R						R		

Tabla 9 Aplicación de normativa

NORMATIVA
Ley de Procedimientos Administrativos del Estado de Querétaro
Ley de Hacienda de los Municipios del Estado de Querétaro
Código Civil del Estado de Querétaro
Código Urbano del Estado de Querétaro
Código Municipal de Querétaro

V. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

En el apartado de los requerimientos técnicos se establecen los formatos de intercambio de datos, la información sobre los *softwares* y los temas referentes al contenido de los datos y el nivel de definición de los elementos del modelo 3D.

I. FORMATO DE INTERCAMBIO DE DATOS.

CONCEPTO

En esta sección se definen los formatos en los cuales la información y los documentos deberá ser compartida entre las distintas figuras involucradas en el trámite del proyecto.

APLICACIÓN

En el documento BEP se presenta un plan para ejecutar una solución con respecto al formato de intercambio de datos con modelos BIM. El modelador deberá asegurarse de que, con el software que use, sea posible exportar su archivo a un formato de fuente abierta, en este caso "IFC".

Tabla 10 Formato por tipo de documento

TIPO DE DOCUMENTO	FORMATO	SOFTWARE DE LECTURA
FORMATO NATIVO	Recomendado: ArchiCAD® 22 (PLA.)	N/A
FORMATO IFC	Última versión: IFC 2x3 IFC.)	SOLIBRI Office™
REPORTES	SOLIBRI Anywhere™ (SMC.)	SOLIBRI Anywhere™
PLANOS	Portable Document Format (PDF.)	Adobe Acrobat Reader o un lector similar.

Tabla 11 Listado de documentos solicitados como requerimiento

DOCUMENTOS SOLICITADOS COMO REQUERIMIENTO	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Solicitud y carta responsiva, firmadas por él o de los propietarios, D.R.O y corresponsable(s) si estos dos últimos aplicasen.	Archivo PDF.
Escrituras de propiedad o constancia notarial que indique superficie, medidas y colindancias del predio.	Archivo PDF.
Acreditación de la personalidad jurídica del/ de los solicitantes (identificación oficial vigente y poder notarial que otorgue el/la propietario/a del predio, este último en caso de persona moral o distinta al/la propietario/a).	PDF.
Oficio y plano de autorización de proyecto por parte de los condóminos (protocolización del acta de asamblea de condóminos en la que faculte a quien/es autoricen el proyecto, e identificación oficial de los mismos), en caso de que el predio forme parte de un condominio.	PDF.
Certificado de Número Oficial Autorizado.	PDF.
Alineamiento vigente.	PDF.
Contrato o último recibo agua potable y servicio sanitario.	PDF.
Bitácora de Obra.	PDF.
Director Responsable de Obra (D.R.O) con credencial del colegio correspondiente vigente.	PDF.
Credencial del colegio correspondiente de/de los Corresponsable/s vigente.	PDF.
Oficio y Plano de autorización de Dictamen de Impacto en movilidad.	PDF.
Oficio y plano de autorización de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.	PDF.

Aprobación del Estudio de Impacto Ambiental.	PDF.
Proyecto arquitectónico.	Archivo IFC. y PDF.
Proyecto estructural.	Archivo IFC. y PDF.
Proyecto de Instalaciones Hidro-Sanitarias.	Archivo IFC. y PDF.
Oficios y plano/s de licencia/s anterior/es autorizado/s.	PDF.
Fotografías a color.	PDF.
Pagos de impuesto predial al corriente.	PDF.

*La tabla “Documentos solicitados por la Dirección de Desarrollo Urbano” hace referencia a la documentación solicitada para la modalidad de obra nueva para expedir licencias de construcción en el tríptico TP-170140-003-REV (12) “Licencia de Construcción”, expedido por la Secretaría de Desarrollo Sostenible.

*Es necesario especificar la configuración de la exportación del formato “IFC” en el *BIM Execution Plan*. Este formato de exportación debe de ser el mismo durante todo el proceso de trámite de licencia y terminación de obra.

*Se recomienda el uso de plataformas de *softwares* especificadas en este documento, para garantizar el intercambio correcto de todos los datos que son solicitados.

El peso del modelo IFC: 500mb

Archivos individuales como PDF's, detalles, documentos externos al modelo no deberán exceder los 150mb cada uno.

II. PLATAFORMAS DE SOFTWARE

CONCEPTO

Este apartado está dedicado a especificar la plataforma en la cual se desarrollará el modelo BIM, así como los programas con los que se puede complementar el modelado de la información, ya que es probable que se utilice más de un software para el modelado y la visualización de los archivos BIM. En esta sección se especificarán tanto los *softwares* como las versiones que son aceptadas para la generación de la propuesta del modelado por parte de los modeladores.

APLICACIÓN

El software de modelado 3D para los propósitos de revisión no es restrictivo para el solicitante. Sin embargo, se recomienda ampliamente la plataforma “ArchiCAD®”, la cual, es un software de modelado de información de construcción de la empresa GRAPHISOFT®, en el que se pueden construir edificaciones 3D con la metodología BIM. Se recomienda el software ArchiCAD®, de preferencia la última versión, para la realización del modelo 3D y del modelado de las ingenierías por medio del *BIM Modeler*. Cualquier otra propuesta de plataforma corre por cuenta del *BIM Modeler* y se deberá verificar que cada uno de los puntos del EIR se puedan resolver de forma correcta.

Será necesario el manejo de documentos de sistema abierto “IFC”, para poder manejar un lenguaje compatible, la cual permita el intercambio de un modelo informativo del cual no se pierda ni se distorsione la información.

Tabla 12 *BIM Uses* propuestos y *softwares* para solventarlos

BIM Use	Plataforma	Versión recomendada
Design Authoring	ArchiCAD®*	ArchiCAD® 22
Code Validation	SOLIBRI Office™.	V9.9.3
	Adobe Acrobat Reader o un lector similar.	N/A
3D Coordination	SOLIBRI Anywhere™.	V9.7.20
	SOLIBRI Office™.	V9.9.3

*Para el modelado de la información se puede utilizar otro software, distinto al recomendado en este documento, bajo la responsabilidad de las figuras del D.R.O. y el *BIM Modeler*, de corroborar que todos los documentos puedan ser revisados de manera correcta en la plataforma de revisión y la de verificar que el formato de intercambio de datos sea el adecuado.

III. COORDENADAS

CONCEPTO

El apartado de coordenadas está formulado para determinar un sistema de coordenadas que pueda unificarse para todos los archivos generados con base en un

software BIM, para la coordinación de todos los modelos. Esto permitirá tener una referencia geográfica real sumada a un sistema de coordenadas relativas al proyecto para ubicar los proyectos en los distintos *softwares* a utilizarse.

APLICACIÓN

COORDENADAS RELATIVAS-COORDENADAS DEL PROYECTO

La determinación de las coordenadas del modelo corre a cargo del BIM Modeler, el cual coordinará que esta información coincida siempre en todos los modelos. Esta información debe de estar disponible y perfectamente identificable en todos los documentos.

Para poder geolocalizar y para hacer coincidir las geometrías de los distintos elementos modelados, desde el proyecto arquitectónico hasta el proyecto de las ingenierías, todos los archivos deben tener el mismo origen o “Hotpoint” (Como es conocido en el software ArchiCAD®) y las mismas coordenadas.

COORDENADAS ABSOLUTAS-COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Estas coordenadas son las referentes a la ubicación geográfica en la que se emplaza el proyecto. Deberán ser ubicadas por un elemento anotativo y este elemento deberá acotar las coordenadas geográficas de latitud y longitud. Para fines de revisión de proyectos, un vértice del predio deberá de ser ubicado en el origen del software o “Hotpoint”, coincidiendo con la coordenada geográfica (X, Y) (0,0).

Los elementos dentro de un modelo 3D serán los incluidos en la siguiente lista.

Tabla 13 Lista de Elementos del proyecto

ELEMENTOS DEL PROYECTO		
ELEMENTO	ELEMENTO	ELEMENTO DE
ARQUITECTÓNICO	ESTRUCTURAL	INSTALACIONES
Terreno	Terreno	Terreno
Habitaciones	Cimentación	Equipos especiales
Cubiertas	Firme de concreto	Equipos mecánicos
Fachadas aligeradas	Losas de Acero	Tuberías
Fachadas sólidas	Vigas de acero	Accesorios de Tuberías

Muros interiores	aligerados	Vigas de concreto	Aparatos de Plomería
Suelos/Forjados/Rampas		Muros de Concreto	Rociadores
Cielos		Columnas de Concreto	Aparatos Sanitarios
Elevador		Marcos de Acero	
Puerta			
Ventana			
Mobiliario			

IV. NIVELES DE DEFINICIÓN

CONCEPTO

En este apartado, se plantean los propósitos de la información en los niveles de definición que debe de tener el modelo del proyecto arquitectónico, estructural e instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Se estipula un MIDP donde se hace una definición de información de elementos específicos que conformarán tres modelos tridimensionales, uno por cada proyecto.

APLICACIÓN

Tabla 14 Información para los niveles de definición

INFORMACIÓN PARA LOS NIVELES DE DEFINICIÓN			
TIPO DE PROYECTO	DEFINICIÓN	PROPÓSITO DE LA INFORMACIÓN	
De acuerdo a los solicitados por la Dirección de Desarrollo Urbano	Definición de las expectativas generales de la información.	Los siguientes niveles de definición y de información será utilizado en una fase de revisión de proyecto, posterior a la etapa de diseño y previa a la construcción	
PROYECTO ARQUITECTÓNICO	Información gráfica y específica, fiable en términos de ubicación,	LOD: Proporcionar la información de los elementos	

	<p>área, espacios y coeficientes. Debe encontrarse información sobre el diseño arquitectónico, e implícitamente, en el diseño se debe de cumplir con la normatividad establecida. La información no geométrica debe estar anidada en los elementos del modelo, así como la información mínima solicitada por DDU en el pie de plano proporcionado en su página oficial. A partir de esta información deben generarse los planos del proyecto arquitectónico.</p>	<p>tridimensionales, los cuales deben poseer en sus coordenadas la ubicación exacta dentro del proyecto de obra nueva. Deben estar ubicados los elementos necesarios para generar la comprensión total de los espacios arquitectónicos.</p> <p>LOI: Proporcionar la información específica de los espacios, tales como su área y dimensiones.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">PROYECTO ESTRUCTURAL</p>	<p>Información gráfica y detallada, confiable y medible sobre la cual se puede basar la información de la construcción, deben encontrarse recomendaciones fiables entre los elementos de la estructura. Debe poseer la información de los detalles dentro del modelo estructural, así como la resistencia del concreto, de los elementos de acero, los armados, así como cualquier otro detalle necesario para la comprensión del proyecto, así como la información mínima solicitada por DDU en el pie de plano</p>	<p>LOD: Elementos tridimensionales que poseen en sus coordenadas la ubicación exacta dentro del proyecto de obra nueva. Deben considerarse los elementos del modelo de acuerdo a los sistemas constructivos del proyecto.</p> <p>LOI: Proporcionar la información específica de la resistencia del concreto en los elementos estructurales de dicha composición, al igual que la información del trabajo a flexión de los elementos y trabajo a cortante. Deben realizarse detalles sobre los traslapes de</p>

	proporcionado en su página oficial. A partir de esta información deben generarse los planos del proyecto arquitectónico.	los armados, al igual que la tipología de los elementos estructurales como zapatas, vigas, columnas, etcétera.
PROYECTO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS	Información gráfica que proporcione el desarrollo general del diseño de un proyecto de ingenierías hidrosanitarias. Se desarrolla la coordinación colisiones de la geometría de los elementos de la instalación y debe especificarse directamente a partir del modelo las dimensiones de los elementos que formen parte de las instalaciones. También se puede adjuntar información no geométrica a los elementos, así como la información mínima solicitada por DDU en el pie de plano proporcionado en su página oficial. A partir de esta información deben generarse los planos del proyecto arquitectónico.	LOD: Elementos tridimensionales que poseen en sus coordenadas la ubicación exacta dentro del proyecto de obra nueva. Deben considerarse no solo las tuberías, sino también todos los elementos que formen parte de las instalaciones, como los muebles hidráulicos y sanitarios, cisterna, tinaco, medidor, llaves, etcétera.
		LOI: Proporcional la información de las dimensiones y diámetros de los elementos que conformen la instalación hidráulica y las dimensiones, diámetro y dirección de flujo de la instalación sanitaria.

*Requerimientos de la información geométrica

El nivel de desarrollo requerido para cada uno de los proyectos establecidos por la Dirección de Desarrollo Urbano y los miembros de trabajo involucrados en la solicitud de trámites de obra nueva habitacional serán establecidos en el *BIM Execution Plan*, el cual deberá de respetarse, para garantizar el funcionamiento del modelo 3D.

*Requerimientos de la información de propiedades (no geométrica)

La información no geométrica estará dividida en dos secciones. Una referente a los parámetros relacionados directamente a un elemento geométrico, como lo son longitud, altura, costo, fase, etc. Y una sección referente a la información no geométrica que puede no estar vinculada directamente a los elementos modelados, sino como información reflejada dentro de los planos. Esta información se encuentra de forma específica en la sección VI.V. COORDINACIÓN DEL MODELO.

MASTER INFORMATION DELIVERY PLAN

El objetivo del *Master Information Delivery Plan* en este caso es el de identificar el nivel de definición que los elementos en los modelos de los 3 proyectos deben cumplir en la etapa del proyecto específica para la revisión de código, antes del comienzo de la construcción.

Tabla 15 Master Information Delivery Plan.

APROBACIÓN DE MODELOS							
DISCIPLINA	ELEMENTO	PROYECTO ARQ		PROYECTO STR		PROYECTO IHS	
		LOD		LOD		LOD	
		Geometry	Properties	Geometry	Properties	Geometry	Properties
TERRENO	Terreno	200	200	/	/	/	/
	Excavaciones	200	200	/	/	/	/
ARQUITECTÓNICO	Habitaciones	200	100	/	/	/	/
	Cubiertas	200	200	/	/	/	/
	Fachadas aligeradas	200	200	/	/	/	/
	Fachadas sólidas	200	200	/	/	/	/
	Muros aligerados interiores	200	200	/	/	/	/
	Suelos/Rampas	200	200	/	/	/	/
	Cielos	200	200	/	/	/	/
	Elevador	200	100	/	/	/	/
	Puerta	300	200	/	/	/	/
	Ventana	300	200	/	/	/	/
	Mobiliario (Habitaciones)	200	N/A	/	/	/	/
	ESTRUCTURAL	Cimentación	/	/	300	200	/
Firme de concreto		/	/	300	100	/	/
Losas de Concreto		/	/	300	100	/	/
Vigas de acero		/	/	300	200	/	/
Vigas de concreto		/	/	300	200	/	/
Muros de concreto		/	/	200	200	/	/

	Columnas de concreto	/	/	300	200	/	/
	Marcos de Acero	/	/	300	200	/	/
INSTALACIONES	Aparatos Sanitarios (Habitaciones)	200	N/A	/	/	200	N/A
	Equipos especiales (Habitaciones)	200	N/A	/	/	200	N/A
	Equipos mecánicos (Habitaciones)	/	/	/	/	300	300
	Tuberías/ Accesorios/ Rociadores	/	/	/	/	300	300
	Drenaje/Accesorios	200	200	/	/	/	/

*El mobiliario, así como los aparatos sanitarios, equipos especiales y equipos mecánicos quedan definidos bajo el nivel de detalle determinado en el “MTHØJGAARD LOD Specification”.

V. FORMACIÓN/ENTRENAMIENTO

CONCEPTO

El punto que trata este apartado, habla sobre la formación que necesita cada una de las figuras que intervienen en el proceso y/o la generación del modelado o el manejo de los modelos, con los puntos requeridos y las exigencias que cada software requiere.

APLICACIÓN

Este modelo de revisión basado en una metodología BIM, es diseñado con base en los requerimientos de la Dirección de Desarrollo Urbano para tramitar una licencia de obra nueva de uso habitacional, por lo que la Dirección de Desarrollo Urbano no está obligada ni es responsable en brindar la formación ni el entrenamiento necesario para poder manejar y generar la información y las herramientas BIM necesarias para el proceso y para el intercambio de información para los procesos de trámites de licencias de obra nueva habitacional. Sin embargo, se espera que este requerimiento

no sea una limitante para que la empresa o instituto mantenga actualizados y a la vanguardia a su equipo de proyecto y modelado. De igual forma, es imprescindible que todas las partes que forman el equipo de proyecto y modelado, por partes iguales, cuenten con el entrenamiento necesario y el conocimiento de cómo modelar los elementos de acuerdo a los requisitos estipulados en este documento.

Por su parte, el equipo perteneciente a la parte revisora del diseño, que sería equivalente al sector de licencias en la Dirección de Desarrollo Urbano, deberá estar actualizado con el uso del software *SOLIBRI Office*[™], debido a que los documentos .IFC serán revisados por este mismo software, en el cual se generará un reporte/informe de las inconsistencias que el proyecto tenga con respecto a la reglamentación en el municipio de Querétaro.

La entrega de las imprecisencias será por medio de un reporte generado por el software *SOLIBRI Anywhere*[™], el cual deberá ser revisado por la parte que solicita el trámite de licencia de obra nueva

VI. REQUERIMIENTOS ADMINISTRATIVOS

En el apartado de los requerimientos administrativos se establecen los estándares que serán utilizados para la entrega de los proyectos, además de la explicación del manejo de los procesos de coordinación y revisión.

I. ESTÁNDARES Y NORMAS

CONCEPTO

El propósito de esta sección es definir los estándares BIM que se requieren para la entrega de información del proyecto, además de la normativa a tomarse en consideración para la generación del diseño de cada proyecto.

APLICACIÓN

Para hacer referencia a los estándares BIM además de la normativa aplicable al diseño arquitectónico de los proyectos que se encuentren dentro de la categoría de obra nueva de uso habitacional, es necesario referirse a la tabla ubicada en el capítulo IV. "Estándares y normatividad".

II. ROLES DEL PROYECTO Y RESPONSABILIDADES

CONCEPTO

El propósito de esta sección es establecer la asignación de los roles asociados con la gestión del modelado y la información del proyecto.

APLICACIÓN

En la siguiente tabla se encuentran los roles de las partes que intervienen en el proceso de la revisión de diseño. Para este modelo de revisión se estipula que la generación de la información definida previamente en el *Master Information Delivery Plan* sea generada por un *BIM Modeler*. Sin embargo, se define la necesidad de un *Project Delivery Manager*, como un Director Responsable de Obra.

Tabla 16 Roles del proyecto y responsabilidades

	PROJECT DELIVERY MANAGER	BIM MODELER	PARTE REVISORA
1	Asegurar el intercambio de información.	Administrar la información de los elementos en el modelo.	Verificar por medio de un <i>rulerset</i> el cumplimiento de la reglamentación.
2	Confirmar, a través de un entorno común de datos, que la información a entregar sea veraz.	Coordinar la unión de la información de los proyectos.	Emitir un reporte sobre el cumplimiento o incumplimiento de la reglamentación a partir del modelo.
3	Aceptar o rechazar la información dentro del entorno común de datos.	Confirmar que la información es apta para publicarse.	Compartir los reportes con el <i>Project Delivery Manager</i> .

4	Hacer pública la información aprobada a la parte revisora.	Subir información veraz en el entorno común de datos	Emitir (en su caso) la licencia de obra nueva de uso habitacional.
---	--	--	--

III. PLANEACIÓN DE TRABAJO Y MANEJO DE DATOS

CONCEPTO

El propósito de esta sección es establecer los requisitos para el intercambio de información para la solicitud de trámites de licencia de obra nueva de uso habitacional, para gestionar el proceso de modelado.

APLICACIÓN

La coordinación del diseño del proyecto, queda a cargo del Director Responsable de Obra, quien deberá acudir a la normativa establecida en el capítulo IV. “Estándares y normatividad”.

La entrega de la información quedará a cargo de un *Project Delivery Manager*, que se solicita que sea un Director Responsable de Obra, por la responsabilidad que tienen con respecto a su capacidad de responsabilidad de obra estipulado en el reglamento de construcción del municipio de Querétaro, lo que lo hace responsable ante el cumplimiento del mismo.

La información en los modelos 3D y la documentación de los entregables deberá estar acorde a lo estipulado en este documento para poder ser visualizados en los *softwares* adecuados.

Para realizar el intercambio de información entre la parte revisora y la parte interesada, se debe definir el uso de un *Common Data Environment* CDE de acuerdo al estándar BSI PAS 1192:2-2013 para gestionar la información durante la fase de diseño para compartir los archivos, ya que, cada uno de estos deberá ser aprobado por el *Project Delivery Manager*. Cualquier discrepancia en los datos, en los modelos o en cualquiera de los documentos entregables, tendrá que ser atendido por el *Project Delivery Manager*.

En este mismo entorno común de datos tendrá que existir un intercambio de información entre la figura del *Project Delivery Manager* y la parte revisora. A través de este entorno común de datos se extraerán los documentos aprobados por el *Project Delivery Manager* para comenzar el proceso de revisión del modelo 3D en el software *SOLIBRI Office™* y de revisión de documentos PDF.

Una vez realizada la revisión, la parte revisora tiene la opción de emitir la licencia de obra nueva en el caso de que la revisión del modelo y de la documentación haya cumplido con el método de revisión de código del software *SOLIBRI Office™* con apoyo de la visualización de los documentos; o la opción de emitir un documento donde se puedan apreciar las imprecisencias a partir del modelo 3D.

Si el proyecto tiene imprecisencias, se emiten en el entorno común de datos, donde el *Project Delivery Manager* podrá acceder a esta información para poder corregir las imprecisencias del proyecto para reanudar su proceso de solicitud de licencia de obra nueva.

IV. PLAN DE ADMINISTRACIÓN DE LOS MODELOS

CONCEPTO

El propósito de esta sección es establecer los requisitos para las solicitudes de trámites de licencia de obra nueva de uso habitacional, para la gestión del modelado 3D

APLICACIÓN

Para generar la documentación de una forma ordenada, se solicita que se entreguen de forma separada 3 modelos IFC, perteneciente al proyecto arquitectónico, estructural y de instalación hidráulica y sanitaria, respectivamente. Queda a discreción del *Project Delivery Manager* que la realización de estos modelos sea a partir de un mismo archivo o que se generen distintos archivos con vínculos para generar el modelado del proyecto.

Cada parte involucrada en el modelado, ya sea del proyecto arquitectónico, del proyecto estructural o del proyecto de instalación hidráulica y sanitaria, deberá comprender plenamente la metodología que se desarrolle para generar los entregables BIM.

Es necesario considerar las siguientes estrategias para la división de proyecto arquitectónico, proyecto estructural y proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Para poder hacer las revisiones de forma correcta, es importante que las coordenadas de los modelos sean las mismas. Para más información, consultar el capítulo V.III. COORDENADAS.

Los documentos 3D IFC de instalaciones hidráulicas y sanitarias no deberán tener vinculados los documentos 3D del proyecto arquitectónico ni del proyecto estructural. Sin embargo, se recomienda ampliamente haber realizado previamente un análisis de colisiones entre el proyecto estructural y el de instalaciones hidráulicas y sanitarias.

V. COORDINACIÓN DE LOS ENTREGABLES DEL MODELO

CONCEPTO

En esta sección se definirán los entregables que tienen que extraerse a partir de los modelos, así como la documentación necesaria externa a los modelos, a entregar.

APLICACIÓN

PLANIMETRÍA

PROYECTO ARQUITECTÓNICO

- Croquis de localización.
- Plantas arquitectónicas.
- Plantas de conjunto.
- Planta de azotea.
- Cortes: 1 longitudinal y 1 transversal que incluyan la totalidad del predio.
- Fachada o fachadas principales.
- Fachada Posterior.
- Especificaciones
 - Simbología.

PROYECTO ESTRUCTURAL

- Planta de cimentación.
- Plantas de entresijos.
- Planta de azotea.
- Especificaciones.
 - Simbología.

- Resistencia de elementos de acero.
- Resistencia de concreto en elementos estructurales.
- Recubrimiento de concreto en elementos estructurales.
- Traslapes de varillas.
- Armados especiales.
- Plantillas de cimentación.
- Detalles
 - Tipología de castillos y columnas.
 - Armados en castillos y columnas.
 - Refuerzo longitudinal.
 - Refuerzo transversal.
 - Tipología de trabes/cadenas/vigas de acero.
 - Armados en trabes.
 - Refuerzo longitudinal.
 - Refuerzo transversal.
 - Detalles de cimentación.
 - Armados por tipo de cimentación.
 - Armado de losas.

PROYECTO DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA

- Plantas de instalación hidráulica y sanitaria.
- Corte: 1 sanitario.
- Isométrico de la instalación hidráulica.
 - Dirección de flujo.
 - Diámetro.
- Especificaciones.
 - Simbología.

DOCUMENTACIÓN DE PLANIMETRÍA

Todos los planos se realizarán en un formato A1 (594*841mm) tomando como base el pie de plano proporcionado por la Dirección de Desarrollo Urbano en la sección de archivos anexo en la información de trámite de la sección “Obtén la licencia de la construcción para la obra nueva”, con la información requerida.

Enlace directo:

<http://200.79.74.177/cedulas/Solicitud%20Licencia%20de%20Construccion%20V11.pdf>

DETALLES

Los detalles de acuerdo a cada tipo de proyecto (Arquitectónico, Estructural o de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias) se encuentran especificados en su sección correspondiente en el apartado i. PLANIMETRÍA.

REQUERIMIENTOS EXTERNOS AL MODELO 3D

La documentación externa se encuentra detallada en el apartado “V.I. FORMATO DE INTERCAMBIO DE DATOS” en la tabla “DOCUMENTOS SOLICITADOS POR LA DIRECCIÓN DE DESARROLLO URBANO”.

VI. RENDIMIENTOS DEL SISTEMA

CONCEPTO

El objetivo de esta sección es comunicar cualquier restricción en los sistemas o requisitos específicos de tecnologías de la información que puedan necesitar recursos adicionales o soluciones no estándar.

APLICACIÓN

El software de lectura de modelos 3D será *SOLIBRI Office™*, por lo cual, el formato requerido será el Industry Foundation Class IFC 2x3.

El archivo del modelo no debe exceder los 500mb.

El software de lectura de los archivos 2D será Adobe Acrobat Reader, por lo cual, el formato requerido será el *Portable Document Format* PDF.

El archivo de los documentos no debe exceder los 150mb.

Para realizar el intercambio de la información BIM, la persona a la cual se le fue asignado el rol de *Project Delivery Manager* hará uso de un Entorno Común de Datos donde se subirán los modelos y la documentación. Se deberá acordar el formato de las respuestas para el intercambio de la información entre la parte solicitante y la parte revisora. Se solicita que estas respuestas sean a través de medios digitales y en el caso de que exista la necesidad de revisión por medio presencial, especificar el medio físico por el cual serán entregados los archivos.

VII. PROCESOS DE VALIDACIÓN DE CÓDIGOS

CONCEPTO

En el apartado de validación de códigos se definirán los requisitos para la reglamentación de la gestión de calidad de los modelos, así como la de la validación en conformidad a parámetros correspondientes a la normatividad local.

APLICACIÓN

El software de lectura de modelos 3D será *SOLIBRI Office™*, por lo cual, el formato requerido será el Industry Foundation Class IFC 2x3, para poder realizar la revisión de diseño con base en la normativa exigida en el capítulo de estándares y normatividad de este documento. Los planos del proyecto arquitectónico, estructural y de instalación hidráulica y sanitaria deberán poder visualizarse en el software *SOLIBRI Office™*, por lo que es necesario que la información 2D previamente generada se encuentre disponible para la lectura de la información.

Se revisarán y validarán los modelos con base en los parámetros referentes a la normatividad por zonificación de acuerdo al uso de suelo urbano, estipulados en los Planes Parciales de Desarrollo Urbano y Cartas Urbanas del municipio de Querétaro. Se realizará una revisión de medidas mínimas y máximas de los espacios de acuerdo a los coeficientes dentro de lo estipulado en la normatividad por zonificación en los planes parciales de desarrollo urbano y las cartas urbanas.

Para poder realizar esta revisión dentro del software *SOLIBRI Office™*, será necesario generar una serie de reglas, denominadas *rulerset*, donde sean prevista la normativa definida en "ESTÁNDARES Y NORMATIVIDAD."

VII. REQUERIMIENTOS COMERCIALES

En el apartado de la información comercial se analizan los requisitos para poder realizar los intercambios de información, se define de forma concisa los propósitos de los datos y el contenido de las entregas por medio de preguntas clave.

I. PROCESOS DE ENTREGA DE DATOS

CONCEPTO

En este apartado se establecerá la forma en la que se realizarán todos los procesos de entrega de la información y los datos y sobre cómo van a ser entregados de acuerdo a las etapas en las que se va a gestionar la revisión de código.

APLICACIÓN

Para el proceso de entrega de la información deberá de generarse un método de comunicación de primer contacto, a manera de correo electrónico. A este correo electrónico se le tendrá que enviar la información necesaria para la apertura de una solicitud de licencia de obra nueva de uso habitacional. Este mismo medio tendrá que funcionar para poder dar respuesta aprobatoria o para poder enviar revisiones con respecto a los documentos que darán inicio al trámite y servirá para proveer el acceso a un espacio en la nube para subir los archivos necesarios para realizar el trámite.

Este espacio en la nube, denominado a partir de ahora como entrono común de datos, CDE o Common data Environment, deberá ser definido en el BIM *Execution Plan*. En este CDE deberán tener acceso tanto la parte interesada como la parte revisora, para poder subir y descargar los archivos necesarios para revisar la información del proyecto.

Dentro del entorno común de datos deberá existir una administración por carpetas que segregue la información de la documentación, del proyecto arquitectónico, proyecto estructural, proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias y una sección en la que se pueda subir los archivos de respuesta.

Tabla 17 Procesos de entrega de datos

PROCESOS	ARCHIVO A PRESENTAR	FORMATO	RESPONSABLE / CORRESPONSABLES
REVISIÓN DE CÓDIGO: Solicitud de Licencia de Obra Nueva	Documentación	PDF. (ver tabla DOCUMENTOS SOLICITADOS POR LA DIRECCIÓN DE DESARROLLO URBANO.)	ARQDU
	Modelo 3D	IFC.	ARQDU

	Planimetría	PDF.	ARQDU
	Modelo 3D	IFC.	ARQDU/EST
	Planimetría	PDF.	ARQDU/EST
	Modelo 3D	IFC.	ARQDU/IHS
	Planimetría	PDF.	ARQDU/IHS
VALIDACIÓN DE CÓDIGO.	Reporte de validación	SMC.	PR
	Licencia de Obra Nueva	PDF.	PR

Donde:

ARQDU: Arquitectura y Diseño Urbano

EST: Estructural

IHS: Instalaciones Hidrosanitarias

PR: Parte Revisora

II. PREGUNTAS DE LENGUAJE COMÚN

Entrega de datos

Las siguientes preguntas necesitan ser respondidas al final del planteamiento de esta etapa.

1. ¿Por qué medio se recibe respuesta ante la solicitud del trámite de licencia?
2. ¿El modelo está suficientemente desarrollado para hacer la revisión de código?
3. ¿Cómo deben estar separados los modelos de los proyectos?
4. ¿En qué formato se suben los documentos y modelos?
5. ¿Por qué medio debo realizar el intercambio de información?
6. ¿Sólo serán revisados los modelos IFC? ¿Serán revisados también los planos?

Resolución de la solicitud

Las siguientes preguntas necesitan ser respondidas al final del planteamiento de esta etapa.

1. ¿En qué formato recibo respuestas a mi solicitud?
2. ¿Qué se debe hacer si mi proyecto tiene improcedencias?
3. ¿Dónde serán definidos artículos referentes al reglamento de construcción del municipio de Querétaro y la normatividad anexa para ser revisados por medio de códigos?

III. DEFINICIÓN Y PROPÓSITOS DE LA ESTRATEGIA

CONCEPTO

El propósito de esta sección es describir los propósitos esperados de la información proporcionada con base a las necesidades de la Dirección de Desarrollo Urbano.

APLICACIÓN

Se espera que el uso de los datos generados cumpla con los siguientes propósitos:

Tabla 18 Propósitos de la estrategia

PROPÓSITOS	
1	Archivado de modelos 3D
2	Registro de proyectos
3	Revisión de Diseño con base en un código
4	Inspección o verificación de obra

GENERACIÓN DE BEP.

El documento BEP, *BIM Execution Plan* o Plan de ejecución BIM es, como su nombre lo indica, un plan de ejecución para llevar a cabo la metodología BIM para un proyecto de acuerdo a sus necesidades. En este documento se debe estipular toda la información que es necesaria para poder realizar un proyecto, así como la cantidad de información que debe estar contenida tanto en el proceso como en los elementos de los modelos que sean requeridos, de acuerdo a las fases durante las cuales se va a desarrollar la documentación de un proyecto. En el *BIM Execution Plan* se provee el enfoque con el que las necesidades del proyecto serán abarcadas. Este documento funciona como una contraoferta sobre las necesidades que han sido expresadas previamente en el documento EIR y permite establecer la forma en la que el personal o las partes involucradas se encontraran colaborando para la generación de información del proyecto.

Uno de los objetivos principales de contar con un documento BEP es el de coordinar un proyecto y su información con el fin de cumplir con los usos BIM que son estipulados desde los requerimientos, para poder culminar el proyecto en tiempo y forma. De acuerdo al proyecto de revisión de diseño con base en el *Code Checking*, que está basado en un método de revisión a partir de las geometrías virtuales y su información, generados a partir de un software de modelado 3D como ArchiCAD® o Revit®, que permiten categorizar geometrías en una serie de elementos acordes a proyectos de construcción, además de que permiten ingresar información precisa a cada elemento. En este archivo es necesario documentar la forma en que la parte que va a desarrollar el modelo 3D del proyecto debe modelar el gemelo virtual, atendiendo a los requerimientos expresados en el documento EIR, para que todas las partes puedan interactuar con los modelos y con su información bajo un protocolo. La base de este documento son las necesidades y los requerimientos expresados previamente por la parte que está interesada en contratar o hacer uso de un modelo tridimensional realizado con base en una metodología BIM.

En el *BIM Execution Plan* se establecen, de acuerdo a las necesidades expresadas en el documento EIR, los objetivos y los usos exclusivos de la información del proyecto. Esto incluye documentos, hojas de cálculos, geometrías virtuales o cualquier tipo de información que se encuentre relacionada con la generación del

proyecto. Una de las primeras fases dentro de la generación de un documento BEP, se encuentra la identificación de las metas que se tienen en referencia a la información y a las geometrías virtuales que serán generadas bajo la metodología BIM. Estas metas serán logradas de acuerdo a la forma en la que serán usados los modelos virtuales y la información. Para ello habrá que identificar los usos que se les va a dar a los modelos. De acuerdo al proyecto de revisión de diseño por medio del *Model Checking*, las metas a cumplir son la revisión de parámetros de diseño y cumplimiento de reglamento para poder generar con base en las geometrías un reporte de cumplimiento. La creación de un modelo con base en el diseño propio de una figura que busca su aprobación, además de la generación de la documentación para la construcción a partir de las geometrías modeladas y la manipulación de los modelos tridimensionales para la coordinación del proyecto. Estas metas se sustentan en los usos BIM que se le dará al o a los modelos. Los usos BIM son la coordinación de los modelos o *3D Coordination*, en la autoría de diseño o *Design Authoring* y en la revisión de reglamentos o *Code Checking*.

Para poder lograr las metas BIM y hacer el uso adecuado de los modelos, es necesario generar el diseño de los procesos donde los usos BIM serán llevados a cabo, que funcionarán como hojas ruta para poder identificar en qué momentos será necesaria cierta información o en qué partes del proceso será necesaria la intervención de alguno de los agentes involucrados en un proyecto. En estos diagramas BIM debe evidenciarse la forma en la que se hace uso de los “usos BIM”. Para generar los procesos BIM, será necesario hacer un diagrama BIM general, además de un diagrama BIM por cada uno de los usos BIM que han sido asignados para el proyecto. Para este proyecto de revisión se ha realizado un diagrama BIM general en el que se abarca de principio a fin, los procesos necesarios para poder realizar la evaluación de un diseño, desde la programación de reglas, el uso de normatividad y estándares, los intercambios de información dentro de todo el proceso hasta el final de la revisión, ya sea con la emisión de una licencia o con la emisión de un reporte que exhiba los elementos que hacen de un diseño un proyecto imprecendente, por lo que se tendría que reanudar un proceso de revisión.

Para que todas las partes involucradas puedan hacer uso de la información como se encuentra estipulado en el diseño de los planes BIM, es necesario estructurar un plan de intercambio de información. Durante cualquier proceso existe personal encargado

de generar la información para el proyecto y de igual forma debe existir una figura encargada de verificar y de autorizar la información para que esta pueda ser compartida por los demás miembros involucrados en el proceso de generación de información para el proyecto. En esta fase es importante definir el contenido de la información, el nivel de detalle de los elementos del modelo y la parte responsable por que la información y el nivel de detalle sean los adecuados para cada fase del proyecto. Tomando en cuenta la normativa y reglamentación para el proyecto de revisión, se han estipulado los entregables con base en los requerimientos de un proyecto para la solicitud de una licencia de obra nueva, haciendo exclusividad del uso habitacional. De acuerdo a requisitos referentes a la documentación, se definen los documentos necesarios para el proceso, así como la solicitud, bitácora, planimetría de proyecto arquitectónico, estructural e instalaciones hidráulica y sanitaria, entre otros documentos, así como el formato en el que cada uno de estos es requerido.

Para poder llevar a cabo las metas y los usos BIM, de acuerdo a los planes BIM generados previamente y poder asegurar el intercambio adecuado de la información es importante definir la infraestructura que va a soportar los procesos de la metodología BIM. Para ello es importante definir las estrategias para la entrega de la información en cada fase, así como los procesos de comunicación entre cada una de las partes involucradas en el proceso. Así como cada una de las partes realizan tareas precisas para la generación de la información, es necesario conocer la forma en que estas partes solventarán sus necesidades de software, así como las de hardware.

Para el proyecto de revisión de diseño a partir de un *Model Checker* es importante la definición de los posibles métodos de comunicación entre la parte revisora y la parte interesada, ya que los reportes de impropiedades o la emisión de las licencias será a partir de estos métodos de comunicación. Debido al uso de tecnologías y los programas involucrados en el proceso de revisión es importante definir de manera correcta los requerimientos de hardware con el que deben contar las computadoras con las que los equipos deberán interactuar para poder llevar a cabo cada fase del proceso de revisión. De igual forma, es importante registrar los requisitos mínimos de software con los que se debe de contar para hacer un uso adecuado de cada una de las herramientas que forman parte de la revisión de diseño de los proyectos.



BIM EXECUTION PLAN GUÍA

Revisión de diseño para la Licencia de Construcción de obra nueva habitacional, con base en las necesidades de la Dirección de Desarrollo Urbano en el municipio de Querétaro usando Metodología BIM.

Requisitos para el proceso de creación del modelo de información BIM.

ÍNDICE

i.	DATOS GENERALES.....	152
ii.	VERSIÓN	152
iii.	VISIÓN GENERAL DEL PLAN BIM.	153
	RESUMEN EJECUTIVO.....	153
	DECLARACIÓN DE LA MISIÓN.....	153
iv.	INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....	154
	DATOS DEL PROPIETARIO.....	154
	TIPOLOGÍA DE PROYECTOS.....	155
	UBICACIÓN DEL PROYECTO Y DATOS DEL PREDIO.....	155
	DESCRIPCIÓN BREVE DEL PROYECTO.....	156
v.	PERSONAL CLAVE DEL PROYECTO.....	157
vi.	REQUERIMIENTOS EN EL EIR.....	157
vii.	METAS BIM.....	158
viii.	USOS BIM.....	158
ix.	ROLES Y RESPONSABILIDADES.....	160
x.	DIAGRAMAS BIM.....	163
	DIAGRAMA BIM DE FLUJO GENERAL.....	163
	DIAGRAMAS DE FLUJO DETALLADOS.....	165
xi.	INTERCAMBIOS DE INFORMACIÓN.....	168
xii.	ESTRATEGIA DE COLABORACIÓN.....	173
	ORGANIZACIÓN DE INTERCAMBIOS DE INFORMACIÓN.....	173
	REUNIONES DE COLABORACIÓN.....	177
	ESPACIO DE TRABAJO.....	178
	SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y GESTIÓN.....	179
	GUÍA DE ADMINISTRACIÓN DE INFORMACIÓN.....	179
xiii.	PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MODELOS....	181
	a) CONTROLES DE CALIDAD.....	181
xiv.	INFRAESTRUCTURA INFORMÁTICA.....	183
	b) SOFTWARE.....	183
	c) EQUIPO INFORMÁTICO Y DE CAPTURA DE DATOS.....	183
xv.	ESTRUCTURA DE ARCHIVOS Y MODELOS.....	184
	NOMENCLATURA DE ARCHIVOS.....	184

xvi. SISTEMAS DE MEDICIÓN Y COORDENADAS.	189
SISTEMA DE MEDICIÓN.	189
SISTEMA DE COORDENADAS RELATIVAS.....	190
SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS.....	190
xvii. REQUERIMIENTOS BIM DEL PROPIETARIO.	190
xviii. ESTÁNDARES PARA EL PROYECTO.	190
xix. NORMATIVA PARA EL PROYECTO.	191
xx. MODELOS 3D Y PLANIMETRÍA ENTREGABLES.....	191
xxi. INTEGRACIÓN DE BIM AL PROCESO DE REVISIÓN.	193
USO DE MODELOS IFC.....	193
DOCUMENTACIÓN DE CONTROL	195

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 19 Versión de Documento.....	152
Tabla 20 Datos del Propietario.....	154
Tabla 21 Tipología de Proyectos.....	155
Tabla 22 Ubicación del proyecto y datos del predio	155
Tabla 23 Descripción Breve del Proyecto	156
Tabla 24 Personal clave del proyecto	157
Tabla 25 Metas BIM.....	158
Tabla 26 Usos BIM.....	158
Tabla 27 Roles y responsabilidades	160
Tabla 28 Intercambios de Información	169
Tabla 29 Organización de los Intercambios	173
Tabla 30 Reuniones de Colaboración	177
Tabla 31 Administración del Entorno Común de Datos.....	179
Tabla 32 Clasificación de los Controles de Calidad	181
Tabla 33 Requerimiento de <i>Softwares</i>	183
Tabla 34 Requerimientos de Hardware.....	184

Tabla 35 Nomenclaturas tipo	184
Tabla 36 Nomenclaturas por archivo.....	185
Tabla 37 Responsables de Requerimientos BIM	190
Tabla 38 Estándares BIM.....	190
Tabla 39 Normativa por Diseño.....	191
Tabla 40 Desglose de entregables 3D	191
Tabla 41 Categoría de Elementos del proyecto	192
Tabla 42 Tabla de control de Documentación.....	195

I. DATOS GENERALES

El Plan de Ejecución BIM, tiene como base una adaptación a la norma británica “BSI PAS 1192-2: 2013 *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using Building Information modeling*”, lo estipulado en el documento “*Project Execution Planning Guide Version 2.0*”, la plantilla de Plan de Ejecución BIM de la universidad de Pennsylvania, la “Guía para la elaboración del Plan de Ejecución BIM” de BIM Implantación en España y la base en la norma NMX-C-527-1-ONNCCE-2017 por medio de la versión 1.0 del Plan de Ejecución BIM de Alejandro Rodríguez.

II. VERSIÓN

Conforme se realice alguna modificación en el documento que sea necesaria, se identificarán los puntos donde se ha realizado la modificación y se documentarán de manera cronológica las modificaciones por medio de la siguiente tabla.

Tabla 19 Versión de Documento

VERSIÓN	EMITIDO POR	FECHA
V 1.0	DCU-MHG	01/03/2021
-		

-		
-		
-		

III. VISION GENERAL DEL PLAN BIM.

RESUMEN EJECUTIVO.

El alcance principal es el de cumplir con el objetivo 3. De impulsar la participación del sector privado y otros organismos en la estrategia para completar la cadena de valor, del documento oficial de la Secretaría de Hacienda “Estrategia para la implementación del modelado de información de la construcción (MIC) en México”.

Como parte de los alcances, se busca fomentar el uso de *softwares* de modelado 3D, compatibles con la metodología BIM para generar un modelo con la información suficiente para la entrega de un proyecto, dividido en proyecto arquitectónico, proyecto estructural y proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias y, por medio de este modelo, obtener una licencia de obra nueva habitacional.

DECLARACIÓN DE LA MISIÓN.

La misión de este Plan de Ejecución BIM, es regular la transición al uso de una metodología de revisión CAD a una metodología BIM de revisión para los procesos de trámites de licencia de obra nueva de uso habitacional.

Se espera fomentar el uso de las herramientas BIM para la documentación a base de un modelo 3D que pueda ser utilizado no solo para los trámites y la revisión de reglamentos, sino también para la coordinación de la obra. Al mismo tiempo, el objetivo también es el de favorecer a las partes interesadas en hacer trámites de obra nueva de uso habitacional que antes de la emisión de esta serie de documentos ya trabajaban bajo una metodología BIM y tenían que aumentar su trabajo al ejecutar sus proyectos en un *software* CAD.

En este método de revisión se hacen notar dos partes principales: La parte interesada y la parte revisora. En este proceso, la parte interesada está conformada por un BIM *Modeler*, que será la persona o el equipo encargado de modelar el gemelo virtual 3D

del proyecto, un *Project Delivery Manager*, que será un D.R.O. En cualquier caso, estos dos roles pueden ser cubiertos por la figura del director responsable de obra. Esta parte es la que lleva a cabo un proyecto ejecutivo dividido en un proyecto arquitectónico, proyecto estructural y proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias. La parte revisora es una entidad que posee un *rulerset* que se usa en un *software* de revisión de código para evaluar si un proyecto, con base en un modelo tridimensional, cumple con las normas o la reglamentación requerida. Con el uso de *Code checking* por medio del *software SOLIBRI Office™*, se podrá hacer la automatización de revisión de parámetros de diseño con un *rulerset* propio basado en las necesidades de la Dirección de Desarrollo Urbano para los trámites de solicitud de licencia de obra nueva habitacional

Para hacer uso de los beneficios que conlleva la implementación de la metodología BIM, los intercambios de información se realizarán a través de un Entorno Común de Datos (CDE).

Una vez que existió el intercambio de la documentación del proyecto con el que se solicita la licencia de obra nueva, de la parte interesada a la parte revisora, la documentación en PDF será revisada por una persona que analizará los documentos mientras que la documentación en formato IFC, que es la propia de los modelos 3D, será sometida a la revisión de la reglamentación en el *software SOLIBRI Office™*.

IV. INFORMACIÓN DEL PROYECTO.

Las tablas del capítulo “Información del proyecto” estarán integradas en un documento llamado “Formato de inicio de solicitud de trámite.” Para ser rellenas de acuerdo al proyecto de la solicitud de licencia de obra nueva habitacional.

DATOS DEL PROPIETARIO.

Tabla 20 Datos del Propietario

DATOS	CONTENIDO
Nombre:	
Dirección:	

Nombre de calle y número:		
Ciudad:		
Estado y Código Postal:		
Número de contrato:		
Número de proyecto:		

TIPOLOGÍA DE PROYECTOS.

Tabla 21 Tipología de Proyectos

TIPOLOGÍA DE PROYECTO	
Nombre:	Obra nueva de uso habitacional unifamiliar

UBICACIÓN DEL PROYECTO Y DATOS DEL PREDIO.

Tabla 22 Ubicación del proyecto y datos del predio

DATOS	CONTENIDO	
CLAVE CATASTRAL		
Área		
Manzana y Lote		
Medida de Frente y Fondo		
DIRECCIÓN		
Calle y Número Oficial:		

Entre la calle y la calle		
Colonia		
Delegación		
DICTAMEN DE USO DE SUELO		
Número de Folio		
Fecha		
GEOLOCALIZACIÓN		
Coordenadas:		
Código Postal:		
Municipio:	Santiago de Querétaro	
Estado:	Querétaro	

DESCRIPCIÓN BREVE DEL PROYECTO.

Tabla 23 Descripción Breve del Proyecto

DATOS	CONTENIDO
Tipo de Licencia:	Obra nueva
Uso del Predio:	Habitacional-Unifamiliar
Número de edificios	*Depende del proyecto*
Número de niveles	*Depende de la normativa aplicable al uso de suelo*
Área	*Depende de la normativa aplicable al uso de suelo*

V. PERSONAL CLAVE DEL PROYECTO.

En esta lista se documentan las personas que intervienen en el proceso BIM. Se identificará a una persona encargada de cada rol, junto con los datos de la empresa, despacho o D.R.O. con quien se labore.

Las tablas del capítulo “Personal clave del proyecto” estarán integradas en un documento llamado “Formato de inicio de solicitud de trámite.” Para ser rellenas de acuerdo al proyecto de la solicitud de licencia de obra nueva habitacional.

Tabla 24 Personal clave del proyecto

ROL	NOMBRE	EMPRESA O DESPACHO	CORREO-E	TELÉFON O
PARTE REVISORA	PARTE REVISORA	-	-	-
PARTE INTERESADA	PROPIETARIO			
	BIM PROJECT DELIVERY MANAGER	CLAVE D.R.O.		
	BIM MODELER			
	CORRESPONSABLES			

VI. REQUERIMIENTOS EN EL EIR.

Los requerimientos de BIM específicos están estipulados en el documento EIR (Employer’s Information Requirements), documento en el que se basa este Plan de Ejecución BIM.

El requerimiento principal es el de usar modelos 3D con información, basados en una metodología BIM, para su revisión y aprobación en trámites de licencia de obra nueva de uso habitacional, por medio de revisión de códigos.

EMPLOYER'S INFORMATION REQUIREMENTS (EIR) GUÍA "Trámites de Licencia de Construcción con base en las necesidades de la Dirección de Desarrollo Urbano en el municipio de Querétaro con Metodología BIM."

VII. METAS BIM.

Tabla 25 Metas BIM

DESCRIPCIÓN DE LA META	PRIORIDAD (ALTA, MEDIA, BAJA)	USOS POTENCIALES BIM
Revisión de parámetros de diseño como coeficientes, áreas y medidas mínimas. Cumplimiento de reglamentación. Emisión de reportes de cumplimiento o incumplimiento.	ALTA	Code Validation
Creación de un modelo con un <i>software</i> 3D basado en un criterio para el diseño de un edificio. Generación de documentación a partir de un modelo 3D.	ALTA	Design Authoring
Manipulación a través de un modelo 3D para la coordinación de un proyecto de construcción. Generación de un modelo 3D interoperable. Advertencia de interferencias.	BAJA	3D Coordination

VIII. USOS BIM.

Con base en las necesidades de la Dirección de Desarrollo Urbano para la revisión de trámites de obra nueva habitacional, se han definido los usos BIM con base en las fases de los trámites de licencias.

Tabla 26 Usos BIM

FASE	USO BIM	BENEFICIO	COMPETENCIAS REQUERIDAS
INICIO DEL TRÁMITE	-	Entrega de documentación	-
GENERACIÓN DE PLANIMETRÍA Y DOCUMENTACIÓN	Design Authoring.	Planos constructivos más precisos.	Conocimientos de construcción aplicados a los modelos 3D.
INTERCAMBIO DE DATOS	3D Coordination.	Visualización de la construcción.	Manipulación de modelos 3D. Uso de CDE.
REVISIÓN DE CÓDIGO	Code Validation. 3D Coordination. Design Authoring.	Validar que el diseño de un proyecto se encuentre acorde a reglamentos específicos.	Manipulación de modelos 3D. Software de Model Checking. Códigos propios.
EMISIÓN DE IMPROCEDENCIAS	Code Validation.	Retroalimentación en el modelo 3D sobre el cumplimiento de los reglamentos.	Software de Model Checking. Códigos propios.
EMISIÓN DE LICENCIA DE OBRA NUEVA	Code Validation.	Validar que el diseño de un proyecto se encuentre acorde a reglamentos específicos.	Software de Model Checking. Códigos propios.

IX. ROLES Y RESPONSABILIDADES.

Se desarrolló una tabla en el que se dividieron los roles en dos partes principales: El rol de la parte revisora y los roles de la parte interesada. A estos roles se les adjudican ciertas responsabilidades, para ambas partes, para asegurar el aprovechamiento de la metodología BIM en la entrega.

Tabla 27 Roles y responsabilidades

PARTES	ROLES	RESPONSABILIDADES
PARTE REVISORA	PARTE REVISORA.	<p>La parte revisora tiene la responsabilidad de aprobar la documentación para realizar los trámites de licencia de obra nueva. Una vez aprobada debe proporcionar una carpeta en su entorno común de datos para la parte interesada.</p> <p>Para que la parte revisora pueda realizar una revisión a partir de un modelo IFC, es necesaria la generación de un documento llamado <i>rulerset</i> con el que basará la revisión de un diseño con el que la parte interesada busca obtener una licencia de obra nueva de uso habitacional. Tiene la responsabilidad de verificar el diseño de forma manual, además de hacer una revisión asistida con el uso del modelo por medio del documento <i>rulerset</i> en el software de revisión de códigos "SOLIBRI Office™", para verificar el cumplimiento de la reglamentación. Con ayuda de la revisión de código, la parte revisora debe de emitir un reporte sobre el cumplimiento o incumplimiento de la reglamentación a partir del modelo. Una vez hecha la revisión, es su deber compartir los reportes de imprecuencias en el proyecto con el <i>Project Delivery Manager</i>. En el caso de que el proyecto cumpla con las normativas que se le exigen, la parte revisora debe de emitir la licencia</p>
	CLAVE: PR	

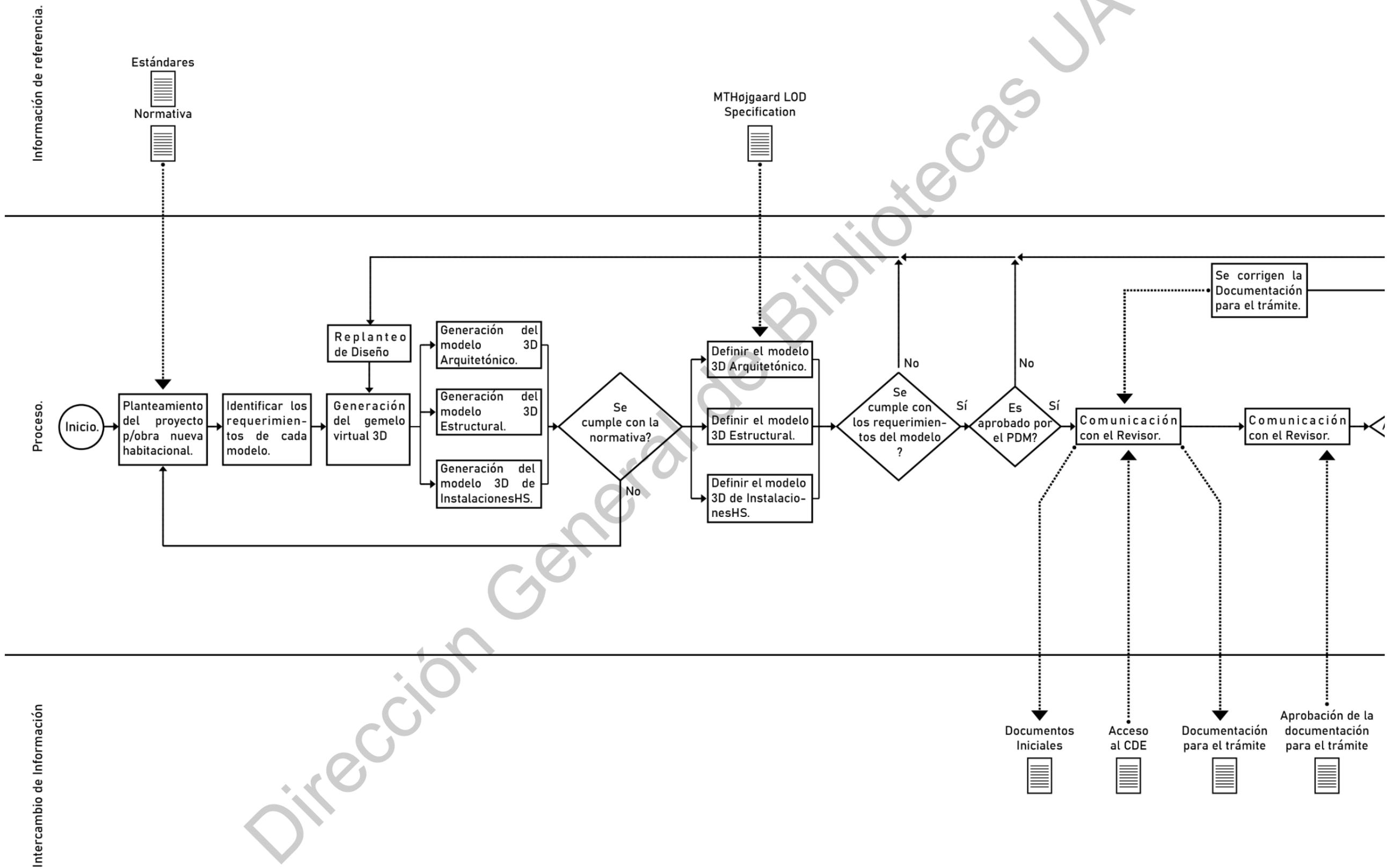
		de obra nueva de uso habitacional para el proyecto.
PARTE INTERESADA	PROPIETARIO.	Es considerado el dueño del proyecto con el cual se solicita la licencia de obra nueva habitacional y a partir de este momento, será representado por la figura del <i>Project Delivery Manager</i>
	PROJECT DELIVERY MANAGER.	El <i>Project Delivery Manager</i> es el encargado de asegurarse de que el diseño del modelo tridimensional del proyecto cumpla con los requerimientos establecidos por el propietario del proyecto además de los requerimientos establecidos en el documento EIR. Así mismo, tiene la responsabilidad de asegurarse de que el intercambio de información con la parte revisora sea realizado de forma exitosa. El rol del <i>Project Delivery Manager</i> tiene la responsabilidad de confirmar, a través del entorno común de datos, que la información del proyecto a entregar es veraz y que el modelo cumple con los niveles de definición y de información necesarios. La necesidad de que el proyecto debe de cumplir con la normativa que se solicita para un trámite de obra nueva, exige que el rol <i>Project Delivery Manager</i> corra a cargo de un Director Responsable de Obra. Este factor también le otorga la obligación de rechazar la información antes de compartirla en el entorno común de datos con la parte revisora.
	CLAVE: PDM	

		Una vez que cumpla con la normativa, los estándares y los requisitos para la solicitud de licencia de obra nueva es su deber hacer pública la información que previamente aprobó a la parte revisora.
BIM MODELER.		El <i>BIM Modeler</i> tiene la responsabilidad de modelar y de administrarle al modelo la información de acuerdo a los requerimientos establecidos en el EIR en cada uno de los elementos. Esta figura es quien debe de coordinar la unión de la información entre los proyectos arquitectónico, estructural y de instalaciones hidráulicas y sanitarias. Debe de confirmar que la información en el modelo es apta para publicarse y la debe compartir con el <i>Project Delivery Manager</i> . Esta figura puede subir información en el entorno común de datos, aunque esta debe de estar previamente aprobada por el <i>Project Delivery Manager</i> .
CLAVE: MB		

Dirección General de Bibliotecas UJAQ

X. DIAGRAMAS BIM.

DIAGRAMA BIM DE FLUJO GENERAL.



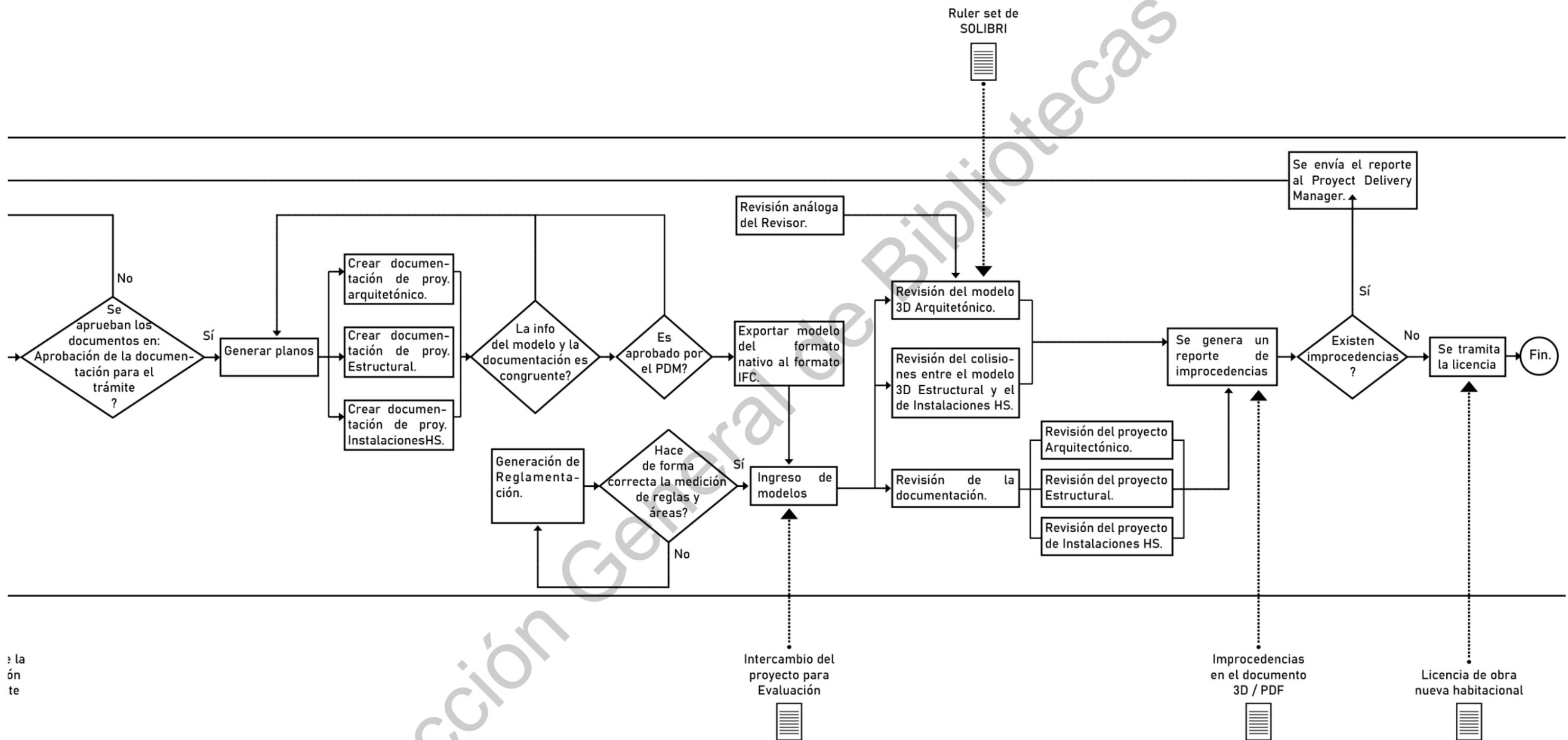
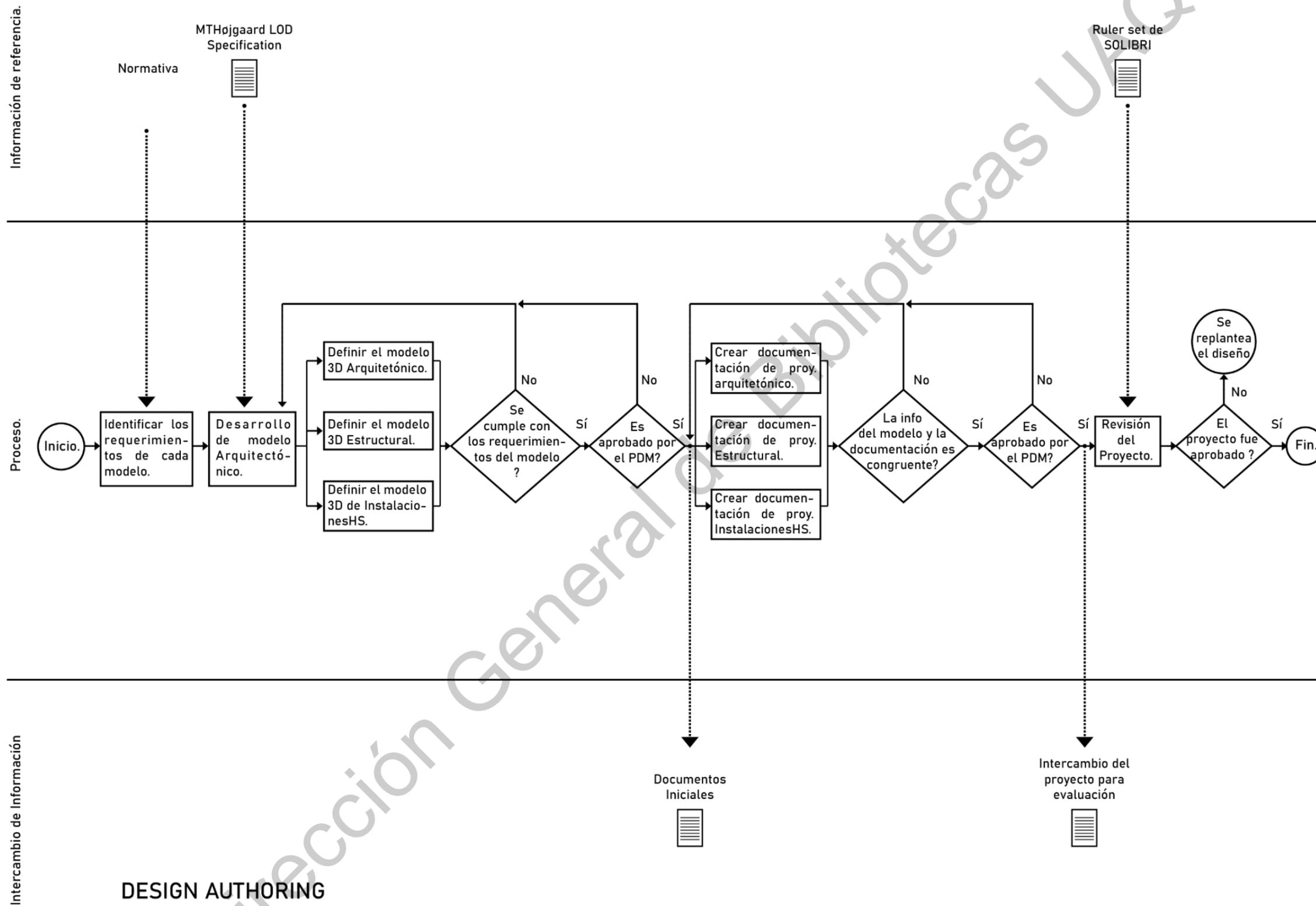


Diagrama 9 Diagrama BIM general.

DIAGRAMAS DE FLUJO DETALLADOS.



DESIGN AUTHORING

Diagrama 10 Diagrama BIM Design Authoring.

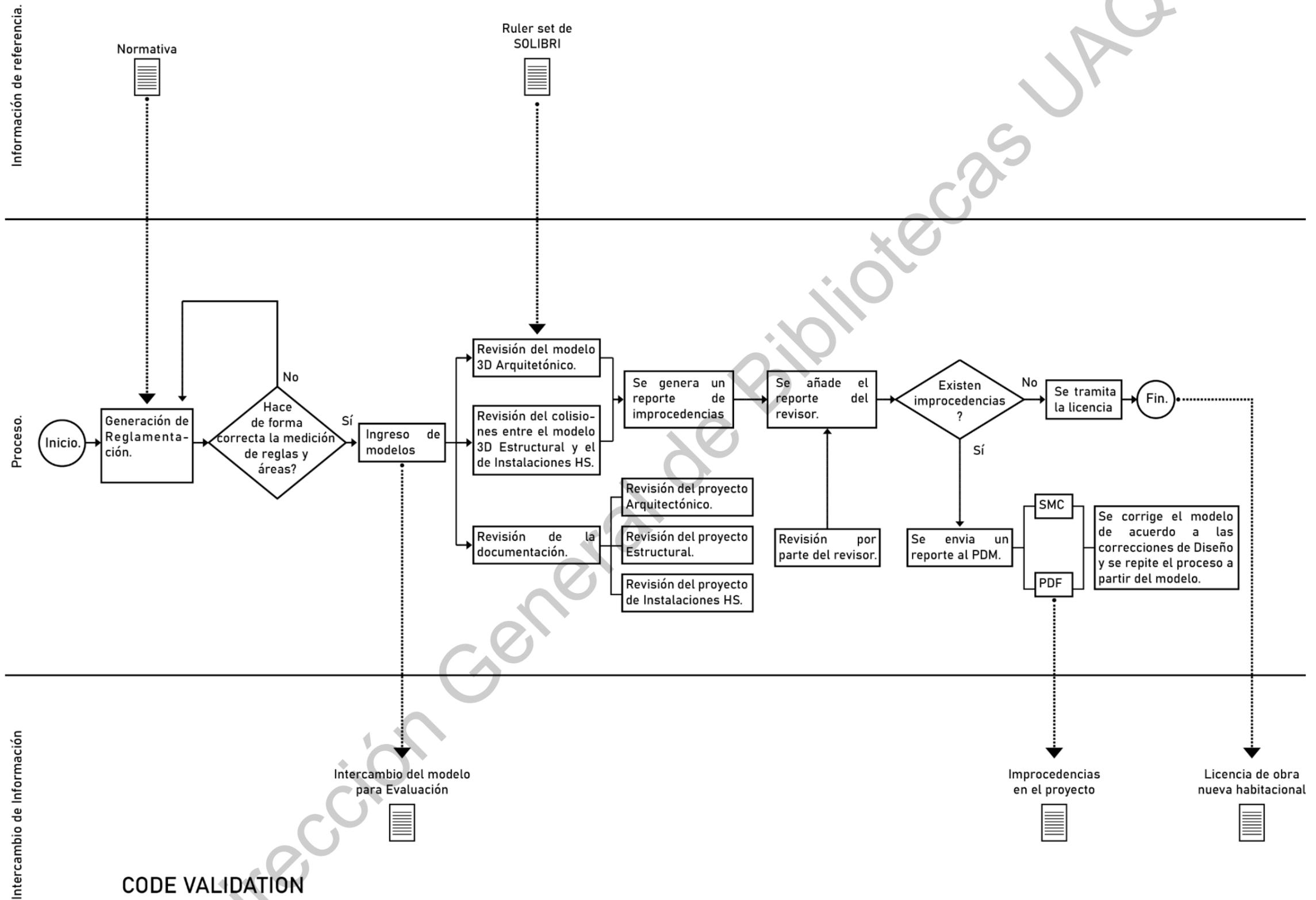


Diagrama 11 Diagrama BIM Code Validation.

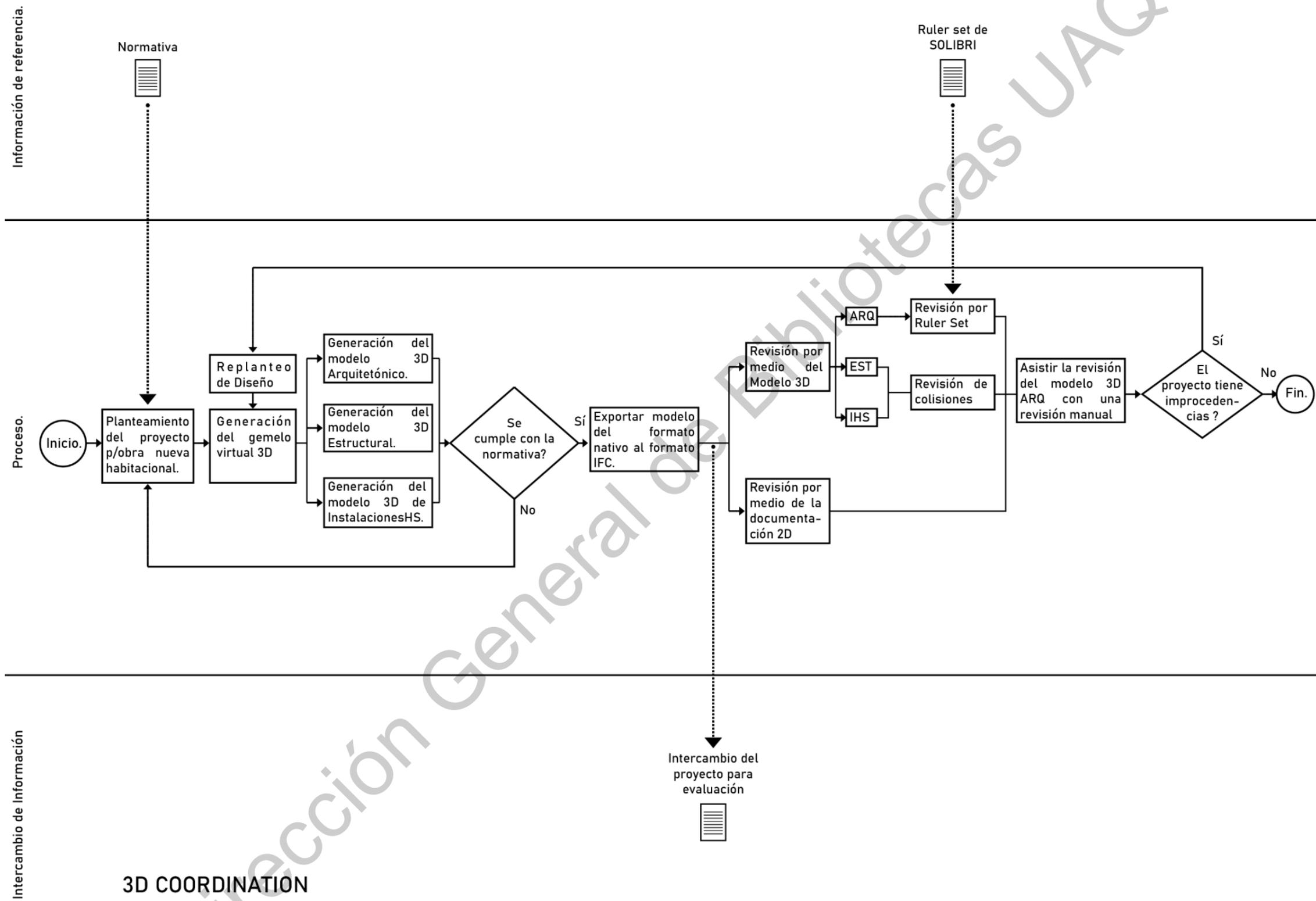
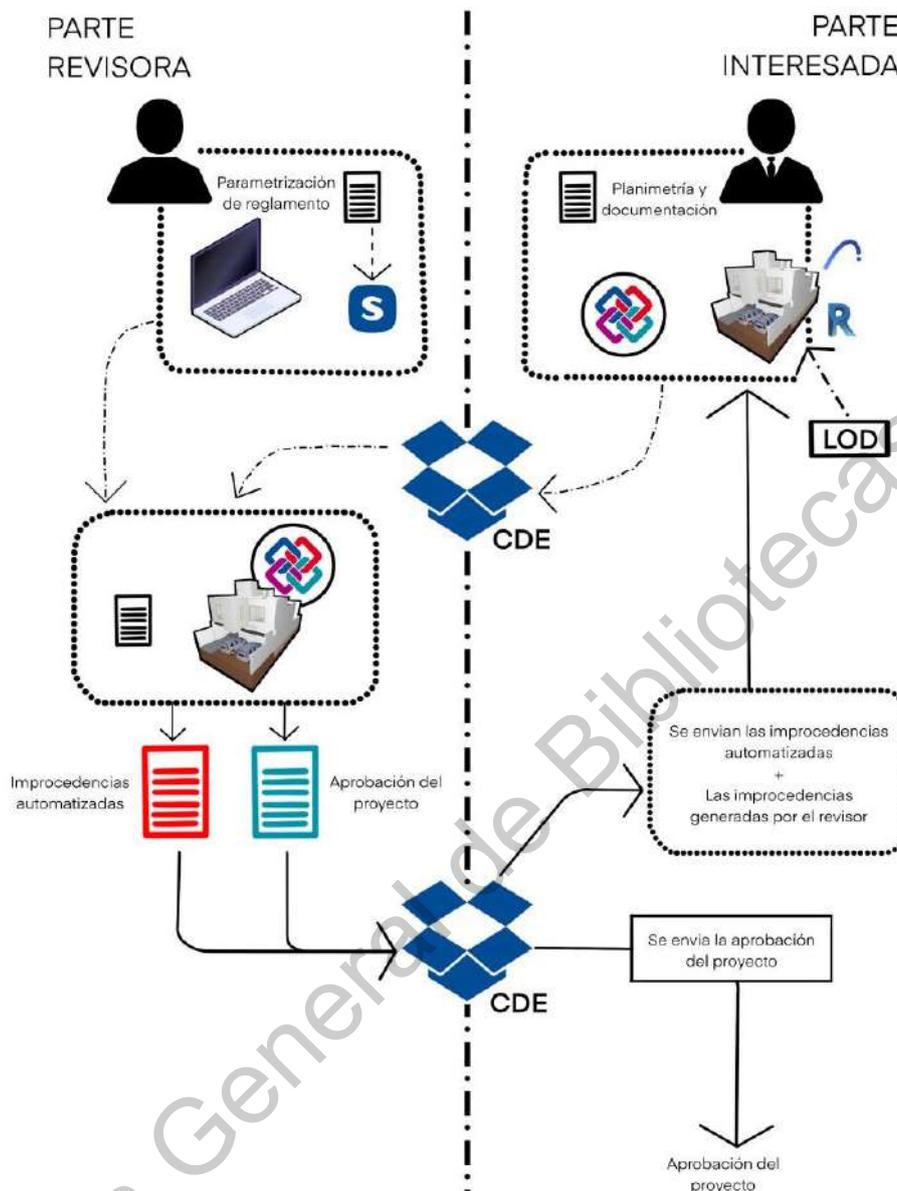


Diagrama 12 Diagrama BIM 3D Coordination.

DIAGRAMA SIMPLIFICADO



Una vez generada la información para la generación de la reglamentación parametrizada y para la generación de los proyectos, el proceso de revisión de proyectos es simplificado para la parte revisora y la parte interesada. Una vez creada la parametrización de las reglas a revisar y una vez realizado el proyecto con un software de modelado 3D con los niveles de definición, el proyecto podrá ser subido al entorno común de datos, para que el revisor pueda acceder a la información. Con las herramientas establecidas para la revisión y el modelo virtual 3D, se podrá generar la revisión de las reglas para emitir un reporte de improcedencias que será adjudicado en el entorno común de datos para que la parte interesada pueda verificar el estado de su proyecto, ya sea aprobado o con improcedencias.

XI. INTERCAMBIOS DE INFORMACIÓN.

En las siguientes tablas se establecen los documentos a entregar, ya sean documentos PDF, documentos de texto o modelos tridimensionales. En las siguientes tablas se establecerán los medios en los cuales se harán los intercambios de información de acuerdo a las fases de la entrega de la documentación.

Tabla 28 Intercambios de Información

DOCUMENTOS INICIALES.	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Formato de inicio de solicitud de trámite. ANEXO I	PDF.
Solicitud y carta responsiva, firmadas por el o de los propietarios, D.R.O y corresponsable(s) si estos dos últimos aplicasen.	PDF.
ACCESO AL ENTORNO COMÚN DE DATOS.	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Acceso a la carpeta para el trámite de obra nueva en el Entorno Común de Datos. ANEXO II	TXT.
DOCUMENTACIÓN PARA EL TRÁMITE	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Escrituras de propiedad o constancia notarial que indique superficie, medidas y colindancias del predio.	PDF.
Acreditación de la personalidad jurídica del/ de los solicitantes (identificación oficial vigente y poder notarial que otorgue el/la propietario/a del predio, este último en caso de persona moral o distinta al/la propietario/a).	PDF.
Acta constitutiva de la empresa propietaria del predio.	N/A
Oficio y plano de autorización de proyecto por parte de los condóminos (protocolización del acta de asamblea de condóminos en la que faculte a quien/es autoricen el	N/A

proyecto, e identificación oficial de los mismos), en caso de que el predio forme parte de un condominio.	
Certificado de Número Oficial Autorizado.	PDF.
Alineamiento vigente.	PDF.
Contrato o último recibo agua potable y servicio sanitario.	PDF.
Bitácora de Obra.	PDF.
Dictamen de Uso de Suelo para obras con uso distinto al habitacional unifamiliar.	N/A
Director Responsable de Obra (D.R.O) con credencial del colegio correspondiente vigente.	PDF.
Credencial del colegio correspondiente de/de los Corresponsable/s vigente.	PDF.
Oficio y Plano de autorización de Dictamen de Impacto en movilidad.	PDF.
Oficio y plano de autorización de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.	PDF.
Aprobación del Estudio de Impacto Ambiental.	PDF.
Oficios y plano/s de licencia/s anterior/es autorizado/s.	PDF.
Fotografías a color.	PDF.
Pagos de impuesto predial al corriente.	PDF.
APROBACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL TRÁMITE	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Aprobación de la documentación para el trámite.	TXT. O PDF.
INTERCAMBIO DEL PROYECTO PARA EVALUACIÓN	
APROBACIÓN DE MODELO ARQUITECTÓNICO.	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Modelo del proyecto arquitectónico.	IFC.
Planimetría de proyecto arquitectónico.	PDF.

APROBACIÓN DE MODELO ESTRUCTURAL.	
Modelo del proyecto estructural.	IFC.
Planimetría de proyecto estructural.	PDF.
APROBACIÓN DE MODELO DE INST HS.	
Modelo del proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias.	IFC.
Planimetría de proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias.	PDF.

Tabla 29 MIDP CON LOD

APROBACIÓN DE MODELOS							
DISCIPLINA	ELEMENTO	PROYECTO ARQ		PROYECTO STR		PROYECTO IHS	
		LOD		LOD		LOD	
		Geometry	Properties	Geometry	Properties	Geometry	Properties
TERRENO	Terreno	200	200	/	/	/	/
	Excavaciones	200	200	/	/	/	/
ARQUITECTÓNICO	Habitaciones	200	100	/	/	/	/
	Cubiertas	200	200	/	/	/	/
	Fachadas aligeradas	200	200	/	/	/	/
	Fachadas sólidas	200	200	/	/	/	/
	Muros aligerados interiores	200	200	/	/	/	/
	Suelos/Rampas	200	200	/	/	/	/
	Cielos	200	200	/	/	/	/

	Elevador	200	100	/	/	/	/
	Puerta	300	200	/	/	/	/
	Ventana	300	200	/	/	/	/
	Mobiliario (Habitaciones)*	200	N/A	/	/	/	/
ESTRUCTURAL	Cimentación	/	/	300	200	/	/
	Firme de concreto	/	/	300	100	/	/
	Losas de Concreto	/	/	300	100	/	/
	Vigas de acero	/	/	300	200	/	/
	Vigas de concreto	/	/	300	200	/	/
	Muros de concreto	/	/	200	200	/	/
	Columnas de concreto	/	/	300	200	/	/
	Marcos de Acero	/	/	300	200	/	/
INSTALACIONES	Aparatos Sanitarios (Habitaciones)*	200	N/A	/	/	200	N/A
	Equipos mecánicos (Habitaciones)*	200	N/A	/	/	200	N/A
	Tuberías/ Accesorios	/	/	/	/	300	300
	Drenaje/ Accesorios	/	/	/	/	300	300

*Aquellos elementos que cuenten con la leyenda “(Habitaciones)”, son elementos que no se encuentran definidos directamente dentro de la “MTHØJGAARD LOD SPECIFICATION,” pero que su nivel de definición gráfico seguirá la especificación establecida para el elemento “Habitación.”

Tabla 30 Emisión de impropiedades / licencia

IMPROPIEDADES EN EL DOCUMENTO 3D.	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Archivo en formato <i>SOLIBRI Anywhere</i> ™ de reporte de impropiedades.	SMC.

IMPROCEDENCIAS EN PDF.	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Reporte de improcedencias en PDF.	PDF.
LICENCIA DE OBRA NUEVA HABITACIONAL.	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Licencia de Obra Nueva de uso Habitacional.	PDF.

XII. ESTRATEGIA DE COLABORACIÓN.

ORGANIZACIÓN DE INTERCAMBIOS DE INFORMACIÓN.

En la siguiente tabla se estipulan los intercambios de información con la especificación de qué roles intervienen, qué rol es el encargado de generar la información y que rol es el encargado de recibir esa información. Se estipula el software con el que se recomienda generar la información o con el que se solicita en un caso específico.

Tabla 31 Organización de los Intercambios

FASE	NOMBRE DEL INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN	RESPONSABLE DE EMISIÓN	EQUIPO QUE RECIBIRÁ LA INFORMACIÓN	SOFTWARE Y VERSIÓN RECOMENDADA*	MEDIO DE INTERCAMBIO	UBICACIÓN	FORMATO DE INTERCAMBIO
INICIO DEL TRÁMITE	Documentos iniciales.	Project deliver y manager.	Parte revisor a.	Adobe Acrobat Reader.*	Correo electrónico o visita física.	Correo Electrónico	PDF

	Acceso al Entorno común de datos.	Parte revisor a	Project deliver y manager.	Bloc de notas o Microsoft Word*	Correo electrónico o visita física.	Correo Electrónico	TXT o PDF
	Documentación para el trámite.	Project deliver y manager.	Parte revisor a.	Adobe Acrobat Reader. *	Correo electrónico y CDE.	DOCS. Carpeta Raíz de Documentos	PDF
	Aprobación de la documentación para el trámite	Parte revisor a.	Project deliver y manager.	Adobe Acrobat Reader. *	CDE.	RESPUESTA Carpeta Raíz de Respuesta	TXT o PDF
GENERACIÓN DE PLANIMETRÍA Y DOCUMENTACIÓN	Aprobación de planimetría	BIM modeler.	Project deliver y manager.	ArchiCAD ® V22. *	Intercambio interno.	N/A	PDF
	Aprobación de modelo Arquitectónico.	BIM modeler.	Project deliver y manager.	ArchiCAD ® V22. *	Intercambio interno.	N/A	IFC. o PLN . *
	Aprobación de modelo Estructural.	BIM modeler.	Project deliver y	ArchiCAD ® V22. *	Intercambio interno.	N/A	IFC. o PLN . *

INTERCAMBIO DEL PROYECTO PARA EVALUACIÓN			manag er.				
	Aprobación de modelo de Inst HS.	BIM modele r.	Project deliver y manag er.	ArchiCAD ® V22. *	Intercam bio interno.	N/A	IFC. o PLN . *
	Planimetría de proyecto ARQ, EST e IHS.	Project deliver y manag er.	Parte revisor a	ArchiCAD ® V22. *	CDE	ARQ	PDF
						EST	
						IHS	
Modelo Arquitectónico.	Project deliver y manag er.	Parte revisor a	ArchiCAD ® V22. *	CDE	ARQ Carpeta Raíz de Arquitectur a	IFC.	
Modelo Estructural.	Project deliver y manag er.	Parte revisor a	ArchiCAD ® V22. *	CDE	EST Carpeta Raíz de Estructura s	IFC.	
Modelo de Inst HS.	Project deliver y manag er.	Parte revisor a	ArchiCAD ® V22. *	CDE	IHS Carpeta Raíz de Instalacion es Hidráulica	IFC.	

						s y Sanitarias	
REVISIÓN DE CÓDIGO	Revisión de código.	Parte revisora.	N/A.	SOLIBRI Office™.	N/A.	N/A	SM C.
EMISIÓN DE IMPROCEDENCIAS	Improcedencias en el documento 3D.	Parte revisora.	Project deliver y manager.	SOLIBRI Anywhere™.	CDE.		SM C.
	Improcedencias en PDF.	Parte revisora.	Project deliver y manager.	Adobe Acrobat Reader.*	CDE.		PDF .
EMISIÓN DE LICENCIA DE	Licencia de Obra Nueva Habitacional .	Parte revisora.	Project deliver y manager.	Adobe Acrobat Reader.*	CDE.		PDF .

*El software de modelado 3D para cumplir con la metodología BIM no es definido, para proporcionar la flexibilidad suficiente para que la parte interesada pueda hacer uso de cualquier software que permita generar la volumetría y la documentación requerida además de la exportación obligatoria a un formato IFC, por lo cual, se recomienda el software ArchiCAD® para este fin.

*El software de lectura de los documentos con formato PDF. No será definido. Sin embargo, se recomienda el uso del software Adobe Acrobat Reader.

El nivel de definición geométrico y de información de los elementos en el modelo se define en el capítulo “XIX. MODELOS 3D Y PLANIMETRÍA ENTREGABLES.”

REUNIONES DE COLABORACIÓN.

En esta tabla se establecen los encuentros físicos entre la parte revisora y la parte interesada, de ser necesarios, por algún problema que pueda residir en la comunicación por correo electrónico o por fallas en el entorno común de datos.

De igual forma se establecerán los encuentros si las imprecisencias provenientes del modelo 3D generan una discrepancia en la parte interesada y esta requiera de una revisión más específica.

Tabla 32 Reuniones de Colaboración

TIPO DE REUNIÓN	ETAPA DE PROYECTO	DE FRECUENCIA	PARTICIPANTES	UBICACIÓN
Juntas por intercambio de información				
Presencia I	DOCUMENTOS INICIALES.	De una a dos reuniones de acuerdo a los inconvenientes de la información o del entorno común de datos.	1 persona de la parte revisora y el BIM Modeler o el Project Delivery Manager.	Instalaciones de la parte revisora.
				Zoom Meetings.
Presencia I	DOCUMENTACIÓN PARA EL TRÁMITE	De una a dos reuniones de acuerdo a los inconvenientes de la información o del entorno común de datos.	1 persona de la parte revisora y el BIM Modeler o el Project Delivery Manager.	Instalaciones de la parte revisora.
	INTERCAMBIO DEL PROYECTO PARA EVALUACIÓN			Zoom Meetings.
Juntas por discrepancias por imprecisencias				

Presencia I	IMPROCEDENCIA S EN EL DOCUMENTO 3D.	Las requeridas.	1 persona de la parte revisora y el BIM Modeler y el Project Delivery Manager.	Instalacione s de la parte revisora.
	IMPROCEDENCIA S EN PDF.			Zoom Meetings.

ESPACIO DE TRABAJO.

Uno de los objetivos de la metodología aplicada a la revisión de los proyectos por medio de la revisión con documentos en un entorno común de datos es el de fomentar que los intercambios de información para la realización del trámite de licencia de obra nueva habitacional sean de forma remota en su totalidad o en gran parte, permitiendo a la parte interesada disponer de su propio espacio para la ejecución de la solicitud. Si son necesarias, se podrán realizar revisiones presenciales donde se presenten dudas que no pudieran ser comprensibles con la emisión de las improcedencias junto con los reportes de revisión.

Se sugiere que los requerimientos mínimos del espacio de trabajo para la parte interesada sean una estación de trabajo en la que se cuente con computador que cumpla con los requerimientos mínimos del apartado “Equipo informático y de captura de datos” para los usos *Design Authoring* y *3D Coordination*, además de contar con alimentación eléctrica y conexión a internet.

Se sugiere que los requerimientos mínimos del espacio de trabajo para la parte revisora sean una estación de trabajo en la que se cuente con computador que cumpla con los requerimientos mínimos del apartado “Equipo informático y de captura de datos” para el uso de *Code Validation*, que se cuente con alimentación eléctrica y conexión a internet, un espacio específico para solventar una reunión presencial entre la parte interesada, representada por el *Project Delivery Manager* en compañía del *BIM Modeler* y la parte revisora donde se puedan revisar las improcedencias y el reporte de revisión.

SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y GESTIÓN.

El sistema de control de comunicaciones entre la parte revisora o la parte interesada consta en dos partes. La primera consta en un medio de comunicación por correo electrónico. Por medio de correo electrónico se mandarían los documentos definidos en el intercambio de información llamado “Documentos Iniciales”. Una vez verificados los “Documentos Iniciales” y aprobados, se enviará por este mismo medio, la información necesaria para acceder a una carpeta específica para administrar la información en un entorno común de datos.

La información será enviada al correo obranuevahabitacional@tramitesqro.com

Por este mismo medio, se responderá la solicitud con la información necesaria para acceder al entorno común de datos, del cual, la parte revisora será la propietaria, para poder realizar los intercambios de datos correspondientes a la solicitud de licencia.

GUÍA DE ADMINISTRACIÓN DE INFORMACIÓN.

Para recabar la información se estableció un servicio de almacenamiento en la nube denominado CDE por sus siglas en inglés de “*Common Data Environment*” o Entorno común de datos, a la cual, la parte interesada podrá acceder, con la información enviada previamente, a una carpeta específica para su trámite de obra nueva habitacional, donde se podrá realizar el intercambio de información.

Para los trámites de obra nueva de uso habitacional se ha definido la plataforma “Dropbox”. La estructura dentro del entorno común de datos, así como dónde deberán ser subidos los intercambios de información será la siguiente.

Tabla 33 Administración del Entorno Común de Datos

UBICACIÓN DEL PROYECTO	ESTRUCTURA DE UBICACIÓN/ ARCHIVOS	TIPO DE ARCHIVOS	DE	PROTECCIÓN CON CONTRASEÑA	PERSONA O EQUIPO A CARGO
CLAVE DEL PROYECTO	Carpeta Raíz General	Carpeta		Si	Parte revisora
01_DOCS	Carpeta Raíz de Documentos	Carpeta		No	Parte revisora

	Documentación para el trámite.	PDF.	No	BIM Project delivery manager
02_ARQ	Carpeta Raíz de Arquitectura	Carpeta	No	Parte revisora
	Modelo del proyecto arquitectónico.	IFC.	No	BIM Project delivery manager
	Planimetría de proyecto arquitectónico.	PDF.	No	BIM Project delivery manager
03_EST	Carpeta Raíz de Estructuras	Carpeta	No	Parte revisora
	Modelo del proyecto estructural.	IFC.	No	BIM Project delivery manager
	Planimetría de proyecto estructural.	PDF.	No	BIM Project delivery manager
04_IHS	Carpeta Raíz de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias	Carpeta	No	Parte revisora
	Modelo del proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias.	IFC.	No	BIM Project delivery manager
	Planimetría de proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias.	PDF.	No	BIM Project delivery manager

05_RESPUESTA	Carpeta Raíz de Respuesta	Carpeta	No	Parte revisora
	Aprobación de la documentación para el trámite	PDF.	No	Parte revisora
	Emisión de Improcedencias	PDF.	No	Parte revisora
	Emisión de Licencia de obra nueva.	PDF.	No	Parte revisora

XIII. PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS MODELOS.

a) CONTROLES DE CALIDAD.

El control de calidad del diseño en el modelo será realizado a partir de un modelo tridimensional en formato IFC, de acuerdo a cada uno de los 3 proyectos estipulados para la solicitud de licencia de obra nueva, que son: Proyecto arquitectónico, proyecto estructural y proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias. Para la gestión de los datos dentro de los modelos, se utilizará el software *SOLIBRI Office™*. Para asegurar el cumplimiento de los modelos, se creará un *rulerset* con el que analizar estos modelos.

La revisión del diseño será asistida por una profesional de la parte revisora, quien coordinará la manipulación del modelo IFC dentro del software *SOLIBRI Office™*.

Tabla 34 Clasificación de los Controles de Calidad

CHEQUEO	DEFINICIÓN	PARTE RESPONSABLE	SOFTWARE	FRECUENCIA
VISUALIZACIÓN 3D	El software permite la visualización de los archivos IFC como modelos 3D, así	Parte revisora	SOLIBRI Office™.	Por cada revisión

	como la revisión de sus elementos.			
DETECCIÓN DE COLISIONES	Detecta problemas en el modelo referente a una sobreposición y solapamiento de elementos 3D, que puedan generar un choque.	Parte revisora	SOLIBRI Office™.	1 por cada versión
MEDICIONES	Permite la medición de los elementos y los espacios dentro del modelo.	Parte revisora	SOLIBRI Office™.	Por cada revisión
CONTROL DE CAMBIOS	Permite analizar los cambios y las diferencias entre cada versión del modelo, para facilitar la gestión de la información del modelo para su revisión.	Parte revisora	SOLIBRI Office™.	Entre cada versión
COMPROBACIÓN DE ESPACIOS	Detecta las medidas de un espacio, así como sus metros cuadrados para identificar el cumplimiento con respecto a medidas mínimas.	Parte revisora	SOLIBRI Office™.	1 por cada versión
COORDINACIÓN ENTRE DISCIPLINAS	La generación de un modelo federado (que consta en la unión de modelos de distintas disciplinas en un solo modelo 3D)	Parte revisora	SOLIBRI Office™.	Por cada revisión
COMPROBACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE NORMAS	Generación de conjunto de reglas para revisión de diseño en un proyecto.	Parte revisora	SOLIBRI Office™.	Por cada revisión

Para la documentación del *rulerset* será generado un documento externo, denominado "Programación de reglas en SOLIBRI".

XIV. INFRAESTRUCTURA INFORMÁTICA.

a) SOFTWARE.

Tabla 35 Requerimiento de *Softwares*

USO BIM	DISCIPLINA	SOFTWARE RECOMENDADO*	VERSIÓN RECOMENDADA
Design Authoring	Arquitectura	ArchiCAD®*	ArchiCAD® 22
	Estructura	ArchiCAD®*	ArchiCAD® 22
	Inst. Hidráulicas y Sanitarias	ArchiCAD®*	ArchiCAD® 22
Code Validation	Revisión	SOLIBRI Office™.	V9.9.3
		Adobe Acrobat Reader*	N/A
3D Coordination	Chequeo de Revisión.	SOLIBRI Anywhere™.	V9.7.20

b) EQUIPO INFORMÁTICO Y DE CAPTURA DE DATOS.

Tabla 36 Requerimientos de Hardware

USO BIM	HARDWARE	PROPIETARIO DEL HARDWARE	ESPECIFICACIONES/ REQUERIMIENTOS MÍNIMOS	
Code Validation	Computador	Parte revisora	Procesador	Intel Core i7
			64-bit	AMD Ryzen
			Sistema Operativo	Microsoft Windows 10 macOS Mojave
			Tarjeta Gráfica	NVIDIA GeForce GTX 1060 AMD Radeon RX 570
			RAM	16 GB RAM
			ROM	-
Design Authoring 3D Coordination	Computador	BIM Modeler/ Project delivery manager	Procesador	Intel Core i5
			64-bit	AMD Ryzen 5
			Sistema Operativo	Windows 8 macOS 10.12 Sierra
			Tarjeta Gráfica	NVIDIA Quadro FX AMD FireGL series
			RAM	8GB
			ROM	5GB software + 10GB mínimo por proyecto

XV. ESTRUCTURA DE ARCHIVOS Y MODELOS.

NOMENCLATURA DE ARCHIVOS.

Tabla 37 Nomenclaturas tipo

NOMENCLATURAS							
Número de solicitud	A01-001002003*						
Número de D.R.O.	001*						
Delegación	CH	EG	FCP	FOS	JVH	SRJ	VCR
Uso de suelo	De acuerdo a la normatividad por zonificación**						
Disciplina	ARQDU		EST		IHS		
Documento	De acuerdo al documento***						
Rol	PR		PDM		BM		
Tipo de licencia	ONH						
Versión****	V01						

* Ejemplo

** De acuerdo a lo estipulado por los Planes Parciales de Desarrollo Urbano y Cartas Urbanas.

*** Siglas o palabras clave de acuerdo a los documentos a entregar, que son especificados en las siguientes tablas.

****Únicamente en los documentos o modelos donde se indique.

Tabla 38 Nomenclaturas por archivo

"Número-de-D.R.O." _ "Delegación" _ "Uso-de-suelo" _ "Documento" _ "Rol" _ "Trámite".		
	Documento	Nombre → Ejemplo
-	ASUNTO DE CORREO →	SOLICITUD: ONH_001
1	Formato de inicio de solicitud de trámite. ANEXO I	001_EG_H3_FORMATO_PDM_ONH.docs
2	Solicitud y carta responsiva, firmadas por el o de los propietarios,	001_EG_H3_SOLICITUD_PDM_ONH.pdf

D.R.O.	y	
corresponsable(s)	si	
estos dos últimos		
aplicasen.		

“Número-de-D.R.O.” _ “Delegación” _ “Uso-de-suelo” _ “Documento” _ “Rol” _ “Trámite”.

	Documento	Nombre → Ejemplo
-	ASUNTO DE CORREO →	RESPUESTA: ONH_001
1	Acceso a la carpeta para el trámite de obra nueva en el Entorno Común de Datos.	001_EG_H3_RESPUESTA_PR_ONH.pdf

“Número-de-solicitud” _ “Número-de-D.R.O.” _ “Delegación” _ “Uso-de-suelo” _ “Documento” _ “Rol” _ “Trámite”.

	Documento	Nombre → Ejemplo
1	Escrituras de propiedad o constancia notarial que indique superficie, medidas y colindancias del predio.	A01-001002003_001_EG_H3_ESCRITURAS_PDM_ONH.pdf
2	Acta constitutiva de la empresa propietaria del predio.	A01-001002003_001_EG_H3_ACTA-CONST_PDM_ONH.pdf

3	Certificado de Número Oficial Autorizado.	A01-001002003_001_EG_H3_ _PDM_ONH.pdf	NUM-OF
4	Alineamiento vigente.	A01-001002003_001_EG_H3_ALINEAMIENTO_PDM_ONH.pdf	
5	Contrato o último recibo agua potable y servicio sanitario.	A01-001002003_001_EG_H3_AGUA-SAN_PDM_ONH.pdf	
6	Bitácora de Obra.	A01-001002003_001_EG_H3_BITÁCORA_PDM_ONH.pdf	
7	Director Responsable de Obra (D.R.O) con credencial del colegio correspondiente vigente.	A01-001002003_001_EG_H3_DRO_PDM_ONH.pdf	
8	Credencial del colegio correspondiente de/de los Corresponsable/s vigente.	A01-001002003_001_EG_H3_CORRESP_PDM_ONH.pdf	
9	Oficio y Plano de autorización de Dictamen de Impacto en movilidad.	A01-001002003_001_EG_H3_MOV_PDM_ONH.pdf	
10	Oficio y plano de autorización de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.	A01-001002003_001_EG_H3_SCT_PDM_ONH.pdf	

11	Aprobación del Estudio de Impacto Ambiental.	A01-001002003_001_EG_H3_AMBIENTAL_ _ONH.pdf	PDM
12	Oficios y plano/s de licencia/s anterior/es autorizado/s.	A01-001002003_001_EG_H3_LIC-ANTERIOR_ _ONH.pdf	PDM
13	Fotografías a color.	A01-001002003_001_EG_H3_FOTO_ _ONH.pdf	PDM
14	Pagos de impuesto predial al corriente.	A01-001002003_001_EG_H3_PREDIAL_ PDM_ONH.pdf	PDM

“Número-de-solicitud” _ “Número-de-D.R.O.” _ “Delegación” _ “Uso-de-suelo” _ “Documento” _ “Rol” _ “Trámite”.

	Documento	Nombre → Ejemplo
1	Aprobación de la documentación para el trámite	A01-001002003_001_EG_H3_APROBACIÓN_ _ONH.pdf

“Número-de-solicitud” _ “Número-de-D.R.O.” _ “Delegación” _ “Uso-de-suelo” _ “Documento” _ “Rol” _ “Trámite Versión”.

	Modelo / Planos	Nombre → Ejemplo
1	Modelo Arquitectónico	A01-001002003_001_EG_H3_ARQ_ _ONH_V01.ifc
2	Planimetría proy. Arquitectónico	A01-001002003_001_EG_H3_ARQ_ _ONH_V01.pdf
3	Modelo Estructural	A01-001002003_001_EG_H3_STR_ _ONH_V01.ifc
4	Planimetría proy. Estructural	A01-001002003_001_EG_H3_STR_ _ONH_V01.pdf
5	Modelo Instalaciones IH.	A01-001002003_001_EG_H3_IHS_ _ONH_V01.ifc

6	Planimetría proy. Instalaciones IH.	A01- 001002003_001_EG_H3_IHS_PDM_ONH_V01.pdf
---	--	---

“Número-de-solicitud” _ “Número-de-D.R.O.” _ “Delegación” _ “Uso-de-suelo” _ “Documento” _ “Rol” _ “Trámite Versión”.

	Modelo / Planos	Nombre → Ejemplo
1	Archivo en formato <i>SOLIBRI Anywhere™</i> de reporte de improcedencias.	A01- 001002003_001_EG_H3_ARQ_PR_ONH_V01.smc
2	Reporte de improcedencias en PDF.	A01- 001002003_001_EG_H3_ARQ_PR_ONH_V01.pdf

“Número-de-solicitud” _ “Número-de-D.R.O.” _ “Delegación” _ “Uso-de-suelo” _ “Documento” _ “Rol” _ “Trámite”.

	Modelo / Planos	Nombre → Ejemplo
1	Licencia de Obra Nueva de uso Habitacional.	A01- 001002003_001_EG_H3_LICENCIA_PR_ONH.pdf

XVI. SISTEMAS DE MEDICIÓN Y COORDENADAS.

SISTEMA DE MEDICIÓN.

El sistema de medición de los modelos para los trámites de solicitud de obra nueva habitacional será el sistema métrico decimal con base en metros. El número de decimales en que se realizarán las medidas de coeficientes y áreas y medidas lineales, serán de cuatro dígitos.

SISTEMA DE COORDENADAS RELATIVAS

El requerimiento de sistema de coordenadas relativas exige que las coordenadas geográficas estén vinculados al punto (0,0,0), conocido como “Hotpoint”, del software en el que se realizará el modelado de información, que en este caso se recomienda que sea ArchiCAD® en su versión 22.

SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Las coordenadas que harán referencia a la ubicación geográfica donde los proyectos serán emplazados será a partir del sistema de coordenadas cartográficas.

Latitud: _

Longitud: _

MSNM: _

*Se requiere que un objeto anotativo acote en los modelos tridimensionales en el punto (0,0,0) del software, las coordenadas geográficas donde se situará el proyecto.

*

XVII. REQUERIMIENTOS BIM DEL PROPIETARIO.

Tabla 39 Responsables de Requerimientos BIM

REQUERIMIENTO BIM	EQUIPO RESPONSABLE
Design Authoring	Parte Responsable
Code Validation	Parte Interesada
3D Coordination	Parte Responsable / Parte Interesada

XVIII. ESTÁNDARES PARA EL PROYECTO.

Los siguientes estándares son relacionados a la construcción del modelo virtual y han sido utilizados como base para la generación de este Plan de Ejecución BIM a partir de lo establecido dentro del documento *Employer's Information Requirements*.

Tabla 40 Estándares BIM

ESTÁNDAR BIM
BS 1192-1:2007

PAS 1192-2:2013

MTHØJGAARD LOD SPECIFICATION

AIA Document G202-2013

XIX. NORMATIVA PARA EL PROYECTO.

La siguiente normativa es referente al diseño del proyecto.

Tabla 41 Normativa por Diseño

NORMATIVA
Ley de Procedimientos Administrativos del Estado de Querétaro
Ley de Hacienda de los Municipios del Estado de Querétaro
Código Civil del Estado de Querétaro
Código Urbano del Estado de Querétaro
Código Municipal de Querétaro
Planes y programas de Desarrollo Urbano
Reglamento de Construcción para el Municipio de Querétaro

XX. MODELOS 3D Y PLANIMETRÍA ENTREGABLES.

Tabla 42 Desglose de entregables 3D

ENTREGABLE	ETAPA	FORMATO	NOTAS
Modelo Arquitectónico	Intercambio del proyecto para evaluación.	IFC.	El formato nativo será "PLN." En caso de usar ArchiCAD® (El software recomendado). En caso de ser Revit®, el formato será "RVT."
Planimetría proy. Arquitectónico	Intercambio del proyecto para evaluación.	PDF.	La documentación en PDF deberá de ser generada, de forma obligatoria, a partir de un modelo 3D
Modelo Estructural	Intercambio del proyecto para evaluación.	IFC.	El formato nativo será "PLN." En caso de usar ArchiCAD® (El software recomendado).

			En caso de ser Revit®, el formato será “RVT.”
Planimetría proy. Estructural	Intercambio del proyecto para evaluación.	PDF.	La documentación en PDF deberá de ser generada, de forma obligatoria, a partir de un modelo 3D
Modelo Instalaciones IH.	Intercambio del proyecto para evaluación.	IFC	El formato nativo será “PLN.” En caso de usar ArchiCAD® (El software recomendado). En caso de ser Revit®, el formato será “RVT.”
Planimetría proy. Instalaciones IH.	Intercambio del proyecto para evaluación.	PDF.	La documentación en PDF deberá de ser generada, de forma obligatoria, a partir de un modelo 3D
Improcedencias en el documento 3D.	Emisión de improcedencias	SMC.	El formato nativo del modelo con su respectiva revisión será “SMC.” Proveniente del software <i>SOLIBRI Office™</i> .

Tabla 43 Categoría de Elementos del proyecto

CATEGORÍA DE LOS ELEMENTOS DEL PROYECTO		
ELEMENTO ARQUITECTÓNICO	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ELEMENTO DE INSTALACIONES
Terreno	Terreno	Terreno
Habitaciones	Cimentación	Equipos especiales
Cubiertas	Firme de concreto	Equipos mecánicos
Fachadas aligeradas	Losas de Acero	Tuberías
Fachadas sólidas	Vigas de acero	Accesorios de Tuberías
Muros aligerados interiores	Vigas de concreto	Aparatos de Plomería

Suelos/Forjados (Rampas)	Muros de Concreto	Rociadores
Cielos	Columnas de Concreto	Aparatos Sanitarios
Elevador	Marcos de Acero	
Puerta		
Ventana		
Mobiliario		

XXI. INTEGRACIÓN DE BIM AL PROCESO DE REVISIÓN.

USO DE MODELOS IFC

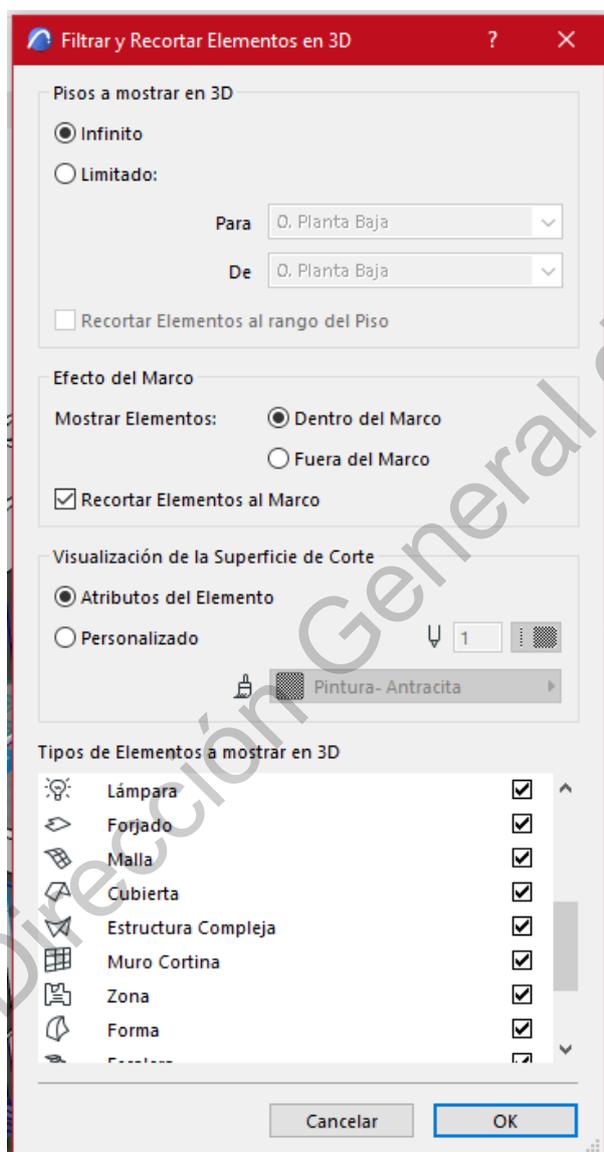


Figura 28 Filtrar y recortar elementos en 3D.

Para poder hacer uso de los archivos IFC es necesario realizar una exportación que contenga ciertos parámetros específicos para poder realizar la lectura de la información de manera adecuada.

El formato solicitado

La revisión a realizarse con los modelos IFC tienen como base el uso de las herramientas de Habitación o Zona, dependiendo del software a usar, para el análisis espacial de cada uno de los espacios dentro del proyecto, por lo que es necesario realizar una exportación con los parámetros necesarios para hacer una lectura adecuada del archivo.

Dentro del software ArchiCAD®, es necesario adecuar los tipos de Elementos que se mostrarán en la vista 3D. En este caso, es importante asegurar que la visualización del elemento Zona esté activada, para que esta información sea exportada.

Con esta configuración de la vista 3D se podrá realizar la exportación al formato IFC con la visualización de las zonas o habitaciones.

Sumado a la configuración de visualización se deberá realizar una nueva configuración para un traductor para la exportación IFC2x3, que es el formato solicitado.

Dentro de la configuración de interoperabilidad, se podrá acceder al apartado de IFC, seguido de la configuración de “Traductores IFC” a partir de esta configuración se debe crear un “Traductor para la Exportación”. Dentro de las definiciones de este traductor, el esquema IFC deberá ser “IFC2x3” mientras que la definición de vista de modelo deberá ser “*Coordination View Version 2.0*”.

Dentro de las predefiniciones de conversión el filtrado del modelo deberá realizarse a “Todos los elementos 3D,” el mapeado de tipos será “Clasificación de ArchiCAD® – v 2.0 IFC2x3,” la conversión de geometría será “Geometría extrusionada paramétrica (donde sea posible),” el mapeado de propiedades será a través del “Esquema IFC2x3 Estándar,” la conversión de datos será “Todos los datos BIM” y la conversión de unidades será a través del sistema “Métrico (mm).”

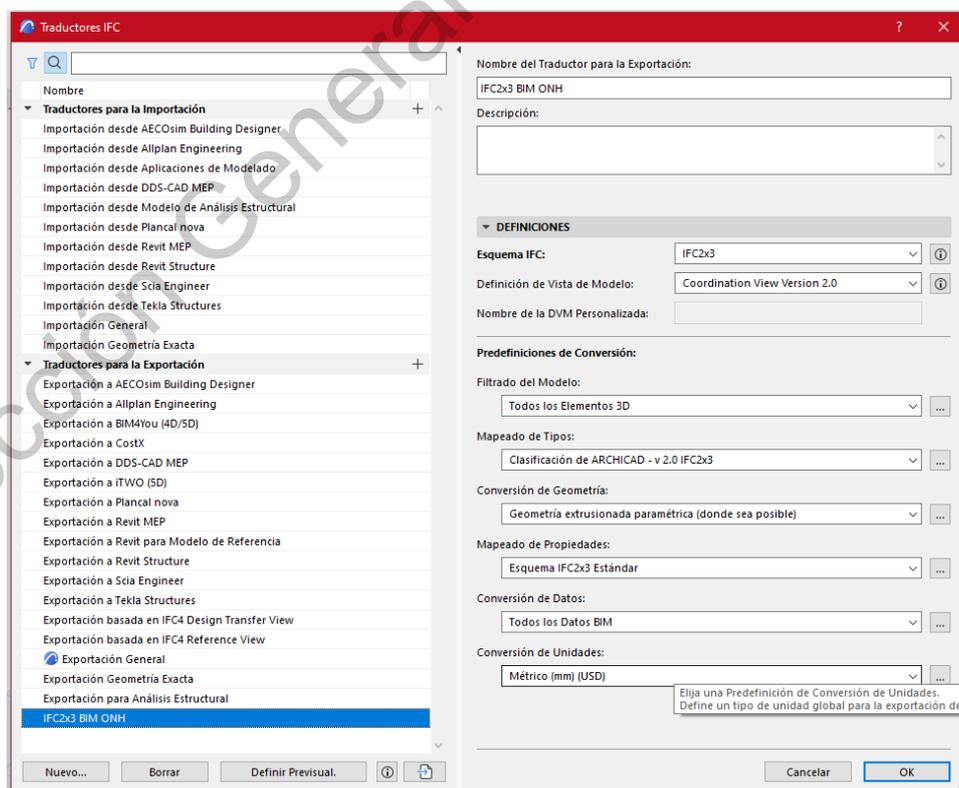


Figura 29 Traductores para la exportación IFC.

Será a través de esta configuración, tanto de la visualización de las vistas 3D como de los traductores de exportación de archivos IFC, como se podrá exportar el archivo nativo a un formato IFC con la información necesaria para poder realizar la revisión a través del software SOLIBRI Office™.

DOCUMENTACIÓN DE CONTROL

Para llevar a cabo un registro de la documentación entregada de forma satisfactoria, la parte revisora deberá apoyarse en la tabla de Documentación de control con el propósito de gestionar la entrega de la documentación y los modelos. La información correspondiente a la sección azul corresponde a los documentos que la parte interesada deberá entregar mientras que la información correspondiente a la sección verde corresponde a la documentación que le corresponde entregar a la parte revisora una vez que los documentos anteriores hayan sido aprobados. Los archivos de imprecisencias en el documento se realizarán con base en el archivo IFC al presentar incumplimientos con respecto al *rulerset*. En el caso de la emisión de la Licencia de Obra nueva Habitacional, se realizará una vez que el proyecto no presente imprecisencias.

Tabla 44 Tabla de control de Documentación

DOCUMENTACIÓN	FORMATO	¿ENTREGADO DE FORMA SATISFACTORIA?
DOCUMENTOS INICIALES.		
Formato de inicio de solicitud de trámite. ANEXO I	PDF.	<input type="checkbox"/>
Solicitud y carta responsiva, firmadas por el o de los propietarios, D.R.O y corresponsable(s) si estos dos últimos aplicasen.	PDF.	<input type="checkbox"/>
ACCESO AL ENTORNO COMÚN DE DATOS.		
Acceso a la carpeta para el trámite de obra nueva en el Entorno Común de Datos. ANEXO II	TXT.	

DOCUMENTACIÓN PARA EL TRÁMITE		
Escrituras de propiedad o constancia notarial que indique superficie, medidas y colindancias del predio.	PDF.	<input type="checkbox"/>
Acta constitutiva de la empresa propietaria del predio.	PDF.	<input type="checkbox"/>
Certificado de Número Oficial Autorizado.	PDF.	<input type="checkbox"/>
Alineamiento vigente.	PDF.	<input type="checkbox"/>
Contrato o último recibo agua potable y servicio sanitario.	PDF.	<input type="checkbox"/>
Bitácora de Obra.	PDF.	<input type="checkbox"/>
Credencial del propietario (Ambos lados).	PDF.	<input type="checkbox"/>
Director Responsable de Obra (D.R.O) con credencial del colegio correspondiente vigente.	PDF.	<input type="checkbox"/>
Credencial del colegio correspondiente de/de los Corresponsable/s vigente.	PDF.	<input type="checkbox"/>
Fotografías a color.	PDF.	<input type="checkbox"/>
Pagos de impuesto predial al corriente.	PDF.	<input type="checkbox"/>
APROBACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL TRÁMITE		
Aprobación de la documentación para el trámite.	TXT. O PDF.	
INTERCAMBIO DEL PROYECTO PARA EVALUACIÓN		
Modelo del proyecto arquitectónico.	IFC.	<input type="checkbox"/>
Planimetría de proyecto arquitectónico.	PDF.	<input type="checkbox"/>
Modelo del proyecto estructural.	IFC.	<input type="checkbox"/>
Planimetría de proyecto estructural.	PDF.	<input type="checkbox"/>
Modelo del proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias.	IFC.	<input type="checkbox"/>
Planimetría de proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias.	PDF.	<input type="checkbox"/>
IMPROCEDENCIAS EN EL DOCUMENTO 3D.		

Archivo en formato <i>SOLIBRI Anywhere</i> [™] de reporte de improcedencias.	SMC.	
Reporte de improcedencias en PDF.	PDF.	
LICENCIA DE OBRA NUEVA HABITACIONAL.		
Licencia de Obra Nueva de uso Habitacional.	PDF.	

Dirección General de Bibliotecas UAQ

PROGRAMACIÓN DE REGLAS EN SOLIBRI.

Para la configuración de normas es necesario entrar en la sección de RulerSet Manager (RSM). Dentro de esta sección se pueden crear nuevos conjuntos de reglas y modificar los existentes. Además, se permite abrir conjuntos de reglas ubicados en diferentes carpetas, para mejorar el manejo se enumeran todas las reglas disponibles en la base.

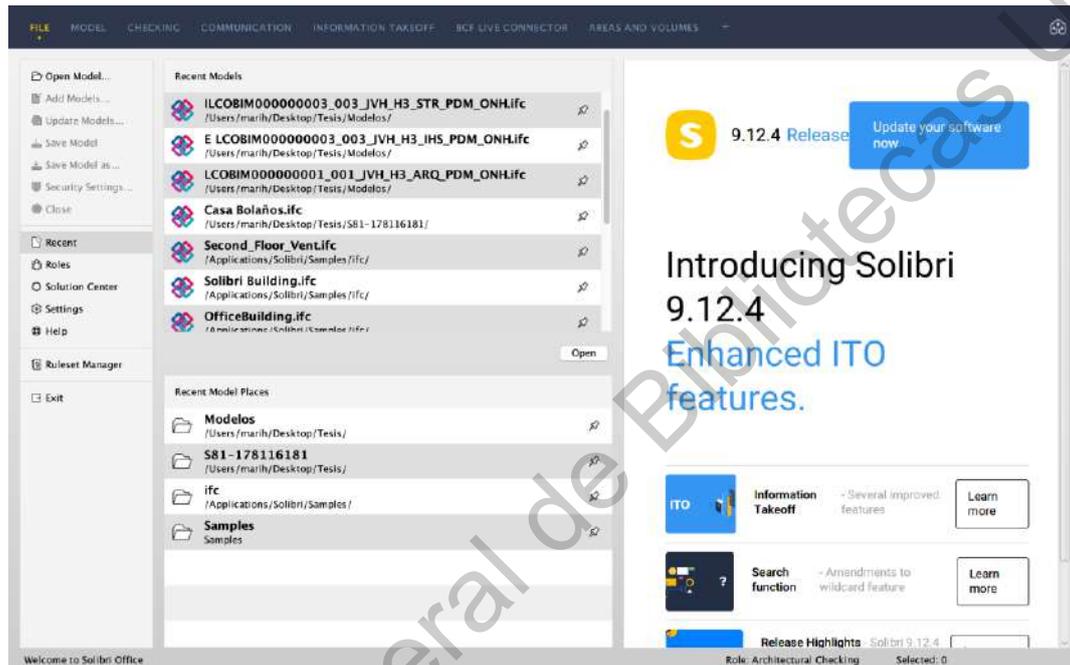


Gráfico 20 Página principal del software SOLIBRI Office™.

En la ventana del RSM se encuentra conformado por cuatro secciones:

- RulerSet Folders: Es un directorio en el disco duro del ordenador que contiene los diferentes conjuntos de reglas. Esta ventana funciona igual que la ventana de archivos de una computadora.
- Info: En esta vista se muestra la información sobre el último conjunto de reglas o regla seleccionado. El contenido depende del elemento seleccionado. La información de la vista es editable sólo cuando la selección se realiza desde la venta de workspace.
- Workspace: En esta sección se puede crear nuevos conjuntos de reglas y modificar los existentes. Puede abrir reglas y conjuntos de estas desde la vista

de ruler set folder para agregarlos en esta sección o también se puede utilizar la función de arrastrar y soltar.

Un conjunto de reglas puede tener tareas que son editables sólo cuando el conjunto de reglas se abre desde esta vista. Cuando un conjunto de reglas que tiene tareas, se ve reflejado en la sección de parámetros.

- Parameters: Las reglas son paramétricas, esto quiere decir que se puede controlar su comportamiento estableciendo los valores de los parámetros. Esto hace que el sistema sea flexible. La interfaz de la ventana de un parámetro depende del tipo de norma, como las siguientes:
 - o Enumeración: Se utiliza para seleccionar un valor de una lista predefinida. Se representa por una lista desplegable.
 - o Numérico: Normalmente se utiliza para especificar un valor numérico, es representado por un cuadro de texto en la interfaz de usuario.
 - o Booleano: Se utiliza para activar o desactivar algún valor, normalmente representado por Checkbox en la interfaz de usuario.
 - o Tipo tabla: puede contener varias filas y columnas. Los tipos de columnas dependen de la regla. También es posible, que un valor en la celda de la tabla tenga un editor propio, como un cuadro combinado (lista de valores predefinidos), o un editor totalmente personalizado.

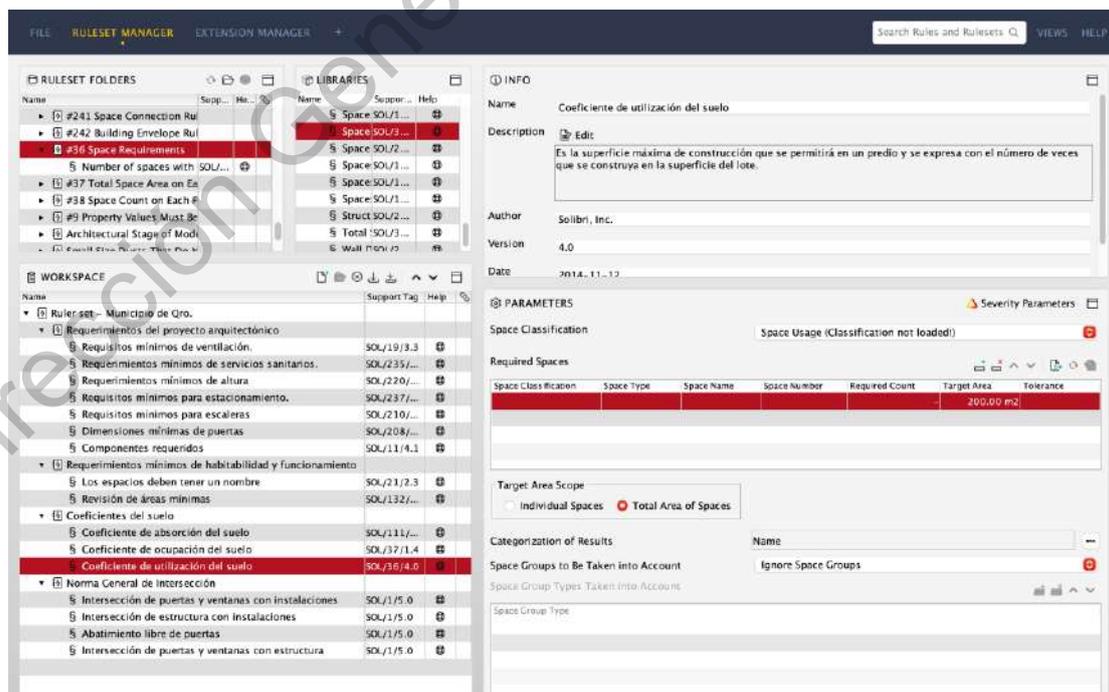


Gráfico 21 Pantalla general del RulerSet Manager.

NORMA 19

DESCRIPCIÓN

Tabla 45 Rulerset de norma 19.

RULER SET	
ID	19
Nombre	Los espacios deben tener suficiente área de ventanas
Descripción general	Esta regla comprueba que todo el espacio del área de la ventana está dentro del rango dado. Se puede utilizar el valor máximo para que ningún espacio tenga un número excesivo de ventanas en comparación con su área.

PARÁMETROS

The screenshot displays the 'PARAMETERS' window for rule 19. It includes the following fields and sections:

- Classification:** <Not Required>
- Minimum Ratio:** 5%
- Maximum Ratio:** 200%
- Ignored Spaces:** A table with columns: Classification Name, Space Type, Space Name, Space Number.
- Default Frame Width:** 40 mm
- Light Opening Property:** Area
- Window and Door Classification:** Building Elements - Unifomat (Classification not loaded!)
- Light Opening Areas:** A table with columns: Classification Name, Width, Height, Light Opening Area.

Gráfico 22 Menú en SOLIBRI para regla 19.

Dentro de la regla se evalúa lo siguiente:

- Relación mínima
- Relación máxima
- Espacios ignorados
- Ancho de marco por defecto
- Propiedad de apertura de luz
- Clasificación de ventanas y puertas
- Áreas de apertura de luz

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se genera un reporte para cada espacio, con una superficie de ventana insuficiente o excesiva. Si la ventana y la puerta clasificada se encuentran en la tabla de áreas de apertura ligera, y su anchura y altura coinciden, se utiliza el área de la tabla en lugar del área de la ventana.

La regla también marca error para las ventanas, cuya área de apertura de luz no se encuentra en la tabla y para las ventanas cuya superficie es inferior a la superficie de apertura de luz que figura en la tabla.

PROCESO DE PARAMETRIZACIÓN

Tabla 46 Parametrización de norma 19.

PARÁMETROS PARA REGLA 19	
Normativa adoptada: <i>Reglamento de construcción del estado de Querétaro</i>	Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 6 Requisitos mínimos de ventilación. Sección I
Nombre	Requisitos mínimos de ventilación.
Valores	El área de aberturas de ventilación no será inferior al 5% del área del local.

Parámetros usados

- Relación mínima
- Relación máxima
- Clasificación de ventanas y puertas

NORMA 220

DESCRIPCIÓN

Tabla 47 Rulerset de norma 220.

RULER SET	
ID regla	220
Nombre de la regla	Distancia al suelo
Descripción de la regla	La regla se utiliza para comprobar la distancia vertical entre losas. Hay que clasificar las losas de forma correcta antes de poder utilizar esta regla.

PARÁMETROS

State	Component	Property	Operator	Value
Include	Any	Discipline	One Of	[Arquitectura]
Include	Any	(Classification not loaded!) Bu...	One Of	[81010 Floor Construction, B...
Ignore	Space	Height	=	2.10 m
Ignore	Wall	Height	=	2.00 m

Check Bottom to Bottom Distances

- Equal Distances

- Minimum Distance 2.10 m

- Maximum Distance 2.50 m

Check Top to Bottom Distances

- Equal Distances

- Minimum Distance 2.30 m

- Maximum Distance 7.00 m

Check Top to Top Distances

- Equal Distances

- Minimum Distance 2.90 m

- Maximum Distance 3.10 m

Gráfico 23 Menú en SOLIBRI para regla 220.

Dentro de la regla se evalúa lo siguiente:

- Componentes revisados
- Comprobar distancias entre losa de la parte inferior a la inferior
- Comprobar distancias entre losa de la parte inferior a la superior
- Comprobar distancias entre losa de la parte superior a la superior

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Puede tenerse conflictos con el cumplimiento de la norma cuando las distancias de las losas son demasiado pequeñas o largas. Al tener marcada las distancias iguales, se crea un problema para distancias diferentes.

De igual forma se crea un problema si no hay una disciplina o clasificación requerida. Si un elemento no se encuentra dentro de la lista de componentes a revisar puede causar un falso positivo al aprobar la regla.

PROCESO DE PARAMETRIZACIÓN

Tabla 48 Parametrización de norma 220

PARÁMETROS PARA REGLA 220	
Normativa adoptada: Reglamento de construcción del estado de Querétaro	Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 3 Requerimientos mínimos de habitabilidad y funcionamiento I Habitación
Nombre	Requerimientos mínimos de altura
Valores	Para todos los espacios 2.30 metros de altura mínima, a excepción de cuartos de lavado, cuartos de aseo, despensas y similares con 2.10 m.
Parámetros usados	Comprobar distancias entre losa de la parte inferior a la superior.

NORMA 132

DESCRIPCIÓN

Tabla 49 Rulerset de norma 132.

RULER SET	
ID regla	132
Nombre de la regla	Área de espacio
Descripción de la regla	Esta regla comprueba que el área de los espacios está dentro de los límites

dados. Con esta regla, es posible comprobar, por ejemplo, que las cocinas son más grandes que el área mínima dada y más pequeñas que el área máxima dada.

PARÁMETROS

Classification Name	Space Type	Space Name	Space Number	Min Area	Max Area
		Alacena		0.00 m2	0.00 m2
		Baño		3.30 m2	0.00 m2
		Cocina		3.00 m2	0.00 m2
		Comedor		6.30 m2	0.00 m2
		Cuarto de Lavado		1.68 m2	0.00 m2
		Medio Baño		2.10 m2	0.00 m2
		Recámara		6.00 m2	0.00 m2
		Recámara Principal		7.29 m2	0.00 m2
		Recámara de Servicio		6.00 m2	0.00 m2
		Sala		7.30 m2	0.00 m2

Gráfico 24 Menú en SOLIBRI para regla 132.

La utilización de esta regla con los valores por defecto no da resultados útiles. Dentro de la regla se evalúa lo siguiente:

- Clasificación de espacios
- Tabla de límites de áreas
- Verificar grupos de espacios

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La regla no se aprobará si, el área está fuera de los límites dados. Los resultados son organizados en categorías por sus nombres, si la clave de un espacio no está en la tabla de límites de área, se crea un problema de baja gravedad. También se genera

un informe de espacios y sus tamaños según los nombres de los espacios. Cada fila del informe indica cuántos espacios con un nombre y tamaño existen en el modelo.

PROCESO DE PARAMETRIZACIÓN

Tabla 50 Parametrización de norma 132.

PARÁMETROS PARA REGLA 202			
Normativa adoptada: Reglamento de construcción del estado de Querétaro	Título séptimo		
	Normas técnicas complementarias		
Nombre	Sección 3		
	Requerimientos mínimos de habitabilidad y funcionamiento		
Valores	I Habitación		
	Revisión de áreas mínimas		
			Área
	Locales, Recamara Principal	Habitables: Única o	7.29 m ²
	Recamaras Adicionales y Alcoba		6.00 m ²
	Estancias		7.30 m ²
	Comedores		6.30 m ²
	Estancia-Comedores (Integrados)		13.60 m ²
	Cocina		3.00 m ²

	Cocineta Integrada a Estancia-Comedor	16.60 m ²
	Cuarto de Lavado	1.68 m ²
	Cuartos de Aseo, Despensas y Similares	-
	Baños y Sanitarios	3.30 m ²
Parámetros usados	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificación de espacios - Tabla de límites de áreas <ul style="list-style-type: none"> o Nombre del espacio o Área mínima 	

NORMA 210

DESCRIPCIÓN

Tabla 51 Rulerset de norma 210.

RULER SET	
ID regla	210
Nombre de la regla	Regla de las escaleras accesibles
Descripción de la regla	Evalúa la accesibilidad de las escaleras desde diferentes perspectivas. Comprueba el número de escalones, las dimensiones de los escalones, las dimensiones de los descansos intermedios, el espacio libre al principio y al final de la escalera. También se comprueba el espacio libre por encima y por debajo de la escalera.

PARÁMETROS

PARAMETERS
Severity Parameters

Stairs to Check

Vertical Access Classification: Vertical Access (Classification not loaded!)

Stair Classification Names: Stair*

Check External Stairs
 Check Internal Stairs

Internal Stairs

Space Classification: Space Usage (Classification not loaded!)

Classification Names of Spaces Related to Internal Stairs:

Stairs

Minimum Width	<input type="text" value="750 mm"/>	Minimum Clear Width	<input type="text" value="0 mm"/>
Maximum Stair Flight Height	<input type="text" value="4.00 m"/>	Minimum Landing Clear Width	<input type="text" value="750 mm"/>
Minimum Space at the Beginning	<input type="text" value="0 mm"/>	Maximum Stair Height	<input type="text" value="12.00 m"/>
Minimum Clear Height Above	<input type="text" value="0 mm"/>	Minimum Space at the End	<input type="text" value="0 mm"/>
Minimum Intermediate Landing Length	<input type="text" value="0 mm"/>	Minimum Clear Height Under	<input type="text" value="0 mm"/>
Minimum Number of Steps in a Flight	<input type="text" value="0"/>	Maximum Number of Steps in a Flight	<input type="text" value="15"/>
Minimum Angle for Winders	<input type="text" value="0°"/>	Maximum Angle for Winders	<input type="text" value="0°"/>
Minimum Riser Height	<input type="text" value="100 mm"/>	Maximum Riser Height	<input type="text" value="200 mm"/>
Minimum Tread Length	<input type="text" value="250 mm"/>	Maximum Tread Length	<input type="text" value="500 mm"/>
Use Tread Distance	<input type="checkbox"/>	Tread Distance	<input type="text" value="500 mm"/>
Minimum Sum of Tread and Two Risers	<input type="text" value="650 mm"/>	Maximum Sum of Tread and Two Risers	<input type="text" value="700 mm"/>
Maximum Step Nosing Length	<input type="text" value="25 mm"/>	Check Slab Connections	<input checked="" type="checkbox"/>
Allow Open Riser	<input type="checkbox"/>	Check Riser Height for Equality	<input checked="" type="checkbox"/>

Handrails

Check Handrails
 Handrail On The Side: Not Required

Minimum Height Above Stairs:
Maximum Height Above Stairs:

Minimum Handrail Extension Beyond Stairs:
Handrails Must Be Continuous:

Gráfico 25 Menú en SOLIBRI para regla 210.

La regla evalúa lo siguiente:

- Escaleras a comprobar
- Escaleras interiores

- Escaleras
 - o Anchura mínima
 - o Anchura libre mínima
 - o Anchura libre mínima del descanso
 - o Espacio mínimo al principio y final
 - o Altura libre mínima por encima y debajo
 - o Longitud mínima de aterrizaje intermedio
 - o Número mínimo y máximo de escalones en un tramo
 - o Altura mínima de la rampa
 - o Peralte máximo y mínimo del escalón
 - o Longitud mínima y máxima de la huella
 - o Suma mínima y máxima de dos peraltes y contrahuellas
 - o Longitud máxima del borde del escalón
 - o Permitir un escalón abierto
 - o Comprobar las conexiones de la losa
- Pasamanos

ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se en listan los posibles errores al correr la evaluación.

- No conectado a la losa al principio o final
- No hay suficiente espacio al principio
- No hay suficiente espacio libre por encima
- No hay suficiente espacio en el extremo
- Demasiados escalones en el tramo de la escalera
- Peralte demasiado alto o bajo
- Suma demasiado alta de peraltes y contrahuella
- Huella demasiado larga
- Escalera demasiado estrecha
- Pasamanos demasiado alto o bajo
- La norma no pudo comprobar estas escaleras

PROCESO DE PARAMETRIZACIÓN

Tabla 52 Parametrización de norma 210.

PARÁMETROS PARA REGLA 210	
Normativa adoptada: Reglamento de construcción del estado de Querétaro	Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 11 Requisitos mínimos para escaleras Sección II
Nombre	Requisitos mínimos para escaleras
Valores (nombre de cada espacio)	<ul style="list-style-type: none"> - Las escaleras contarán con un máximo de quince peraltes entre descansos - La huella de los escalones tendrá un ancho mínimo de 25 cm - El peralte de los escalones tendrá un máximo de 20 cm. Y un mínimo de 10 cm. - Se deberán cumplir con la siguiente relación: “dos peraltes más una huella sumarán cuando menos 65 cm., pero no más de 70 cm”.
Parámetros usados	<ul style="list-style-type: none"> - Escaleras interiores - Escaleras

NORMA 230

DESCRIPCIÓN

Tabla 53 Rulerset de norma 230.

RULER SET	
ID regla	230
Nombre de la regla	Norma de las puertas accesibles
Descripción de la regla	Se comprueba que todas las puertas tienen las dimensiones mínimas determinadas.

PARÁMETROS

PARAMETERS Severity Parameters

Components to Check

State	Component	Property	Operator	Value
Include	Door			
Exclude	Door	(Classification not load...	One Of	[Hatches]

Requirements

State	Component	Property	Operator	Value
Include	Door	Height	≥	2.10 m
Include	Door	Width	≤	750.00 m

Categorization of Results

Property
Type

Gráfico 26 Menú en SOLIBRI para regla 230.

Se trata de una lista de filtros que definen el conjunto de componentes a comprobar. Los filtros tienen un componente y un valor lógico entre ellos. Es decir, cada condición debe ser superada para que el componente pase. Se puede añadir y eliminar nuevos filtros a la tabla desde los botones situados encima de la misma.

- Componentes a comprobar
- Requisitos
- Categorización de los resultados

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados dependerán en gran medida de cómo se parametrize la regla. En este caso al ser puertas se arrojan los siguientes errores:

- Altura mínima y máxima incumplida.
- No se cumple con anchura mínima.

PROCESO DE PARAMETRIZACIÓN

Tabla 54 Parametrización de norma 230

PARÁMETROS PARA REGLA 230	
Normativa adoptada: Reglamento de construcción del estado de Querétaro	Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 9 Requisitos mínimos para escaleras
Nombre	Dimensiones mínimas de puertas
Valores	Acceso principal 90 cm
	Locales para habitación y cocina 75 cm
	Locales complementarios 60 cm
	Altura general 2.10
Parámetros usados	- Requisitos de la puerta

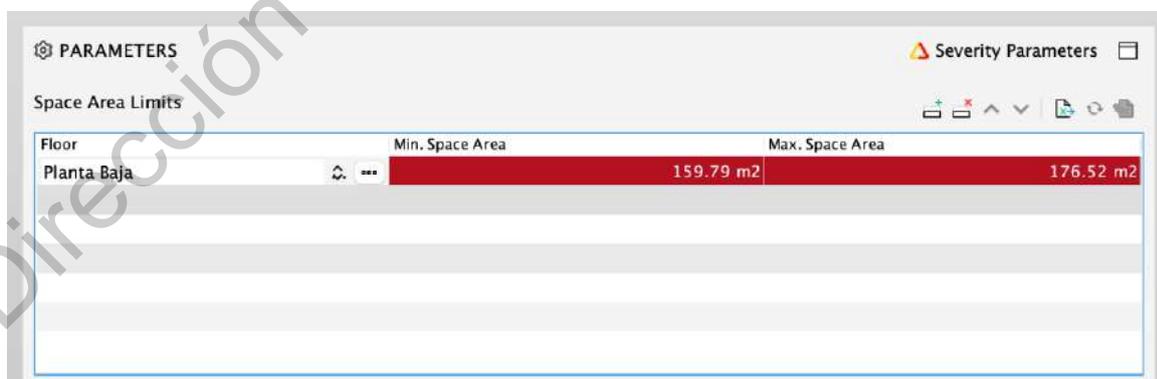
NORMA 37

DESCRIPCIÓN

Tabla 55 Rulerset de norma 37.

RULER SET	
ID regla	37
Nombre de la regla	Superficie total de cada planta
Descripción de la regla	<p>Esta regla comprueba la superficie de los espacios en cada planta del edificio. La regla informa de las áreas de los espacios de cada planta del edificio.</p> <p>Esta regla detecta, por ejemplo, los casos en los que la superficie de las plantas del edificio supera el límite máximo permitido para el edificio en la licencia de obras.</p>

PARÁMETROS



Floor	Min. Space Area	Max. Space Area
Planta Baja	159.79 m2	176.52 m2

Gráfico 27 Menú en SOLIBRI para regla 37.

Al evaluar los límites de la superficie del espacio se rellena una la tabla. Contiene los nombres y las áreas mínimas y máximas de cada planta del edificio. Cuando tiene un modelo abierto, puede seleccionar una planta del edificio desde un cuadro de diálogo separado que se abre desde la parte derecha de la celda de la tabla. También puede leer los valores de esta tabla desde Excel.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La norma tiene cuatro categorías de tipos diferentes:

- La superficie de la planta de un edificio es inferior a la superficie mínima establecida
- La superficie de la planta de un edificio supera la superficie máxima establecida
- No hay valores límite establecidos para la planta del edificio
- La tabla de límites incluye una planta del edificio que no se encuentra en el modelo

Se crea un problema para cada planta del edificio cuya superficie no esté dentro de los límites establecidos. La superficie total es la suma de las superficies de todos los espacios (no de los grupos de espacios) de la planta del edificio.

PROCESO DE PARAMETRIZACIÓN

Tabla 56 Parametrización de norma 37.

PARÁMETROS PARA REGLA 37	
Normativa adoptada: Reglamento de construcción del estado de Querétaro	Título segundo
	Normas de desarrollo urbano
	Capítulo I
	Disposiciones generales para el desarrollo urbano
	Artículo 11
	Sección I

Nombre	El Coeficiente de Utilización del Suelo
Valores (tabla de zonificación en los planes parciales de desarrollo urbano)	Se adapta de acuerdo a la zonificación. - COS
Parámetros usados	- Límites de la superficie del espacio número de espacio

NORMA 235

DESCRIPCIÓN

Tabla 57 Rulerset de norma 235.

RULER SET	
ID regla	235
Nombre de la regla	Número relativo
Descripción de la regla	Dentro de esta regla se comprueba las cantidades relativas de los componentes en una ubicación o relación específica.

PARÁMETROS

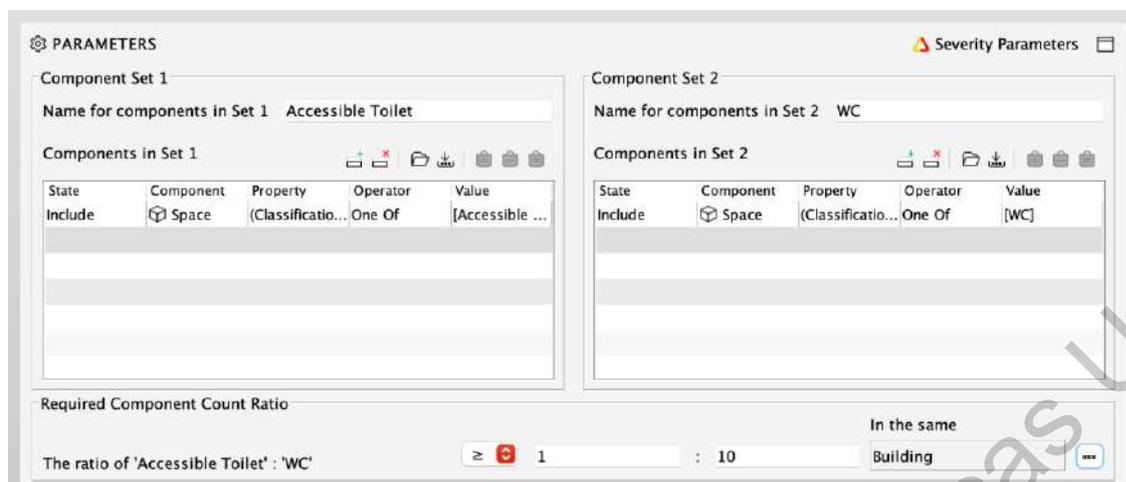


Gráfico 28 Menú en SOLIBRI para regla 235.

Está dividida por dos conjuntos de componentes:

- Nombre de los componentes
- Componentes en el conjunto
- Cantidad relativa de componentes requerida

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los errores comunes en esta norma se deben a si la proporción especificada es incorrecta según los criterios especificados entre los componentes, en 'Componente en el conjunto 1' y 'Componente en el conjunto 2'. La regla no se comprueba si no se encuentran componentes que coincidan con los parámetros de filtrado en "Componente en el conjunto 1" y "Componente en el conjunto 2".

PROCESO DE PARAMETRIZACIÓN

Tabla 58 Parametrización de norma 235.

PARÁMETROS PARA REGLA 36

Normativa adoptada: Reglamento de construcción del estado de Querétaro

Título tercero

Normas para el diseño de las construcciones

	<p>Capitulo III</p> <p>Requerimientos de higiene, servicios y acondicionamiento ambiental</p> <p>Artículo 58</p>
Nombre	Requerimientos mínimos de servicios sanitarios.
Valores	Las viviendas con superficie igual o mayor a 45 m ² construidos contarán, cuando menos, con excusado.
Parámetros usados	<ul style="list-style-type: none"> - Componentes en el conjunto - Cantidad relativa de componentes requerida

NORMA 237

DESCRIPCIÓN

Tabla 59 Rulerset de norma 237.

RULER SET	
ID regla	237
Nombre de la regla	Norma de estacionamiento accesible
Descripción de la regla	Esta regla comprueba el tamaño de los cajones de estacionamiento. La comprobación puede limitarse a comprobar sólo una orientación específica al pasillo de circulación entre cajones o con obstrucciones específicas cercanas.

PARÁMETROS

PARAMETERS Severity Parameters

Parking Space Requirements

Parking Spaces to Check

State	Component	Property	Operator	Value
Include	Space	(Classification not loaded!) ...	One Of	[Parking]
Include	Zone	Zone	Contains	1

Minimum Parking Space Size

Maximum Parking Space Size

Minimum Width	2.50 m	Maximum Width	0 mm
Minimum Length	5.00 m	Maximum Length	0 mm
Minimum Height	0 mm	Maximum Height	0 mm

Limit Checking by Aisle Type and Parking Space Alignment

Aisle Components to Check

State	Component	Property	Operator	Value
Include	Space	(Classification not loaded!) ...	One Of	[Parking Aisle]

Gráfico 29 Menú en SOLIBRI para regla 237.

Para utilizar esta regla los espacios deben clasificarse por uso.

- Requisitos de los cajones
- Comprobación de límites por tipo de pasillo y alineación
- Comprobación con obstrucciones a los costados

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los posibles errores en el incumplimiento de la norma se reportan de la siguiente manera:

- Cajones demasiado estrechos
- Cajones demasiado anchos
- Cajones demasiado cortos
- Cajones demasiado largos

En caso de haber una obstrucción delante o detrás del espacio, puede causar conflicto en la configuración de la norma. No se espera que la industria clasifique o nombre los espacios para designar una obstrucción delante o detrás.

PROCESO DE PARAMETRIZACIÓN

Tabla 60 Parametrización de norma 237.

PARÁMETROS PARA REGLA 237	
Normativa adoptada: Reglamento de construcción del estado de Querétaro	Título tercero Normas para el diseño de las construcciones apartado primero. Proyecto arquitectónico capítulo I. Requerimientos del proyecto arquitectónico
	Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 2 Requisitos mínimos de estacionamiento I Número de cajones
Valores (nombre de cada espacio)	Cantidad de cajones
Parámetros usados	- Requisitos de los cajones

NORMA 36

DESCRIPCIÓN

Tabla 61 Rulerset de norma 36.

RULER SET

ID regla	36
Nombre de la regla	Requisitos de espacio
Descripción de la regla	La razón de la regla es comprobar que el modelo tiene la cantidad necesaria de espacios con el tipo y tamaño especificados. La regla crea un reporte sobre los espacios existentes ordenados por la clave y el tamaño seleccionados.

PARÁMETROS

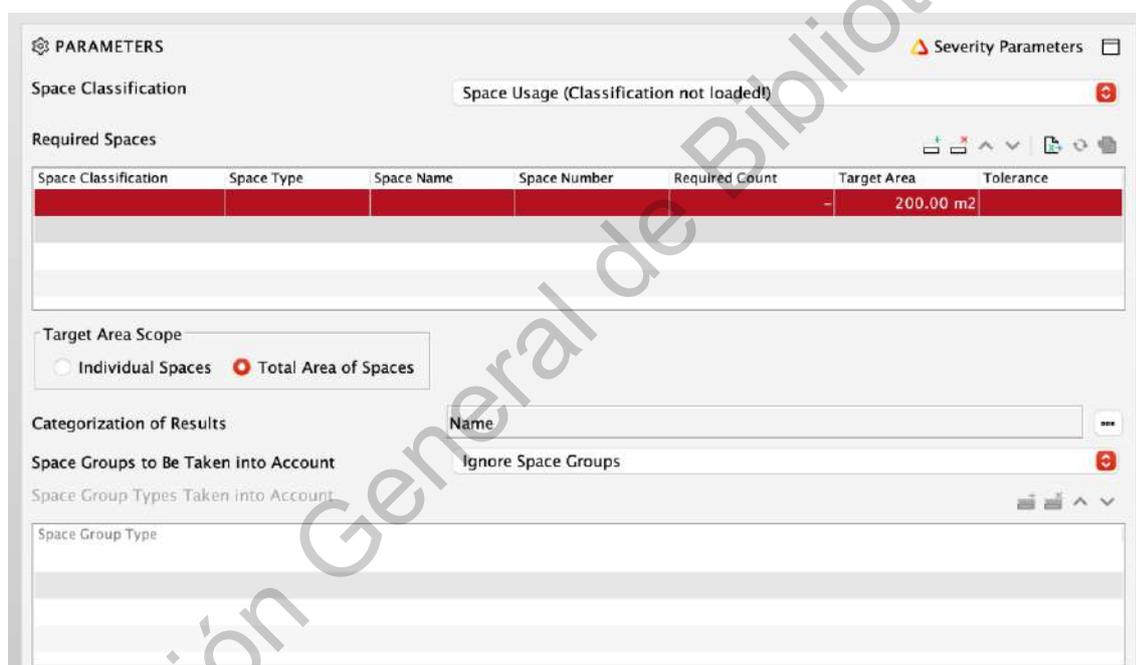


Gráfico 30. Menú en SOLIBRI para regla 237.

Para utilizar esta regla los espacios deben clasificarse por uso.

- Clasificación de espacios
- Espacios requeridos
- Alcance del área objetivo
- Categorización de los resultados
- Análisis de los resultados
- Informe de reglas

- Herramientas de reglas

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los posibles errores en el incumplimiento de la norma pueden darse, ya que los espacios no se ajustan a los requisitos. También puede haber demasiados o muy pocos espacios o el área del espacio puede diferir del valor objetivo. Además, si el edificio contiene espacios que no están especificados en los requisitos, aparecen en la lista.

PROCESO DE PARAMETRIZACIÓN

Tabla 62 Parametrización de norma 36.

PARÁMETROS PARA REGLA 36	
Normativa adoptada: Reglamento de construcción del estado de Querétaro	Título segundo Normas de desarrollo urbano Capítulo I Disposiciones generales para el desarrollo urbano Artículo 11 Sección II
Valores (nombre de cada espacio)	Se adapta de acuerdo a la zonificación. - CAS
Parámetros usados	- Espacios requeridos - Alcance del área objetivo - Categorización de los resultados

NORMA 21

DESCRIPCIÓN

Tabla 63 Rulerset de norma 21.

RULER SET	
ID regla	21
Nombre de la regla	Los componentes deben tener un identificador único
Descripción de la regla	Se evalúa que cada espacio tiene un identificador único (en todo el modelo, dentro de la misma planta o en el grupo de espacios en el que está incluido el espacio).

PARÁMETROS

PARAMETERS Severity Parameters

Components to Check

State	Component	Property	Operator	Value
Include	Space	Discipline	One Of	[Arquitectural]
Include	Space	Space Group Type	Is Undefined	

Checked Component Property: Name

Identifier

- Identifiers Must Be Unique
- In whole Model
- Inside Floor
- Inside Space Group

Allow White Spaces

Case Sensitiveness

Format

Format: ▼

Sample:

Gráfico 31 Menú en SOLIBRI para regla 21.

Para utilizar esta regla los espacios deben clasificarse por uso.

- Componentes a comprobar
- Propiedad del componente comprobado
- Identificador
- Formato

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La regla crea una advertencia para cada identificador que esté asociado a más de un componente en el modelo o en el mismo grupo espacial. También si hay identificadores de componentes con algún formato distinto al requerido, se crean alertas para ellos.

PROCESO DE PARAMETRIZACIÓN

Tabla 64 Parametrización de norma 21.

PARÁMETROS PARA REGLA 21	
Normativa adoptada:	Norma complementaria de la 132.
Valores	Acceso
	Alacena
	Baño
	Circulación
	Cocina
	Comedor
	Corredor
	Cuarto de Lavado
	Escaleras

	Medio Baño
	Recámara
	Recámara Principal
	Recámara de Servicio
	Sala
Parámetros usados	<ul style="list-style-type: none"> - Componentes a comprobar - Propiedad del componente comprobado

NORMA 11

DESCRIPCIÓN

Tabla 65 Rulerset de norma 11.

RULER SET	
ID regla	11
Nombre de la regla	<p>Esta regla evalúa que el modelo tiene componentes de los tipos seleccionados. También comprueba que todos los componentes tienen un tipo de construcción, únicamente si es requerido.</p> <p>El uso de esta regla con los valores por defecto no da resultados útiles; esta regla debe ser configurada antes de su uso.</p>

PARÁMETROS

PARAMETERS Severity Parameters

Disciplines

- Any
- Architectural**
- Air Conditioning
- Building Services
- Electrical
- Heat
- Structural
- Ventilation

Checking scope: Every model in disciplines

Required Classification: <Not Required>

All components must be classified

Required components

Component	Construction Type Required	Classification Name
Wall	<input checked="" type="checkbox"/>	
Slab	<input checked="" type="checkbox"/>	
Roof	<input checked="" type="checkbox"/>	
Column	<input type="checkbox"/>	
Beam	<input type="checkbox"/>	
Door	<input checked="" type="checkbox"/>	
Window	<input checked="" type="checkbox"/>	
Stair	<input checked="" type="checkbox"/>	
Space	<input checked="" type="checkbox"/>	

All Rows Are Required
 At Least One Row is Required

Gráfico 32 Menú en SOLIBRI para regla 11.

La regla evalúa lo siguiente:

- Disciplina
- Comprobación del alcance
- Clasificación requerida
- Componentes requeridos
- Todas las filas son obligatorias
- Se requiere al menos una fila

ANÁLISIS DE RESULTADOS

La regla crea un informe que contiene el número de componentes y tipos de construcción seleccionados en el modelo. Cada tipo de componente tiene un número separado en las categorías cuando es necesario. Además, marca error por aquellos tipos de componentes que faltan y los tipos de construcción que faltan.

PROCESO DE PARAMETRIZACIÓN

Tabla 66 Parametrización de norma 11.

PARÁMETROS PARA REGLA 11	
Normativa adoptada	-
Nombre	Componentes requeridos
Valores	-
Parámetros usados	<ul style="list-style-type: none">- Disciplina- Componentes requeridos- Todas las filas son obligatorias

GENERACIÓN DE LA INFORMACIÓN VIRTUAL A PARTIR DE PROYECTOS.

Dentro de este capítulo, se define el proceso de generación de la información virtual del proyecto, a partir del llenado de los documentos iniciales, hasta la generación de los modelos 3D virtuales de acuerdo a lo definido dentro del *BIM Execution Plan*.

Se documenta la forma en la que el proceso del trámite de una licencia de obra nueva debe ser llevado a cabo desde el primer contacto entre la parte revisora y la parte interesada en el trámite hasta el proceso de subir los archivos dentro del entorno común de datos. Para que el modelo virtual se encuentre óptimo para poder realizar una revisión de los archivos IFC, es necesario que los elementos modelados cumplan con los requisitos mínimos definidos dentro del documento BEP, por lo que, para mostrar la creación del modelo, se documenta, por cada proyecto desde la configuración inicial del software y los primeros trazos dentro del espacio de trabajo hasta el modelado de cada uno de los elementos del modelo. Se mostrará de acuerdo a cada elemento, la tabla de los niveles de definición tanto gráficos como de sus propiedades seguido de imágenes de los elementos del modelo.

Debido a que, durante la documentación de cada proyecto para el trámite, así como en la planimetría se hace uso de la información personal de los propietarios del

proyecto, los arquitectos, D.R.O.s y dibujantes, así como la información y la planimetría referente a los proyectos, se ha decidido reservar los datos que se han considerado como sensibles.

PROCESO PARA LLEVAR A CABO UN TRÁMITE EN EL ENTORNO COMÚN DE DATOS.

Para poder iniciar el trámite para la solicitud de licencia de obra nueva de uso habitacional, el *Project Delivery Manager* encargado del proyecto deberá contactarse con la entidad revisora mediante el correo electrónico previamente publicado en el documento EIR.

Tabla 67 Formato de los documentos iniciales.

DOCUMENTOS INICIALES.	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Formato de inicio de solicitud de trámite.	DOCS.
Solicitud y carta responsiva, firmadas por el o de los propietarios, D.R.O y corresponsable(s) si estos dos últimos aplicasen.	PDF.

El primer documento a rellenar es el Formato de inicio de solicitud de trámite. La función de este documento, además de sintetizar la información del proyecto y la normatividad por zonificación, es la de definir las figuras que harán uso de los modelos BIM. Este archivo deberá ser enviado en formato DOCS con la información de la parte revisora en blanco para poder ser completada por la persona revisora y ser subida dentro del entorno común de datos una vez aprobada la solicitud de trámite de licencia de obra nueva. Sumado a este documento, deberá ser llenado el archivo de solicitud y carta responsiva.

FORMATO DE INICIO DE SOLICITUD DE TRÁMITE.

INFORMACIÓN DEL PROYECTO.

UBICACIÓN DEL PROYECTO Y DATOS DEL PREDIO.

DATOS	CONTENIDO	
CLAVE CATASTRAL		
Área	288	
Manzana y Lote	001	001
Medida de Frente y Fondo	12.00m ²	24.00m ²
DIRECCIÓN		
Calle y Número Oficial:	Calle A	001
Entre la calle y la calle	Calle B	Calle C
Colonia	Colonia 1	
Delegación	Josefa Vergara y Hernández.	

NORMATIVIDAD POR ZONIFICACIÓN.

DATOS	CONTENIDO
Usos de suelo.	H2
COS	0.60
CUS	1.80
Altura máxima en niveles	3
Altura máxima en metros	10.5

PERSONAL CLAVE DEL PROYECTO.

En esta lista se documentan las personas que intervienen en el proceso BIM. Se identificará a una persona encargada de cada rol, junto con los datos de la empresa, despacho o D.R.O. con quien se labore.

ROL		NOMBRE		CORREO-E	TELÉFONO
PARTE REVISORA	PARTE REVISORA	-		-	-
	PROPIETARIO	Persona 1 Pérez Rodríguez		propietario1@correo.com	4420010011
PARTE INTERESADA	BIM PROJECT DELIVERY MANAGER	Persona 2 Sánchez Ramírez	CLAVE D.R.O. 001	dro1@correo.com	4420010012
	BIM MODELER	Persona 3 Flores Gómez		modeler1@correo.com	4420010013
	CORRESPONSABLES	-		-	-

SOLICITUD DE LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN.



**Solicitud de Licencia de Construcción y
Trámites Integrales de Licencia de Construcción**
Secretaría de Desarrollo Sostenible
Dirección de Desarrollo Urbano

Fecha
Folio

Datos del/de la Propietario/a

Pérez Rodríguez Persona 1
Apellido Paterno Apellido Materno Nombre(s)
Persona Física ó Representante Legal

Razón Social (en su caso) _____

Calle de Propietario #1 - Colonia 1
Domicilio: Calle Número Número Int. Colonia o Fraccionamiento
Josefa Vergara y Hernández. Querétaro Querétaro
Delegación Municipio Estado

Teléfono 442 001 001 1 RFC o CURP ----- Correo Electrónico propietario1@correo.com

De acuerdo a lo dispuesto por la fracción VI del artículo 3 de la Ley de Acceso a la Información Gubernamental del Estado de Querétaro, que establece que es información pública todo documento obtenido por los sujetos obligados previsto en la presente ley, en el ejercicio de sus funciones y que se encuentre en posesión y bajo su control, por lo tanto manifiesto que todo expediente, archivo y contenido que ingreso, podrá estar dispuesto para consulta pública a menos que marque lo contrario a continuación. Acepto No acepto

Ésta que suscribe bajo protesta de decir verdad, manifiesto que los datos aquí proporcionados en ambas caras de esta solicitud, son verdaderos, en caso de incurrir en falsedad estoy consciente de las sanciones que en el ámbito civil, penal ó del Reglamento de Construcción se puedan aplicar por la autoridad competente.

Firma del/de la Propietario/a y Copropietarios/a o Representante Legal, en su caso

Datos del Predio (croquis de localización al reverso)

Clave Catastral del Inmueble Superficie del Predio m²

Calle A #1 Colonia 1
Manzana 001 Lote 001 Entro calles Calle B y Calle C Delegación Josefa Vergara y Hernández

Especificar trámites a realizar

Concepto	Trámite A	Trámite B	Trámite C	Trámite D
	Superficie m ²	Superficie m ²	Superficie m ²	Superficie m ²
1. Uso del Predio	1			
2. Tipo de Trámite	1			
3. Avance	0%			
A. Del Sótano al Sótano				
B. Sótano-3				
C. Sótano-2				
D. Sótano-1				
E. Planta Baja	105.42			
F. 1er. Nivel	114.14			
G. 2do. Nivel				
H. 3er. Nivel				
I. 4to. Nivel				
J. 5to. Nivel				
K. 6to. Nivel				
L. 7o. Nivel				
M. 8o. Nivel				
N. 9o. Nivel				
O. 10o. Nivel				
O. Del Nivel al Nivel				
P. Areas Descubiertas	115.20			
S. Mezzanine				
T. Volados	22.74			
U. Área Verde				
V. Estacionamiento Cubierto				
X. Estacionamiento Total de m ² de Construcción	236.10			
Total de m ² Demolición				
Alineamiento ml	12.00			
R. Bardeo ml	53.70			
Invasión en vía pública				Días

1. Uso Predio	3. Avance
I. Habitacional unifamiliar	0% Limpieza
II. Comercial o servicios	10% Cimentación terminada
III. Industrial	20% Enrase de muros
	30% Losa de entrepiso
	40% Enrase de muros siguientes
	50% Losa de azotea
	70% Prellaves y rellenos en azoteas
	80% Acabados
	100% Solicitar regularización

2. Tipo de Trámite

1. Obra nueva	15. Obras menores
2. Regularización	16. Cambio de proyecto
3. Ampliación	17. Permiso provisional
4. Modificación	18. Invasión en vía pública
5. Remodelación	19. Validación
6. Demolición	20. Integral 1: Licencia (regularización) Y Terminación de Obra
7. Muros de delimitación (bardeo)	
8. Alineamiento	
9. Acabados	
10. Revalidación	
11. Pintura de fachada	
12. Suspensión temporal de obra	
13. Cambio de propietario/a	
14. Cambio del/ de la D.R.O.	

Uso exclusivo de Municipio

Firma Ingreso

Este formato sustituye a los anteriores a partir del 22 de Agosto de 2019 FM-170140-001-REV(11)

Figura 30 Página 1 de la Solicitud Licencia de Construcción.

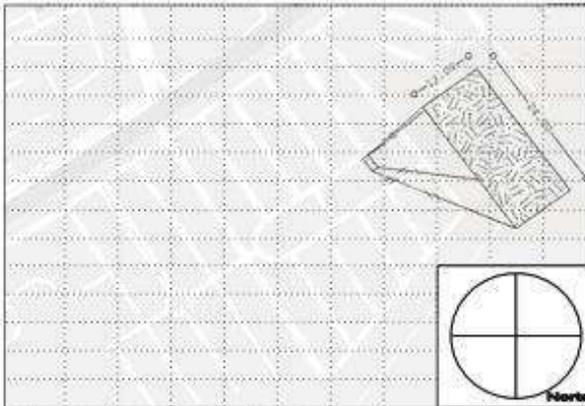
Croquis de localización

Reporte de Verificación

Referencias Generales

- Indicar usos de los predios vecinos
- Medidas del terreno
- Indicar el predio dentro de la manzana y colocar los nombres de las calles que circundan la misma

(llenado interno, exclusivo de Municipio)



Director Responsable de Obra

De acuerdo a lo dispuesto en la fracción VIII del artículo 13 de la Ley Federal de Derechos de Autor, artículo 2 fracciones V y VI de la Ley de la propiedad Industrial, por lo que en este acto se encuentran sin autorización a ser utilizados de forma diferente mas que a los propósitos a los que suscribo a menos que marque lo contrario a continuación.

Acepto No acepto

El/La que suscribe bajo protesta de decir verdad, manifiesto que los datos aquí proporcionados en ambas caras de esta solicitud así como los archivos y documentos anexos, son verdaderos, en caso de incurrir en falsedad estoy consciente de las sanciones que en el ámbito civil, penal o del Reglamento de Construcción se puedan aplicar por la autoridad competente.

Sánchez Ramírez Persona 2
A. Paterno A. Materno
442 001 001 2 dro1@correo.com 000 000 1 X
Teléfono Correo electrónico Cédula Profesional Firma del Director Responsable de Obra

Corresponsables

Como corresponsable suscribo bajo protesta de decir verdad, manifiesto que los datos, los archivos y documentos anexos de los que soy responsable, son verdaderos, en caso de incurrir en falsedad estoy consciente de las sanciones que en el ámbito civil, penal o del Reglamento de Construcción se puedan aplicar por la autoridad competente.

Corresponsables	Cédula Profesional	A. Paterno	A. Materno	Nombre /s	Firma
Estructural					
Arquitectura y Diseño Urbano	000 000 1				
Instalaciones Hidrosanitarias					
Instalaciones Eléctricas					
Otros					
Responsable de Construcción					

Datos Fiscales (solo en caso de requerir factura)

Razón Social		RFC		Correo Electrónico	
Calle	Número	No Interior	Colonia/Fraccionamiento	Ciudad	Estado

Datos del Gestor o solicitante (solo en caso de ser diferente al propietario/representante legal o Director Responsable de Obra)

<u>Flores</u>	<u>Gómez</u>	<u>Persona 3</u>
<small>Apellido Paterno</small>	<small>Apellido Materno</small>	<small>Nombre(s)</small>
Teléfono <u>442 001 001 3</u>	Correo Electrónico <u>modeler1@correo.com</u>	Firma <u>X</u>

Con fundamento para la aplicación de este instrumento en el Código Municipal de Querétaro (artículos 73 fracciones VI, XVII, XXIII y XXIV; 190 a 192) y el Reglamento de Construcción para el Municipio de Querétaro (en su totalidad, y especialmente el artículo 3 fracciones IV y VII, así como los Títulos Cuarto, Capítulo I; y Quinto, Capítulos I, VI y VIII).

COSTOS:

El cobro del costo de la licencia se realiza conforme al ejercicio fiscal en curso de la Ley de Ingresos para el Municipio de Querétaro

FM-170140-001/A-REV(11)

Figura 31 Página 2 de la Solicitud Licencia de construcción.

CARTA RESPONSIVA



CARTA RESPONSIVA

El/la que suscribe, en mi carácter de Director/a Responsable de Obra y como tal para el trámite de la obra ubicada en: Calle A #1, Colonia 1, manifiesto bajo protesta de decir verdad, lo siguiente:

- Que mi registro como Director/a Responsable de Obra, con Cédula Profesional número 000 000 1 y mi calidad de asociado/a al Colegio de Arquitectos del Estado de Querétaro con número de socio/a 001, no se encuentra suspendida, ni revocada de manera alguna.
- Que como Director/a Responsable de Obra (D.R.O.) conozco mis responsabilidades que adquiero con tal carácter, las cuales están establecidas por los artículos 289, 291 y 292 del Reglamento de Construcción del Municipio de Querétaro. Asimismo, manifiesto mi total compromiso de aplicar y hacer cumplir cabalmente en mis proyectos, construcciones y demás desarrollos inmobiliarios en los que participe como D.R.O. lo dispuesto por la normatividad vigente en materia de desarrollo urbano, como lo son el Código Urbano del Estado de Querétaro, Reglamento de Construcción del Municipio de Querétaro, Planes Parciales Delegacionales, Código Municipal, y cuanto ordenamiento resulte aplicable acorde a la naturaleza del proyecto que me encuentre avalando.
- De igual manera señalo, que en razón de la digitalización de los procesos de la Dirección de Desarrollo Urbano y de otras dependencias municipales, en los cuales se permite el ingreso de documentos digitalizados vía portal de internet para obtener licencias, dictámenes y autorizaciones en materia de desarrollo urbano; se me ha proporcionado una clave de acceso para realizar este tipo de trámites, por lo que me comprometo a hacer buen uso de la misma, y de la que procuraré resguardar su confidencialidad, a hacer del inmediato conocimiento de esta Dirección en caso de que detecte que de la misma, terceras personas pudieran estar haciendo uso indebido de ésta, en la inteligencia que de no hacerlo, se interpretará que los documentos exhibidos por este medio serán considerados de mi autoría.

Así mismo de las obligaciones y compromisos que adquiero y de las cuales me encuentro conciente en aceptarlas, señalando que en caso de incumplir con ellas, soy pleno/a conocedor/a de que la misma normatividad urbana señala diversas sanciones que pueden serme aplicables, las cuales se encuentran establecidas en los artículos 520, 521 y 522 del Código Urbano del Estado de Querétaro, 330, 331, 333, 334, 335, 336 y 337 del Reglamento de Construcción para el Municipio de Querétaro y 95 de la Ley de Procedimientos Administrativos del Estado de Querétaro, con independencia de las que pudieran ser aplicables tanto a mi cliente propietario/a del proyecto, como físicamente a la construcción y/o trabajos en los que participe, de igual forma estoy conciente y acepto que de acuerdo con los objetivos de eficiencia y eficacia de la Dirección de Desarrollo Urbano, esta podrá revisar específicamente el trámite ingresado junto con esta carta responsiva y podrá, en caso de que no haya cumplido con mis obligaciones, realizar las observaciones correspondientes y ejecutar las acciones a que haya lugar de acuerdo con la normatividad vigente.

Atentamente y bajo protesta de decir verdad

Persona 2 Sánchez Ramírez X
Nombre y Firma

Domicilio Particular: Calle de DRO #1, Colonia 2
Querétaro, Querétaro.
Teléfono y correo electrónico: 4420010012 / dro1@correo.com

Documentación (Check List)		SI	NO
Solicitud elaborada con firmas originales de Propietario y D.R.O.; en papel y/o en archivo digital (dwg o dxf) en su caso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Escriutura, constancia notarial y/o fideicomiso (con superficies, medidas y colindancias)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Carta poder notariada del Representante legal (en caso de ser persona moral)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Credencial de e/lla Representante Legal (ambos lados)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Credencial del propietario/a (ambos lados)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Acta Constitutiva (en caso de ser persona moral)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Alineamiento (vigente)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Protocolización del Acta de Asamblea de Condóminos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Certificado de Numeros Oficiales (expedido por la D.D.U.) deberá de avalar el uso correspondiente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Comprobante de Factibilidad de agua y servicio sanitario (deberá de avalar el uso correspondiente)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Bitácora de Obra (llenar datos) con firmas originales del 80% NO presentarla	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Credencial de e/lla D.R.O. y/o Corresponsables	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Fusión y/o Subdivisión (oficio y plano) autorizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1 Juego de Licencia y plano autorizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Presentar fotografías del predio con y/o construcción	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dictamen de Uso de Suelo (último)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Deslinde Catastral (en caso que el predio no corresponda con las medidas de las escrituras)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Revisión de Proyecto Arquitectónico (oficio y plano) autorizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
(Plano) autorizado de Lotificación ó Reotificación del Fraccionamiento Último autorizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
VoBo del Condominio (oficio y plano) autorizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
VoBo a Prototipo (oficio y plano) autorizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Presentar el VoBo de Instituto Nacional de Antropología e Historia (oficio y plano) autorizado vigente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PRESENTAR LOS PLANOS DE LOS PROYECTOS			
Croquis acotado (planta y fachada) de lo que pretende construir. En caso de ser demolición presentar exclusivamente la planta a demoler con cotas. Presentar (2 copias del Formulo con el proyecto (plasmado) con firma original del Propietario.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Proyecto Arquitectónico (este deberá presentarse separado del de Instalaciones y estructural); en archivo (DWG o DXF) ó en papel 2 copias.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Proyecto de Instalaciones Hidrosanitarias; en archivo (DWG o DXF) ó en papel 1 copia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Proyecto Estructural en archivo (DWG o DXF) ó en papel 1 copia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
TRAMITES QUE REQUIEREN DICTAMEN DE USO DE SUELO			
<small>Son usos diferentes al habitacional unifamiliar y/o que cuenten con uso comerciales, servicios e Industriales, Condominios y/o Fraccionamientos.</small>			
****Cumpliendo con las Condicionantes indicadas en el mismo****			
Presentar los Documentos (oficio y Plano autorizado) que indique el Dictamen de Uso de Suelo			
INDICAR DOCUMENTOS QUE PRESENTA:			
a)			
b)			
c)			
d)			
e)			

Persona 2 Sánchez Ramírez. Cedula profesional: 000 000 1 X

NOMBRE DEL D.R.O., CEDULA PROFESIONAL Y FIRMA

EL QUE SUSCRIBE BAJO PROTEXTA DE DECIR LA VERDAD Y HABIENDO LEIDO LA PARTE POSTERIOR DE LA HOJA FIRMO DE QUE ME HAGO RESPONSABLE COMO DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA Y/O CORRESPONSABLES DE QUE LO QUE ESTOY PRESENTANDO COMO DOCUMENTACION Y PROYECTO DOY CUMPLIMIENTO CON EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCION Y CODIGO URBANO VIGENTE; Y QUE LOS DATOS AQUI PROPORCIONADOS SON VERDADEROS, EN CASO DE FALSEDAZ ESTOY CONCIENTE DE LAS SANCIONES QUE EN EL AMBITO CIVIL, PENAL O DEL REGLAMENTO DE CONSTRUCCION Y CODIGO URBANO VIGENTES, SE PUEDAN APLICAR POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

Figura 33 Página 2 de la Carta responsiva.

CORREOS PARA EL ACCESO AL ENTORNO COMÚN DE DATOS

Después del llenado de los archivos, esta documentación deberá de ser adjunta en un *e-mail* para ser enviada al siguiente correo, perteneciente a la parte revisora para iniciar los trámites de obra nueva de uso habitacional:

obranuevahabitacional@tramitesgro.com

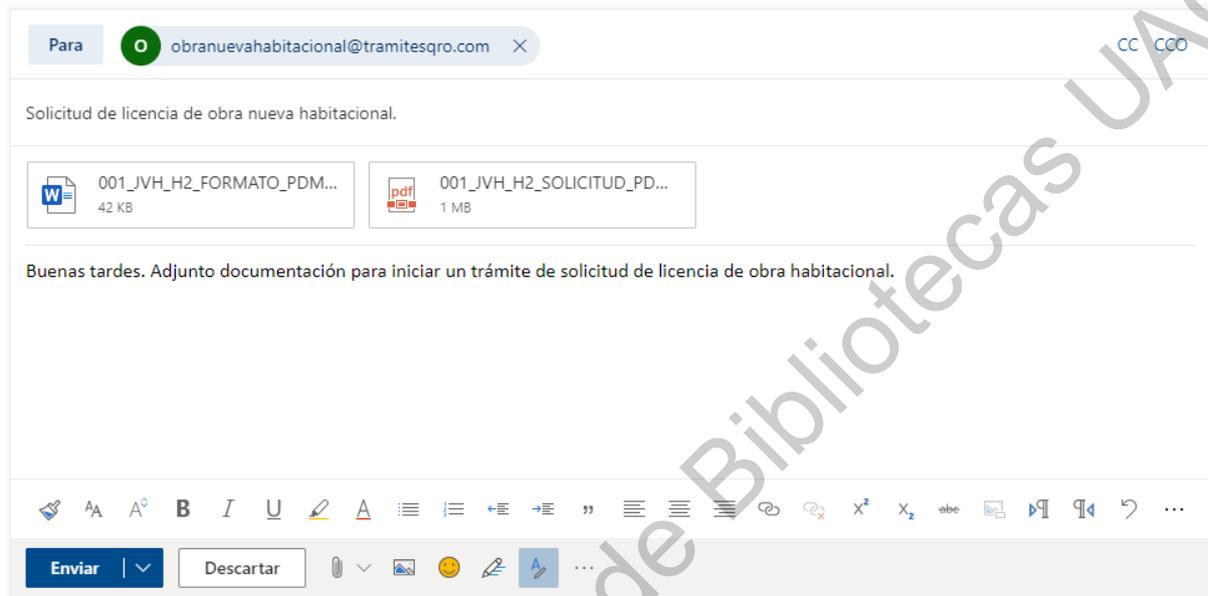


Figura 34 Correo para iniciar la solicitud de licencia de obra nueva habitacional.

Como respuesta al correo electrónico anterior, la parte revisora examina los documentos iniciales y en caso de determinar alguna inconsistencia dentro del formato de inicio de solicitud de trámite o de la solicitud y carta responsiva firmadas por él o los propietarios, D.R.O. y corresponsable(s). En caso contrario, la parte revisora deberá generar una carpeta dentro del entorno común de datos, asignará un folio a la solicitud, con el cual titulará esa carpeta general y adjuntará un vínculo hacia dicha carpeta.

Tabla 68 Formato de acceso al entorno común de datos.

ACCESO AL ENTORNO COMÚN DE DATOS.	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Acceso a la carpeta para el trámite de obra nueva en el Entorno Común de Datos.	TXT.

Respuesta a solicitud de licencia de obra nueva habitacional.

Trámites Obra Nueva Habitacional
Lun 01/01/2021 00:00 AM

Para: Usted

Buenas tardes.
Se han revisado y aprobado los documentos iniciales para su solicitud de licencia de obra nueva de uso habitacional, por lo que anexo el folio de su solicitud y un vínculo que lo redireccionará a una carpeta titulada con su folio en nuestro entorno común de datos.
Dentro de su carpeta encontrará 5 carpetas de las cuales 4 han sido destinadas para subir la información del proyecto para la documentación, proyecto arquitectónico, proyecto estructural y proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias, respectivamente y una carpeta en la cual se subirán las respuestas a la documentación y la revisión del diseño, según lo estipulado en el BEP.

Folio: LCOBIM000000001
Vínculo: <https://www.dropbox.com/sh/nitlli4kinms9ha/AADJxTXibfa1wtIJGBdLfGR4a?dl=0>



The screenshot shows a shared folder icon with the title 'LCOBIM-000-000-001'. Below the icon, it says 'Shared with Dropbox' and 'www.dropbox.com'. The folder icon is a blue folder with the Dropbox logo on it.

Responder | Reenviar

Figura 35 Respuesta a solicitud de licencia de obra nueva habitacional.

Dentro del entorno común de datos la parte revisora se encarga de crear y gestionar carpetas destinadas para cada uno de los proyectos de los cuales su solicitud haya sido aprobada y se encuentren en el proceso del trámite de licencia de obra nueva habitacional.

Cada una de las carpetas se encontrará identificada por su nombre, el cual deberá de estar compuesto por el folio que la parte revisora le confirió al proyecto que solicitó el trámite, mismo que se encuentra identificable en el correo.

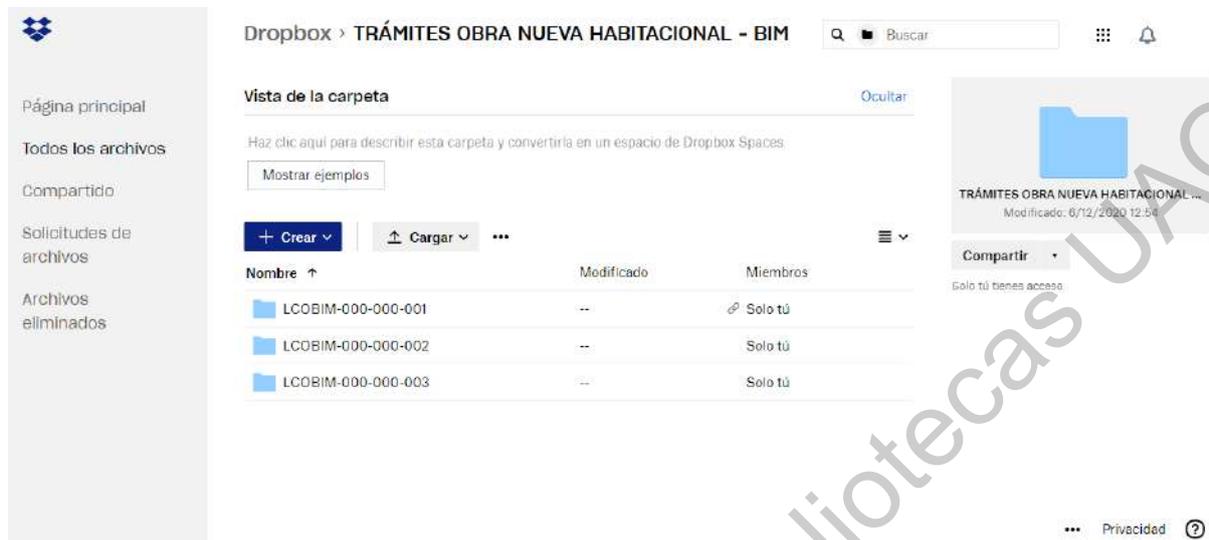


Figura 36 Entorno Común de Datos de los trámites de solicitud de obra nueva habitacional.

Previo a que la parte revisora otorgue el acceso a la parte interesada a la carpeta en el entorno común de datos, la persona encargada de realizar la revisión debe subir los archivos que la parte interesada envió previamente, con sus datos actualizados en el documento “Formato de inicio de solicitud de trámite” en la carpeta llamada 01_DOCS, destinada a subir la documentación para realizar el trámite.

Dropbox > TRÁMITES OBRA NUEVA HABITACIONAL - BIM > LCOBIM-000-000-001 > 01_DOCS

Vista de la carpeta

Haz clic aquí para describir esta carpeta y convertirla en un espacio de Dropbox Spaces

Mostrar ejemplos

+ Crear

↑ Cargar

...

Nombre ↑

Modificado

Mien

PDF 001_JVH_H2_FORMATO_PDM_ONH.pdf

☆

PDF 001_JVH_H2_SOLICITUD_PDM_ONH.pdf

☆

DOCUMENTACIÓN PARA EL TRÁMITE

Los documentos posteriores a la información del proyecto y la solicitud de licencia de construcción con la carta responsiva, para el trámite son definidos en el capítulo “XI. Intercambios de información” dentro del documento BEP. Estos documentos son confirmados por la parte interesada dentro de la página dos de la carta responsiva, en la cual se encuentra el *Check List* de la documentación.

Tabla 69 Formato de documentación para el trámite.

DOCUMENTACIÓN PARA EL TRÁMITE	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Escrituras de propiedad o constancia notarial que indique superficie, medidas y colindancias del predio.	PDF.
Certificado de Número Oficial Autorizado.	PDF.
Alineamiento vigente.	PDF.
Contrato o último recibo agua potable y servicio sanitario.	PDF.
Bitácora de Obra.	PDF.
Director Responsable de Obra (D.R.O.) con credencial del colegio correspondiente vigente.	PDF.
Credencial del colegio correspondiente de/de los Corresponsable/s vigente.	PDF.
Pagos de impuesto predial al corriente.	PDF.
Fotografías a color.	PDF.

Los documentos que son generados por una entidad externa o por un trámite externo a la solicitud de obra nueva habitacional son los siguientes:

- Escrituras de propiedad o constancia notarial que indique superficie, medidas y colindancias del predio.
- Certificado de Número Oficial Autorizado.
- Alineamiento vigente.
- Contrato o último recibo agua potable y servicio sanitario.
- Pago de impuesto predial al corriente.

Debido a que estos archivos contienen información delicada no se han anexado dentro de la presente investigación.

Los siguientes documentos son los que la parte interesada debe generar por cuenta propia.

- Bitácora de obra.
- Documento del director responsable de obra (D.R.O.) con credencial del colegio correspondiente vigente.
- Fotografías a color.

Dirección General de Bibliotecas UAO

BITÁCORA DE OBRA



SELO

COLEGIO DE ARQUITECTOS
DEL ESTADO DE QUERÉTARO, A.C.
REGISTRO ÚNICO

Bitácora CAEQ No. **17724** Fecha exp.: 01 / 01 / 2021 Lic. Const. No. LCOBIM 000 000 001

Propietario: Persona 1 Pérez Rodríguez

Dirección: Calle de Propietario #1

Col.: Colonia 1 Municipio: Querétaro

Persona 2 Sánchez Ramírez	D.R.O.
Ced. Prof.: <u>000 000 1</u> Reg. del Colegiado. <u>001</u> Registro O.P. <u>001</u>	
Ced. Prof.: _____ Reg. del Colegiado. _____ Registro O.P. _____	Co-Responsable en Estructuras
Ced. Prof.: _____ Reg. del Colegiado. _____ Registro O.P. _____	Co-Responsable en Instalaciones
Ced. Prof.: _____ Reg. del Colegiado. _____ Registro O.P. _____	Co-Responsable en Diseño Urbano y Arg.

Del Inmueble

Fecha: _____	Sup. Const. <u>001.00m2</u> m2
Dictamen Uso de Suelo: _____	NUMERO
Clasificación: <u>Habitacional</u>	LETRA
Ubicación: <u>Calle A #1, Colonia 1</u>	No. Oficial: <u>001</u>
No. Cta. Catastral: <u>140111111111111</u>	No. C.E.A.: <u>001</u>

FIRMAS AUTORIZADAS

PROPIETARIO	X
D.D.U.	D.R.O.
INSTALACIONES	ESTRUCTURAS
	CO-RESPONSABLE

Observaciones:

La presente Bitácora se expide el día 01 de ENERO avalando al D.R.O. Como miembro activo del Colegio Respetivo del Estado de Querétaro.

La presente Bitácora deberá permanecer en obra como lo señala el ART. _____ del reglamento de Construcción y de Servicios Urbanos para el Municipio de Querétaro, y el correspondiente en cada Municipio del Estado de Querétaro. La presente Bitácora podrá ser acompañada de fotografías (OPCIONAL) de observaciones que según el criterio del D.R.O. Sean de importancia para la misma. De presentarse el caso de que el D.R.O. Deberá acudir ante su Colegio y la D.D.U. A solicitar una nueva Bitácora al mismo tiempo de presentar un escrito en que circunstancias se extravió.

Se autoriza la presente para los usos legales que al interesado convengan en cualquier desaveniencia en los tribunales competentes, así mismo deberá ser presentada ante la D.D.U. Del Municipio de Querétaro para poder solicitar la Terminación de Obra.

Al momento de llenar cada una de las páginas, éstas deberán ser recortadas y entregadas a cada una de las partes interesadas.

ORIGINAL PERMANECE EN OBRA (PROPIETARIO), 1a. COPIA D.R.O. Y 2a. COPIA D.D.U.

Figura 37 Bitácora de obra.

BITACORA DE OBRA

DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA (D.R.O.) CON CREDENCIAL DEL COLEGIO CORRESPONDIENTE VIGENTE.

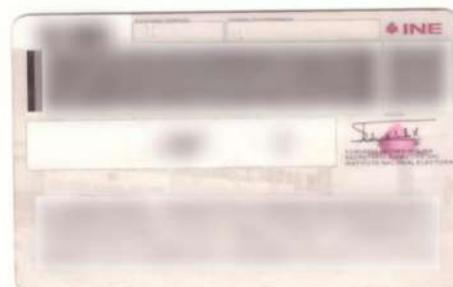
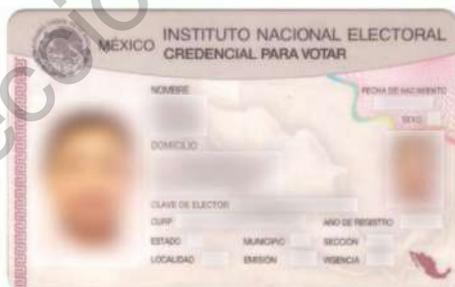


Figura 38 director responsable de obra (D.R.O.) con credencial del colegio correspondiente vigente.

FOTOGRAFÍAS A COLOR



Fotografía 3 Toma frontal del sitio del proyecto 001.



Fotografía 4 Toma lateral del sitio del proyecto 001.



Fotografía 5 Toma aérea del sitio del proyecto 001.

DOCUMENTOS DENTRO DEL ENTORNO COMÚN DE DATOS

Una vez recopilados los archivos, estos serán subidos a la carpeta correspondiente a los documentos, con su nomenclatura respectiva y su formato respectivo de acuerdo al documento *BIM Execution Plan*. El propósito final de recopilar los documentos de acuerdo a una nomenclatura específica es el de generar un archivo basado en claves de acuerdo al folio, el director responsable de obra, el municipio, el uso del suelo y el tipo de archivo.

Dropbox > TRÁMITES OBRA NUEVA HABITACIONAL - BIM > LCOBIM-000-000-001 > 01_DOCS

Vista de la carpeta

Haz clic aquí para describir esta carpeta y convertirla en un espacio de Dropbox Spaces

Mostrar ejemplos

Nombre ↑	Modificado	Miembros
PDF 001_JVH_H2_FORMATO_PDM_ONH.pdf	☆	
PDF 001_JVH_H2_SOLICITUD_PDM_ONH.pdf	☆	
PDF LCOBIM-000000001_001_JVH_H2_AGUA-SAN_PDM_ONH.pdf	☆	
PDF LCOBIM-000000001_001_JVH_H2_ALINEAMIENTO_PDM_ONH.pdf	☆	
PDF LCOBIM-000000001_001_JVH_H2_BITÁCORA_PDM_ONH.pdf	☆	
PDF LCOBIM-000000001_001_JVH_H2_DRO_PDM_ONH.pdf	☆	
PDF LCOBIM-000000001_001_JVH_H2_ESCRITURAS_PDM_ONH.pdf	☆	
PDF LCOBIM-000000001_001_JVH_H2_FOTO_PDM_ONH.pdf	☆	
PDF LCOBIM-000000001_001_JVH_H2_NUM-OF_PDM_ONH.pdf	☆	
PDF LCOBIM-000000001_001_JVH_H2_PREDIAL_PDM_ONH.pdf	☆	

Figura 39 Archivos subidos a la carpeta de documentos en el entorno común de datos.

Tabla 70 Aprobación de la documentación para el trámite.

APROBACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL TRÁMITE	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Aprobación de la documentación para el trámite.	TXT.
Documento de aprobación de la documentación para el trámite.	PDF.

Una vez que la documentación se encuentre en el entorno común de datos, la parte revisora tiene el deber, de acuerdo al documento BEP, de revisar los documentos y de responder con la aprobación de la documentación para el trámite o con las observaciones necesarias para volver a subir alguno de los documentos al entorno común de datos.

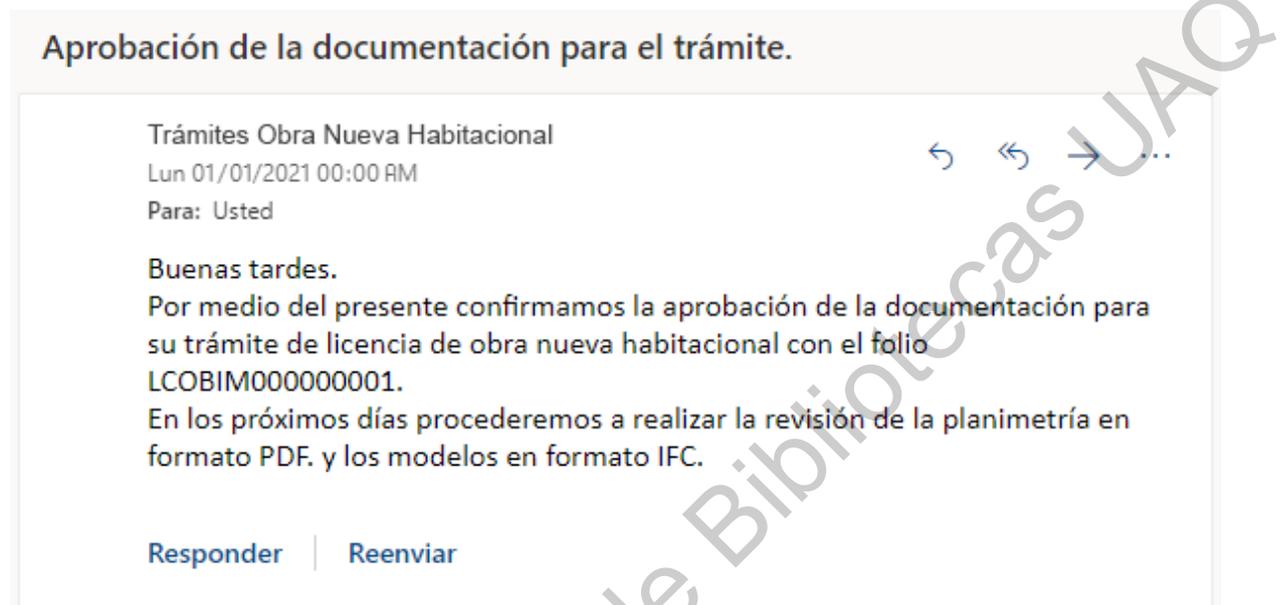


Figura 40 Correo de aprobación de la documentación para el trámite

PROCESO DE MODELADO DE INFORMACIÓN.

Para generar la información del modelo y su documentación, se ha consultado previamente lo establecido dentro del *BIM Execution Plan*, de acuerdo a los elementos del modelo y sus niveles de definición para poder realizar el modelado del proyecto de acuerdo a los requerimientos. Para realizar la revisión de proyectos, se han seleccionado y modelado tres proyectos distintos de casa habitación que han realizado el trámite de obra nueva habitacional.

Para el proyecto 001 y el proyecto 002 se realizará el modelo virtual del proyecto arquitectónico para poder evaluar el cumplimiento de la normativa referente al proyecto arquitectónico a través de la geometría 3D. Además del modelo virtual, se ha creado la documentación de la planimetría del proyecto arquitectónico a partir del mismo, lo que garantizará una representación fidedigna entre los elementos en los planos.

Para la evaluación del proyecto 003 se ha generado el modelo virtual del proyecto arquitectónico para hacer la evaluación de su cumplimiento con respecto a la normativa establecida en el *rulerset* del *software* SOLIBRI Office™. Sumado al modelo virtual del proyecto arquitectónico, se realizó el modelo del proyecto estructural y el proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Se realizará la exportación de cada uno de los proyectos a un formato interoperable para poder realizar una conexión entre el archivo nativo, proveniente de un software como ArchiCAD® o Revit®, hacia un software distinto al nativo, en este caso SOLIBRI. Con base en el uso de los archivos IFC, los proyectos a evaluar pueden ser modelados tanto en el software GRAPHISOFT® ArchiCAD®, como en el Autodesk® Revit® o cualquier otro *software* similar en el mercado.

Tabla 71 Formato del intercambio del proyecto para evaluación.

INTERCAMBIO DEL PROYECTO PARA EVALUACIÓN	
APROBACIÓN DE MODELO ARQUITECTÓNICO.	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Modelo del proyecto arquitectónico.	IFC.
Planimetría de proyecto arquitectónico.	PDF.
APROBACIÓN DE MODELO ESTRUCTURAL.	
Modelo del proyecto estructural.	IFC.
Planimetría de proyecto estructural.	PDF.
APROBACIÓN DE MODELO DE INST HS.	
Modelo del proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias.	IFC.
Planimetría de proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias.	PDF.

PROYECTO 001

El primer proyecto se realizará a partir del software GRAPHISOFT® ArchiCAD® versión 24.

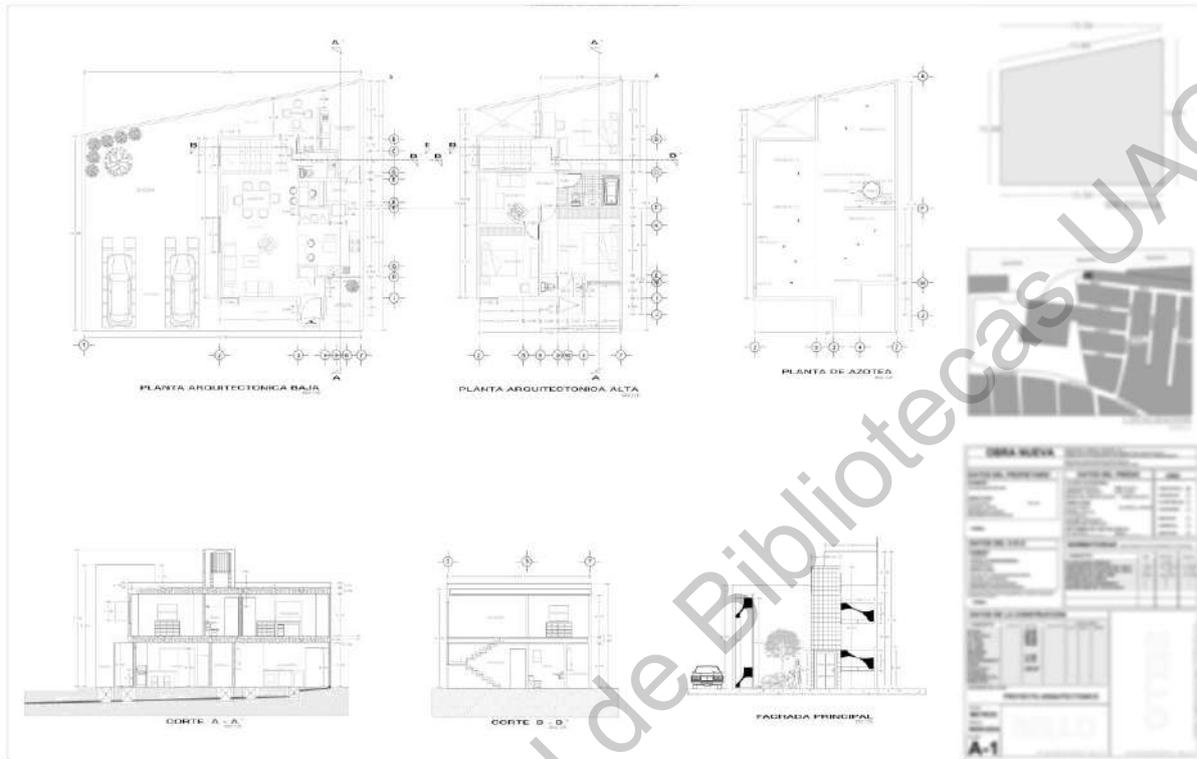


Figura 41 Plano A-1 del proyecto 001.

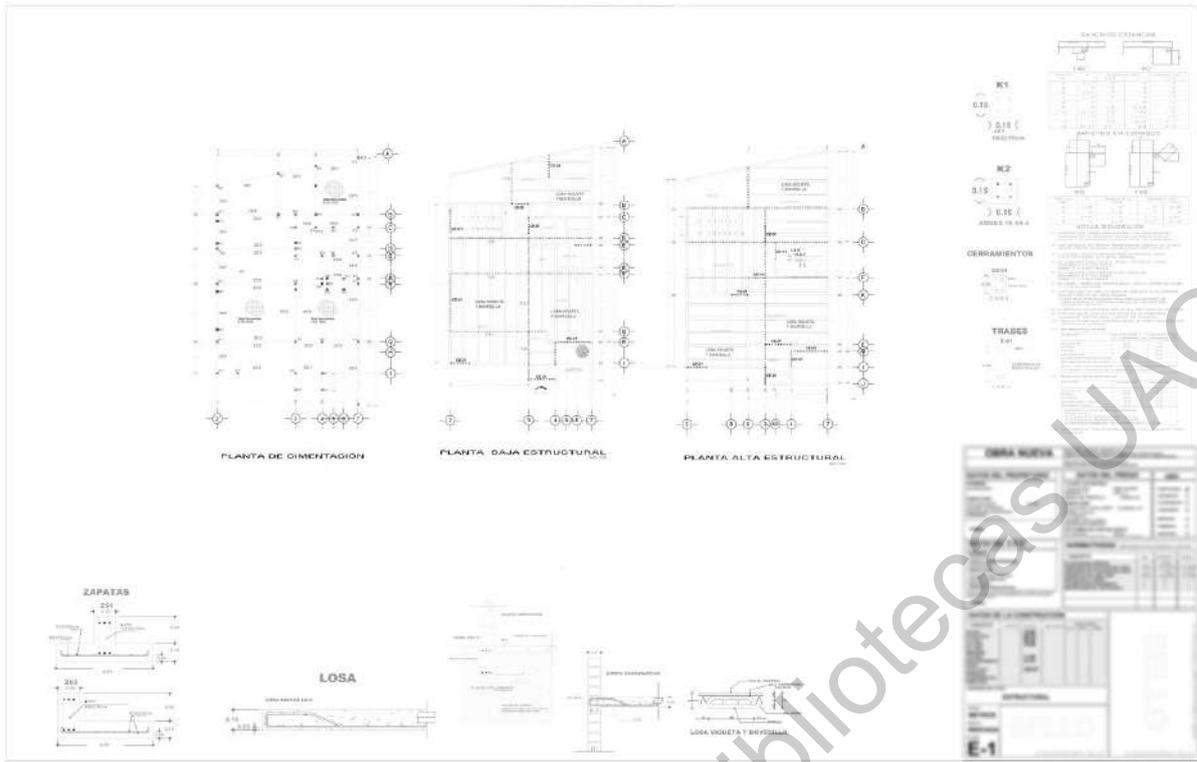


Figura 42 Plano E-1 del proyecto 001.

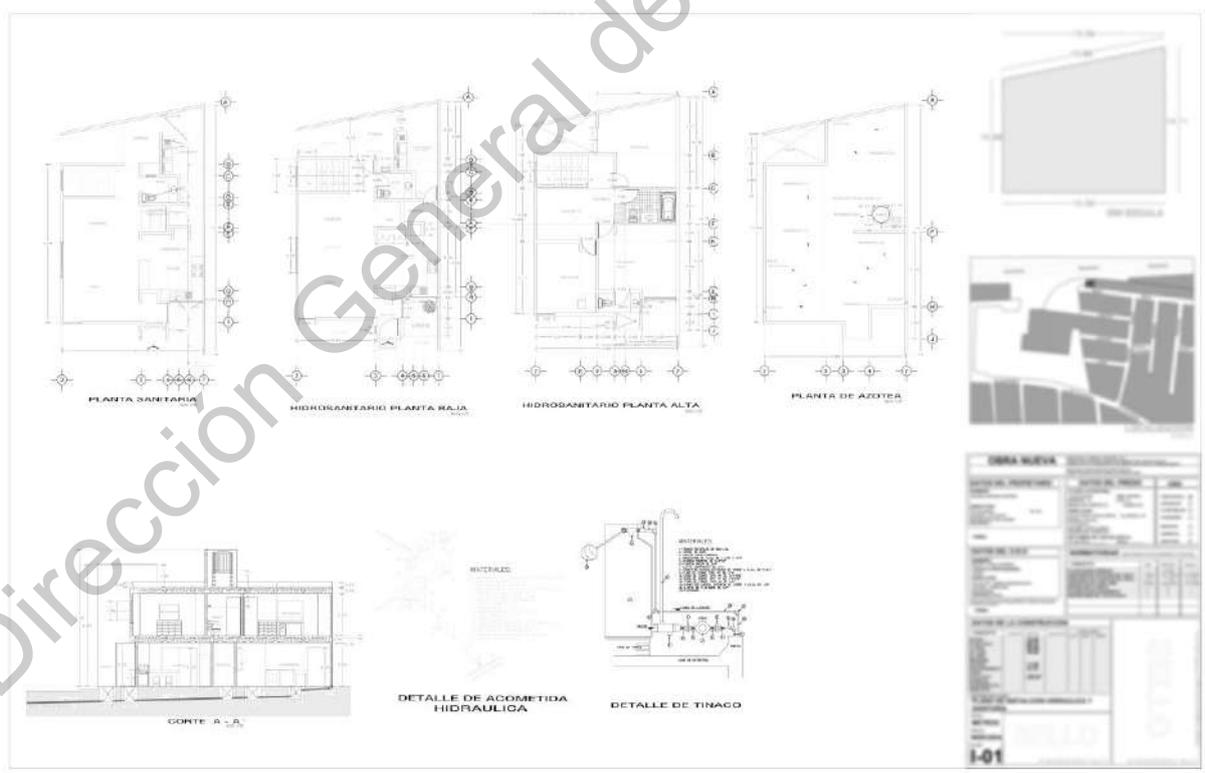


Figura 43 Plano I-1 del proyecto 001.

Para comenzar el proceso de modelado del proyecto 001, se establecerá a partir del punto reconocible como *Hotpoint*, dentro del espacio de trabajo, uno de los vértices de la fachada principal del proyecto. Será a partir de este punto donde se comenzará a realizar los primeros trazos del proyecto, conformados por una representación del terreno con elementos 2D, sumados a los ejes principales del proyecto. A partir de esta disposición se podrá dar comienzo a la configuración de ubicación del proyecto.

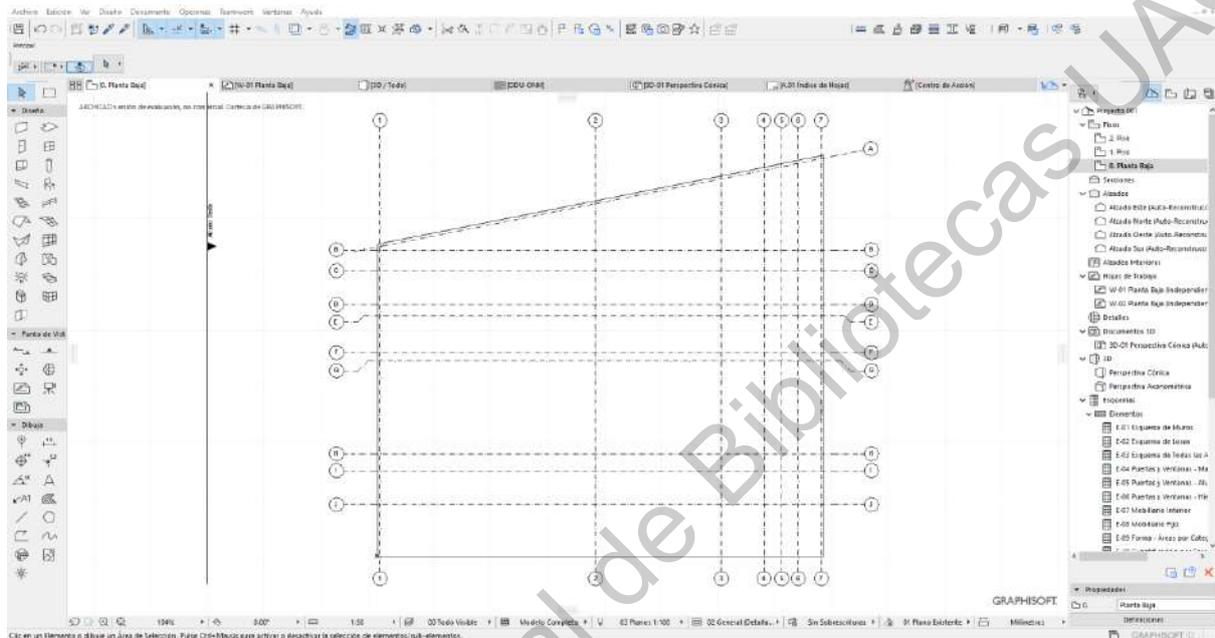


Figura 44 Primeros trazos en la interfaz de ArchiCAD® del proyecto 001.

Dentro del apartado “Ubicación del Proyecto” se podrán configurar las coordenadas exactas del *Hotpoint* en el cual fue ubicado el proyecto. Dentro de esta configuración se configuran las coordenadas, así como la altitud y la inclinación del norte del proyecto.

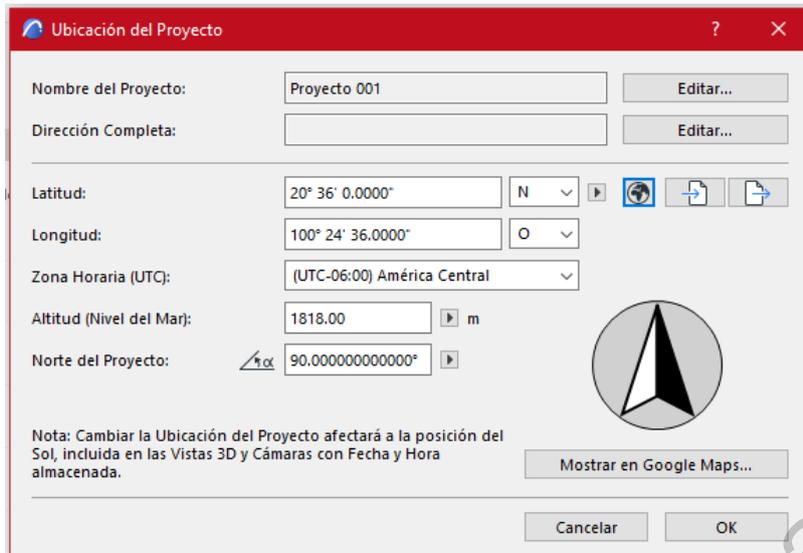


Figura 45 Ubicación geográfica del proyecto 001.

Como primeros elementos del modelo se realizarán el terreno y el espacio equivalente a la excavación, por donde se desplantará el proyecto. El terreno será modelado a partir de la herramienta *Mesh* o Malla, que está enfocada en la generación de terrenos.

Tabla 72 LOD del Terreno y excavaciones del proyecto 001.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Terreno	200	200
	Excavaciones	200	200



Figura 46 Terreno del proyecto 001.

Con la geometría tridimensional del terreno definido, se planteará la zona donde se realizará la excavación según el proyecto que puede realizarse por medio de una operación de elementos sólidos, al ejecutar una substracción, lo que permitirá cortar directamente la geometría.



Figura 47 Excavaciones del proyecto 001.

Los siguientes elementos a modelar, son los muros del proyecto. Estos muros son generados como un elemento básico, sin necesidad de generar un perfil compuesto, debido a que no es la información requerida dentro de los niveles de definición.

Tabla 73 LOD de Muros del proyecto 001.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Fachadas aligeradas	200	200
	Fachadas sólidas	200	200
	Muros aligerados interiores	200	200

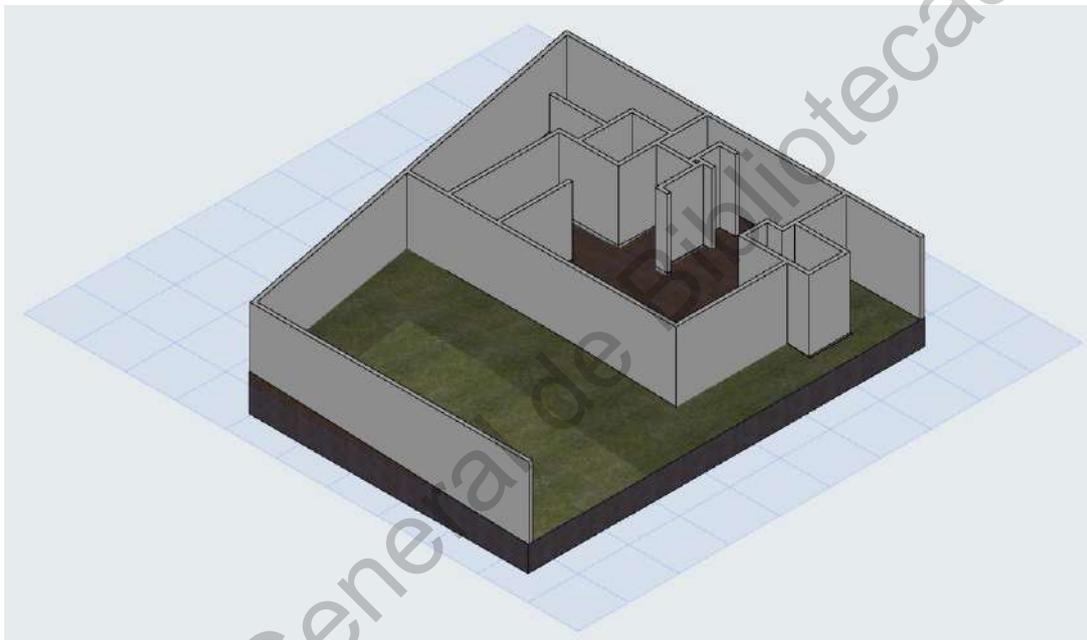


Figura 48 Muros Planta baja del proyecto 001.

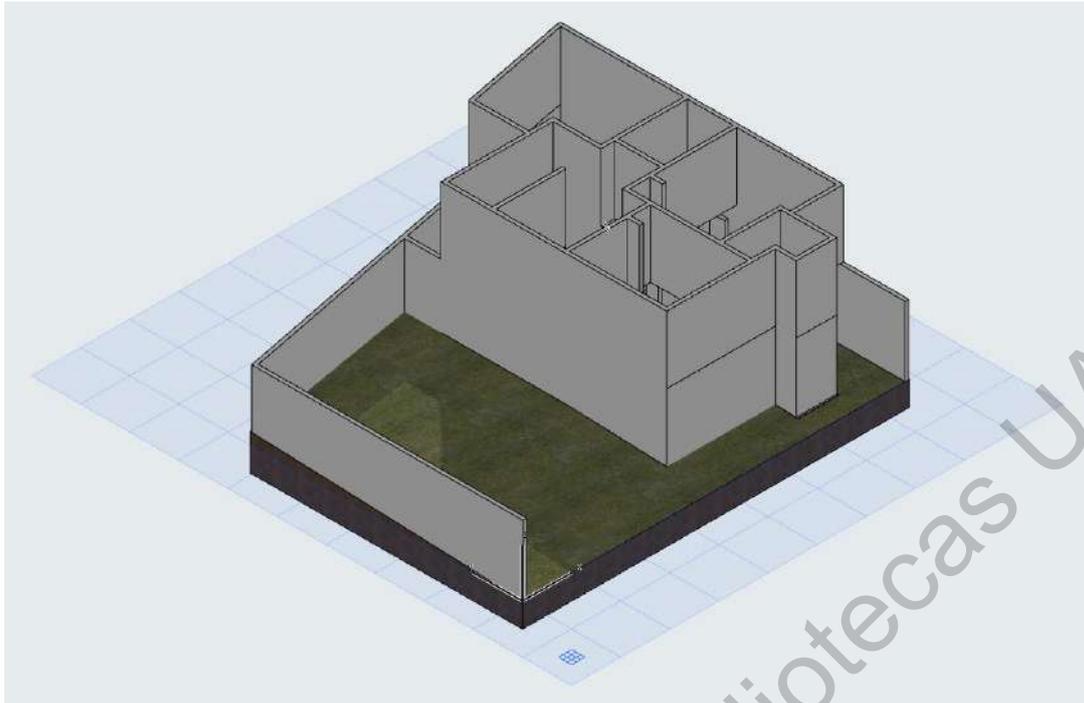


Figura 49 Muros Planta alta del proyecto001.

Una vez que los muros se encuentren definidos, los siguientes elementos a plantear podrán ser los elementos de suelo o de rampas, para lo cual existe una herramienta llamada *Slab* o Forjado. Al igual que los muros, de acuerdo a lo definido dentro de los niveles de definición, no es requerido generar los suelos con elementos multicapa. Estos podrán ser generados con un material genérico. A pesar de no ser elementos multicapa, los elementos serán modelados con las dimensiones y el espesor proyectado para el proyecto, de acuerdo a su sistema constructivo.

Tabla 74 LOD de Suelos/Rampas del proyecto 001.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Suelos/Rampas	200	200

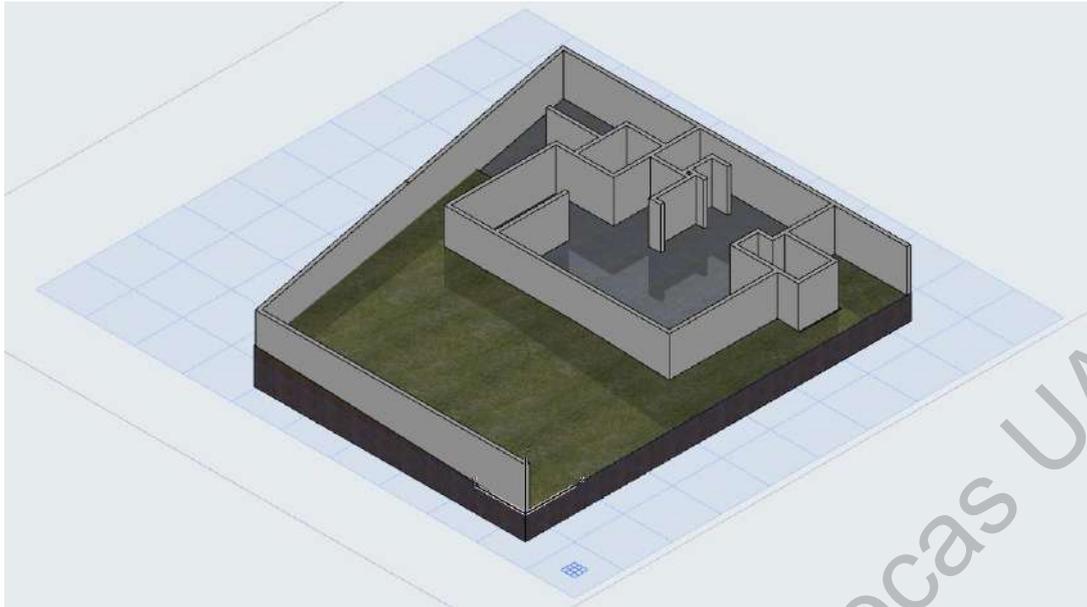


Figura 50 Suelos/Rampas de Planta baja del proyecto 001.

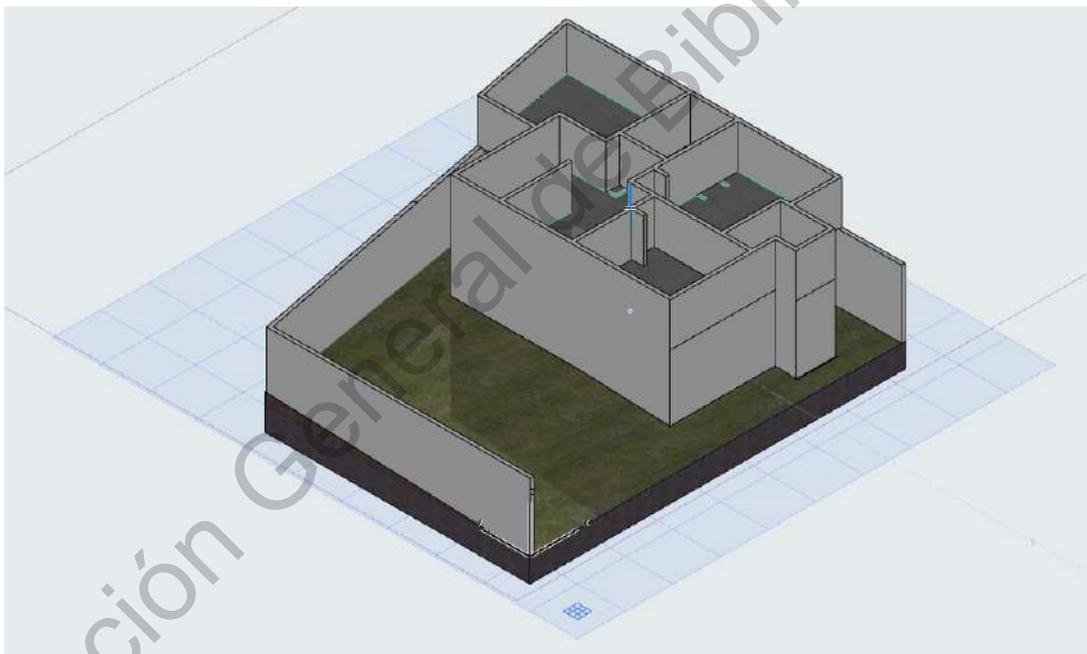


Figura 51 Suelos/Rampas de Planta alta del proyecto 001.

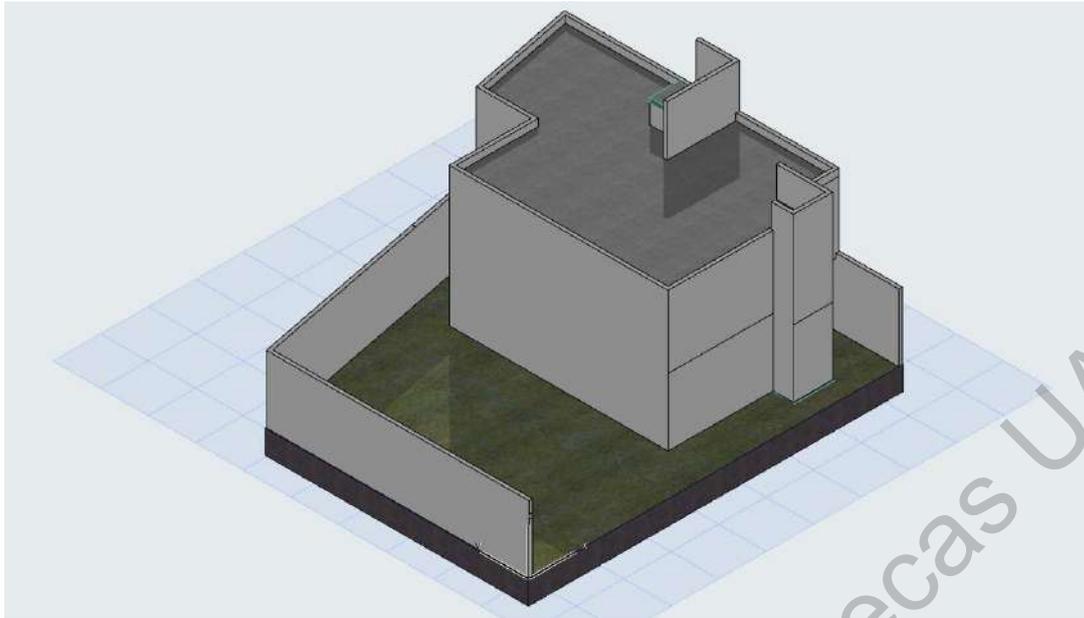


Figura 52 Suelos/Rampas de Planta de azotea del proyecto 001.

Las puertas son el siguiente elemento a modelar. De acuerdo a los niveles de definición estipulados dentro del documento BIM *Execution Plan*, los niveles de definición de geometría son de un nivel 300, mientras que los niveles de definición de propiedades son de 200. De acuerdo a lo establecido en la especificación, la geometría debe de ser fiel en relación a las dimensiones de la puerta, ya sea de la apertura, de los marcos y del tamaño de la hoja. Las propiedades de las puertas que se requieren son las de los materiales de la puerta, si esta es interna o externa y la dirección de apertura.

Tabla 75 LOD de Puertas del proyecto 001.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Puerta	300	200



Figura 53 Puertas de Planta baja del proyecto 001.

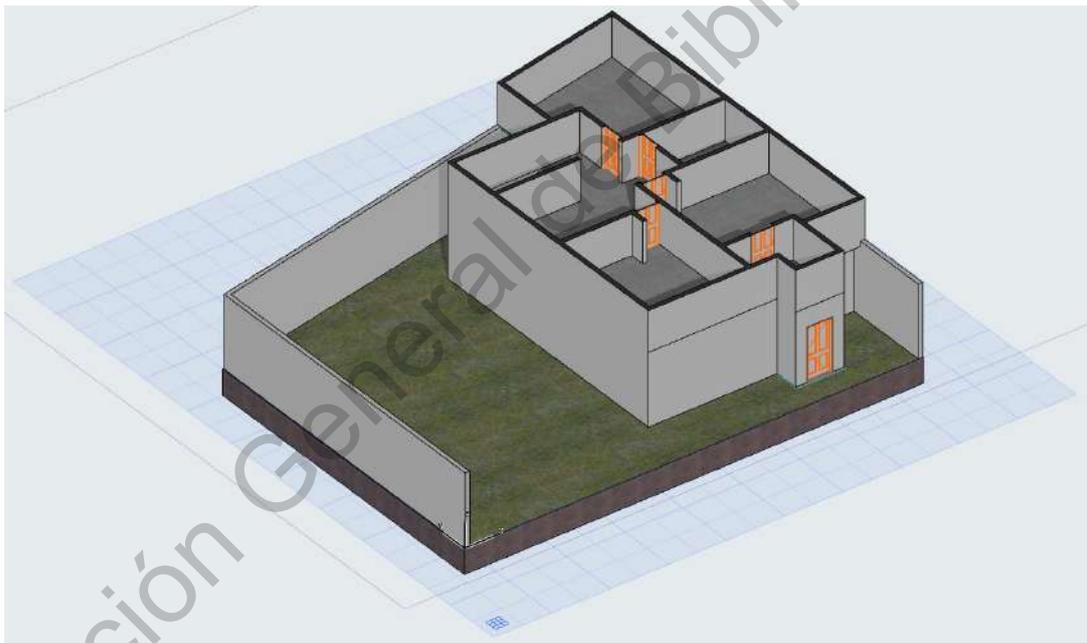


Figura 54 Puertas de Planta alta del proyecto 001.

Los elementos referentes a las ventanas dentro del modelo, poseen un nivel de definición similar al establecido para las puertas. Dentro de estos niveles de definición, el nivel de la geometría corresponde a un nivel 300 mientras que el nivel referente a las propiedades corresponde a un nivel 200. Estos niveles de definición declaran que los requerimientos referentes a la geometría deberán ser de dimensiones exactas de los marcos y los tipos de hojas, ya sean correderas, abatibles o fijas. Las propiedades

de las ventanas que se requieren son las de los materiales, si esta es interna o externa y la dirección de apertura.

Tabla 76 LOD de Ventanas del proyecto 001.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Ventana	300	200

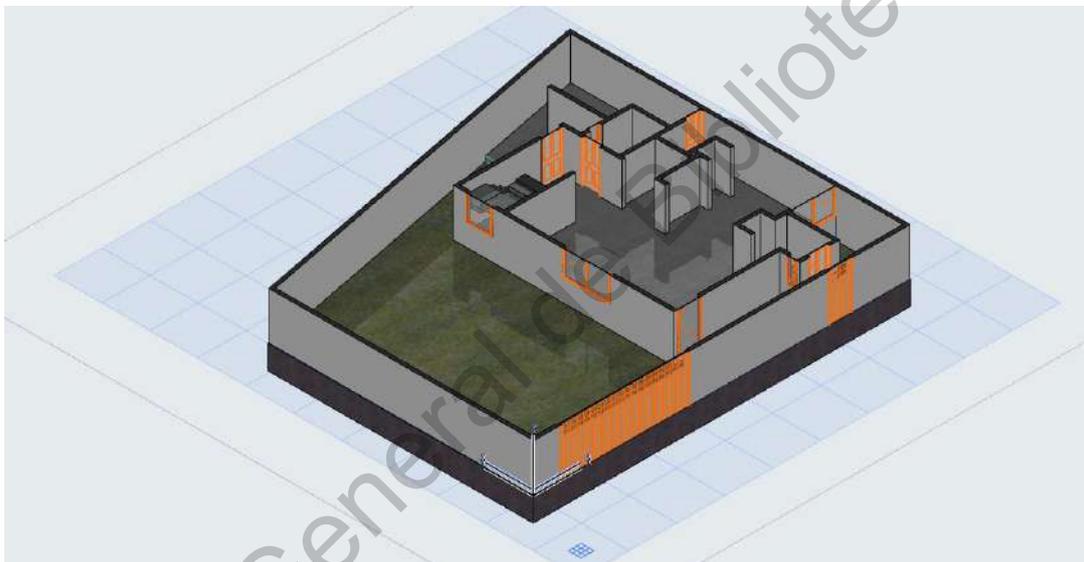


Figura 55 Ventanas de Planta baja del proyecto 001.

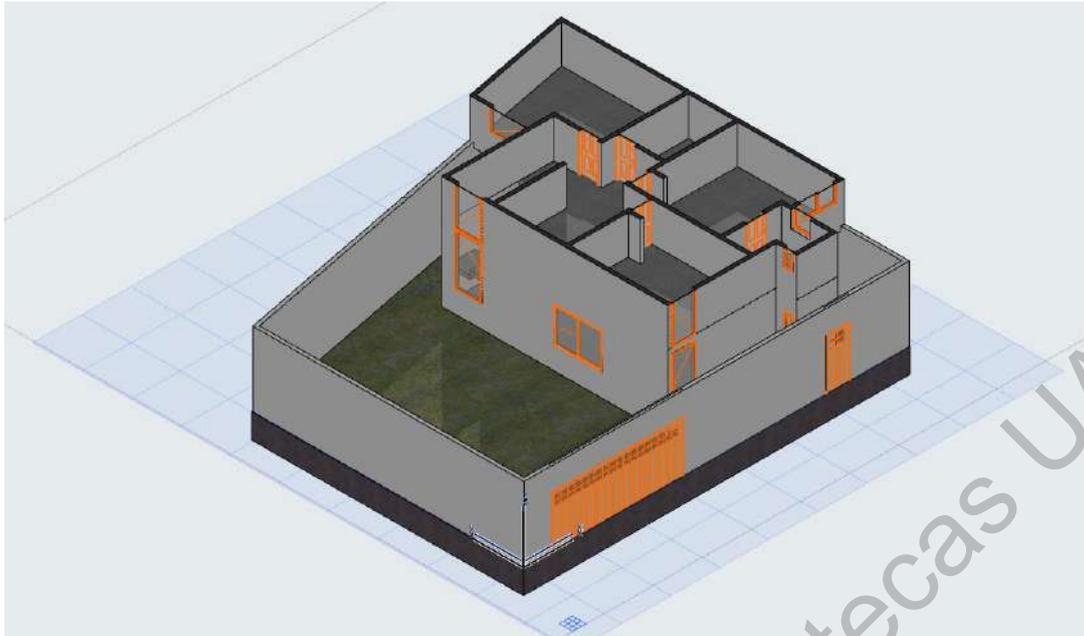


Figura 56 Ventanas de Planta alta del proyecto 001.

Los requerimientos del mobiliario se dictaminan con respecto a lo indicado dentro de los niveles de definición de la especificación danesa *MTHØJGAARD LOD SPECIFICATION*.

Tabla 77 LOD de Mobiliario del proyecto 001.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Mobiliario (Habitaciones)	200	N/A



Figura 57 Mobiliario en Planta baja del proyecto 001.



Figura 58 Mobiliario en Planta alta del proyecto 001.

Para realizar la generación de los elementos referentes a las habitaciones, ArchiCAD® dispone de una herramienta llamada *Zone* o Zonas. En la generación de estas zonas, deberá especificarse el nombre del espacio al igual que un número que lo identifique.

Tabla 78 LOD de Habitaciones del proyecto 001.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Habitaciones	100	100

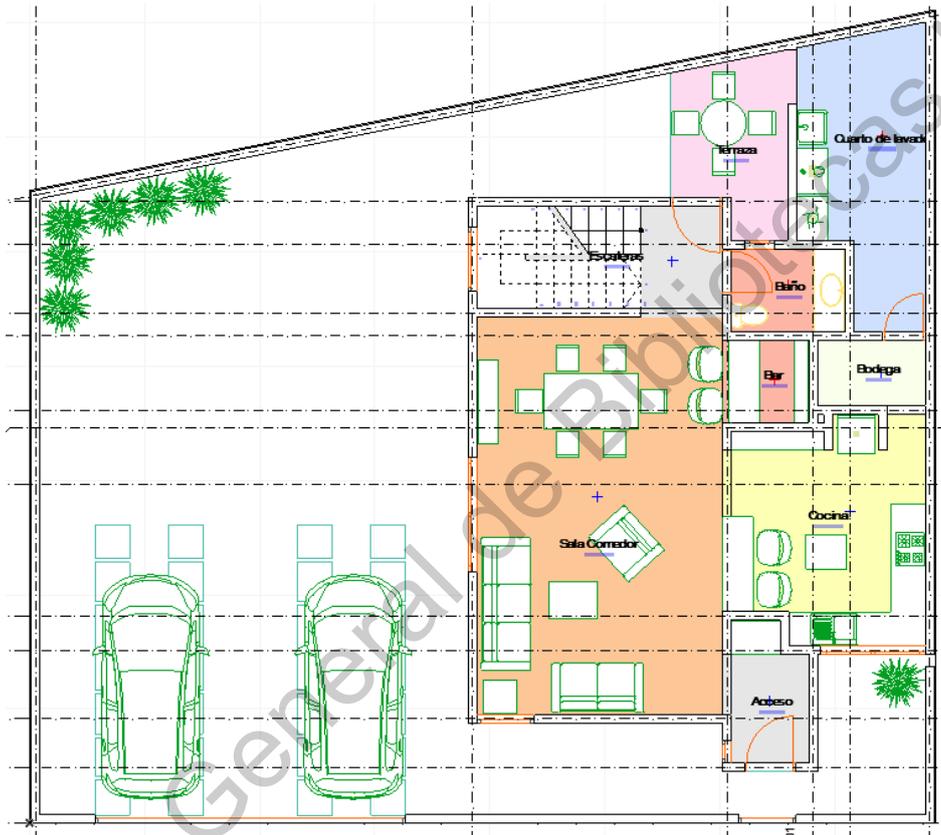


Figura 59 Zonas/Habitaciones en Planta baja del proyecto 001.

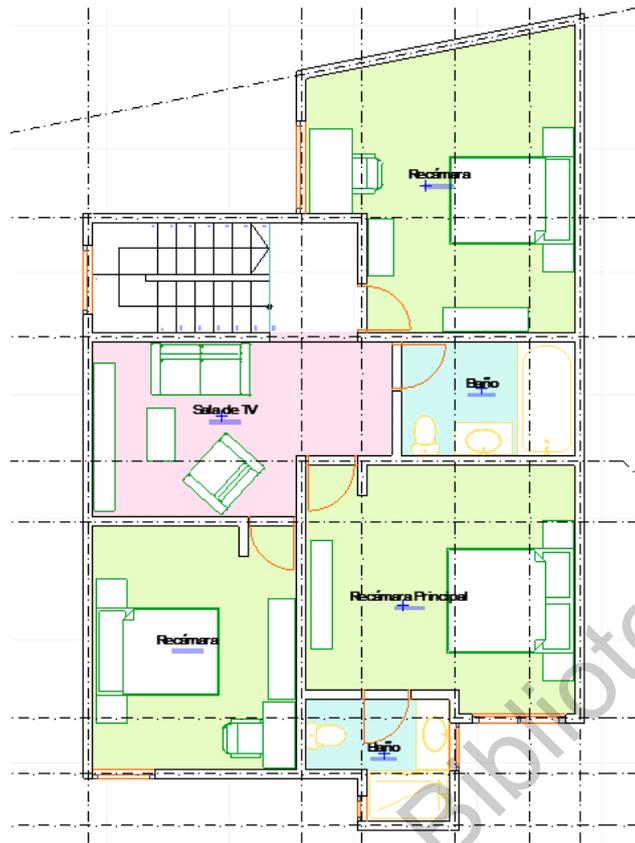


Figura 60 Zonas/Habitaciones en Planta alta del proyecto 001.

Dentro del diseño del proyecto 001 no se encuentran elementos referentes a techos falsos o cielos, así como tampoco se encuentra un elevador, por lo que estos elementos no fueron modelados dentro del proyecto.

Tabla 79 LOD de Elementos no modelados del proyecto 001.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Cielos	200	200
	Elevador	200	200

A partir de los elementos generados dentro del modelo se podrán generar los planos arquitectónicos. Estos planos deberán contener la información solicitada dentro del

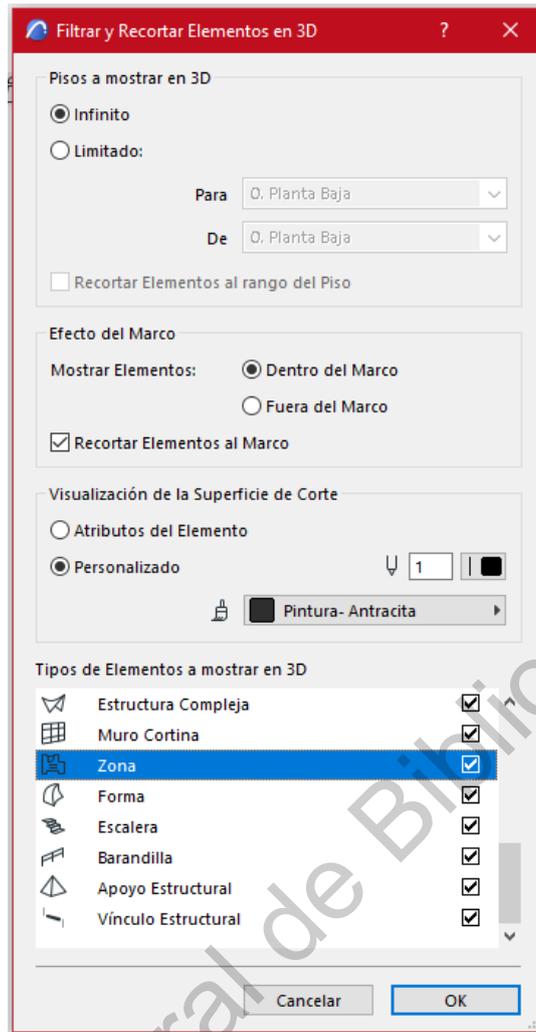


Figura 64 Activar visualización de zonas en 3D del proyecto 001.

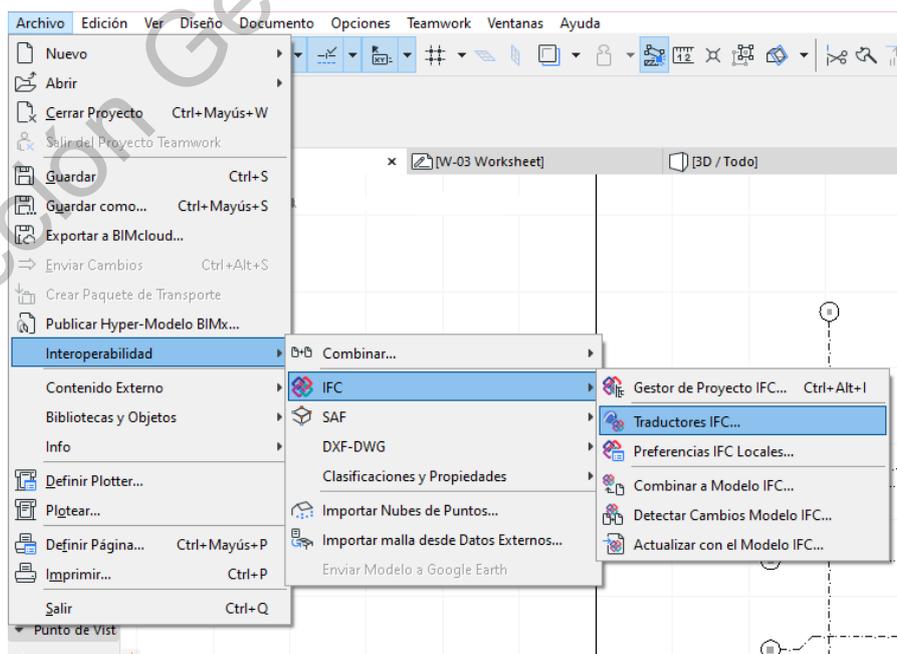


Figura 65 Exportar 3D a un archivo IFC del proyecto 001.

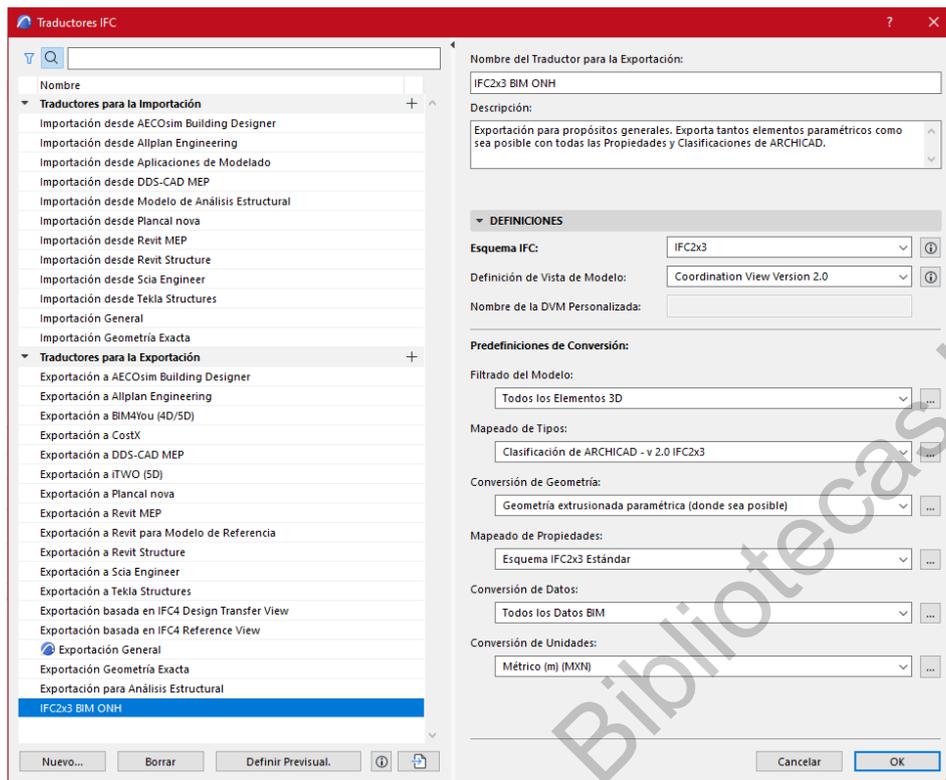


Figura 66 Creación de configuración general del formato IFC.

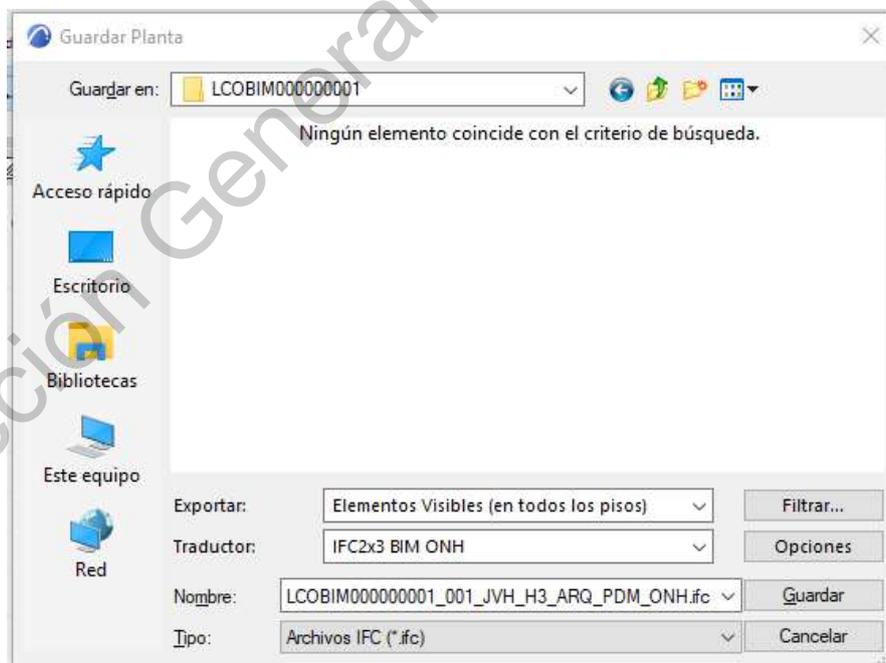


Figura 67 Proceso para exportar modelo IFC del proyecto arquitectónico del proyecto 001.

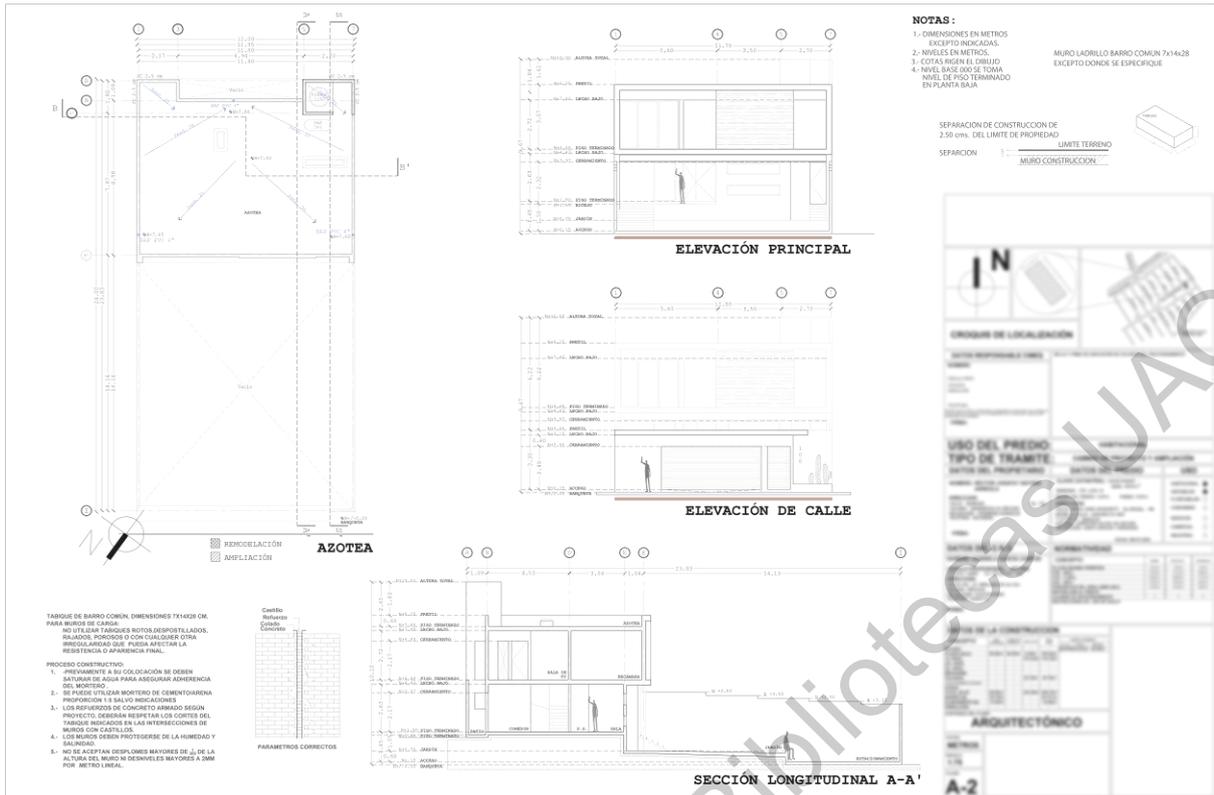


Figura 69 Plano A-2 del proyecto 002

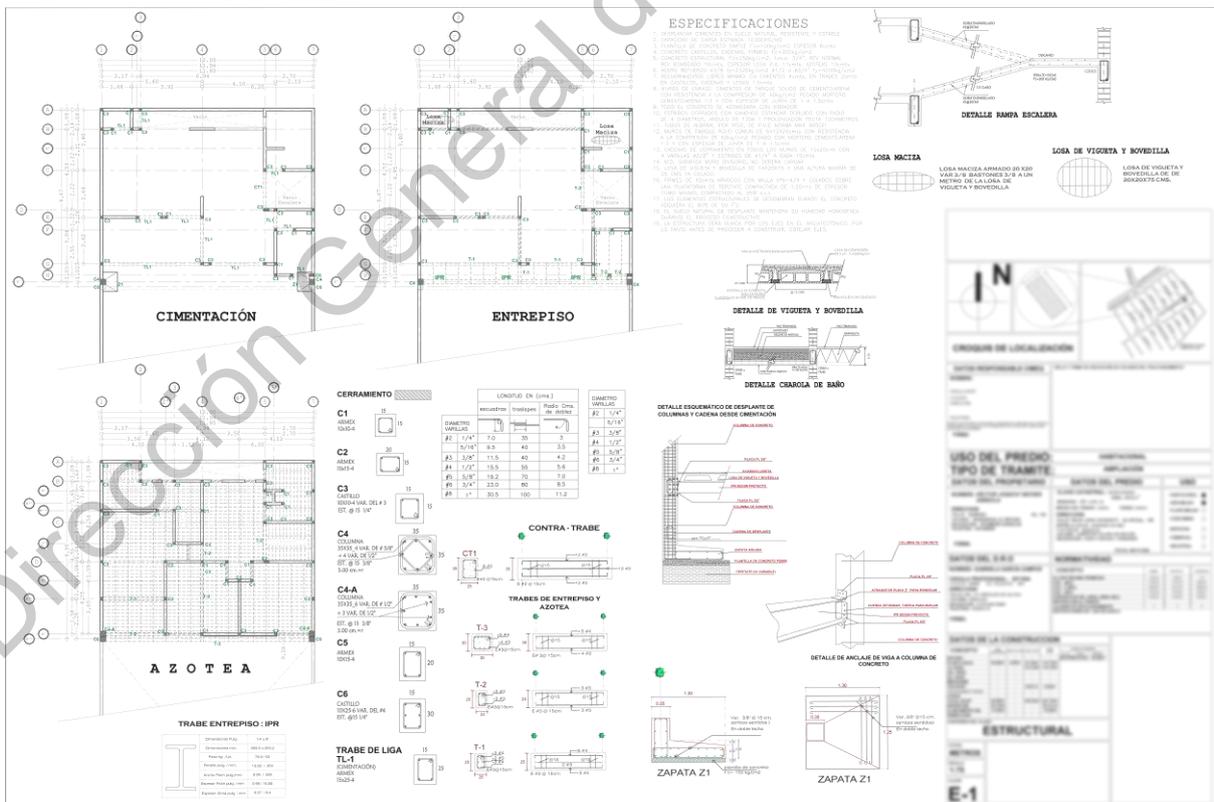


Figura 70 Plano E-1 del proyecto 002

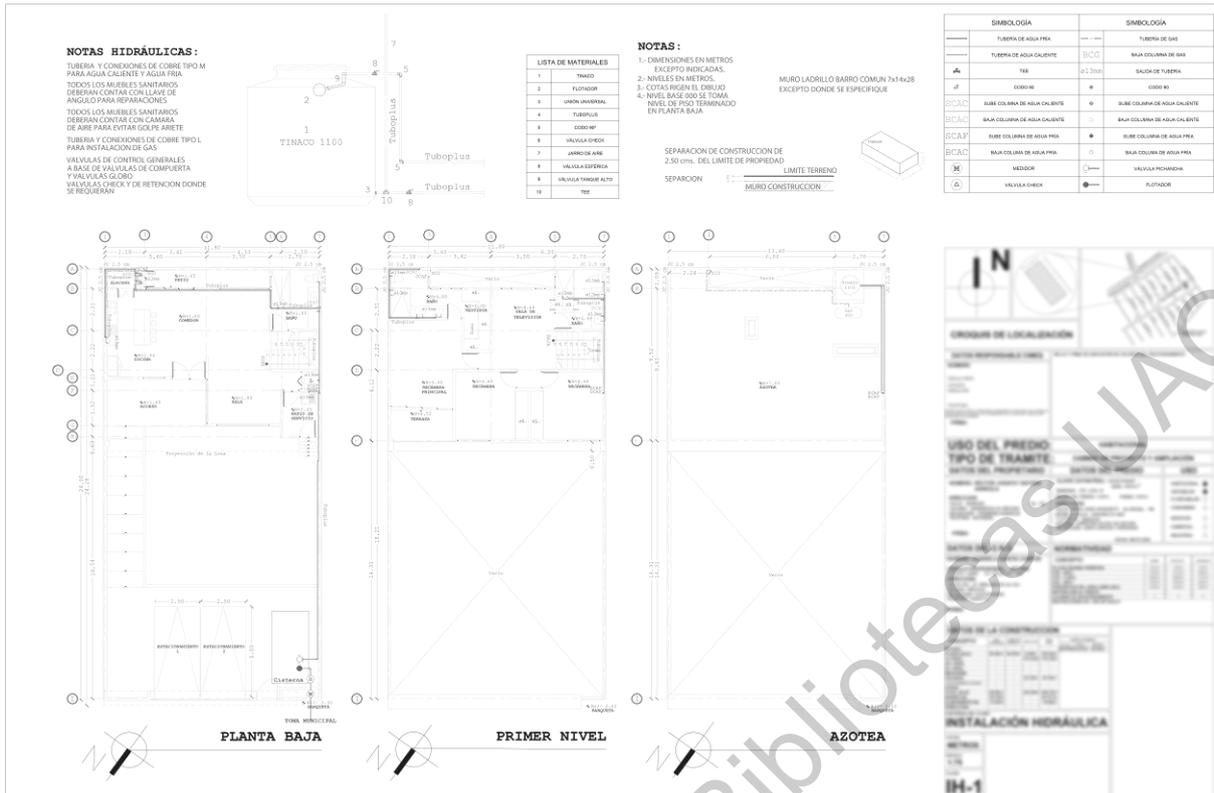


Figura 71 Plano IH-1 del proyecto 002

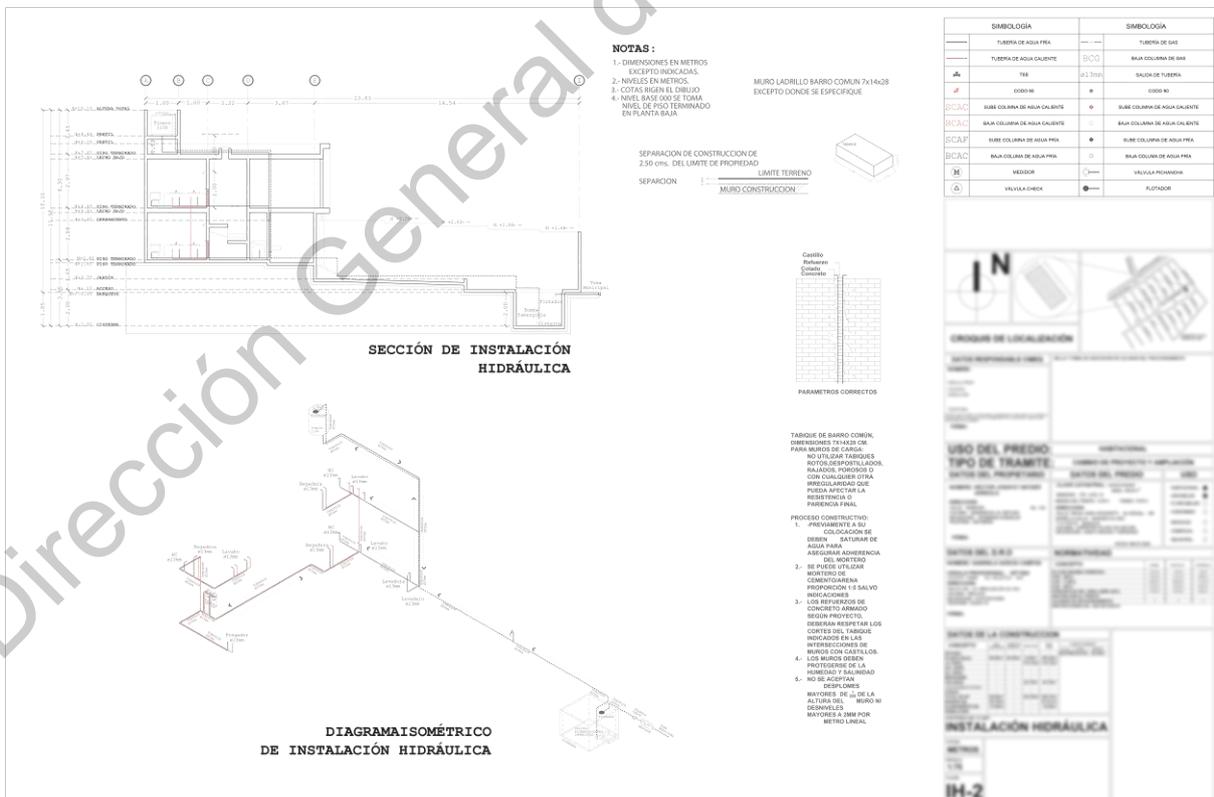


Figura 72 Plano IH-2 del proyecto 002

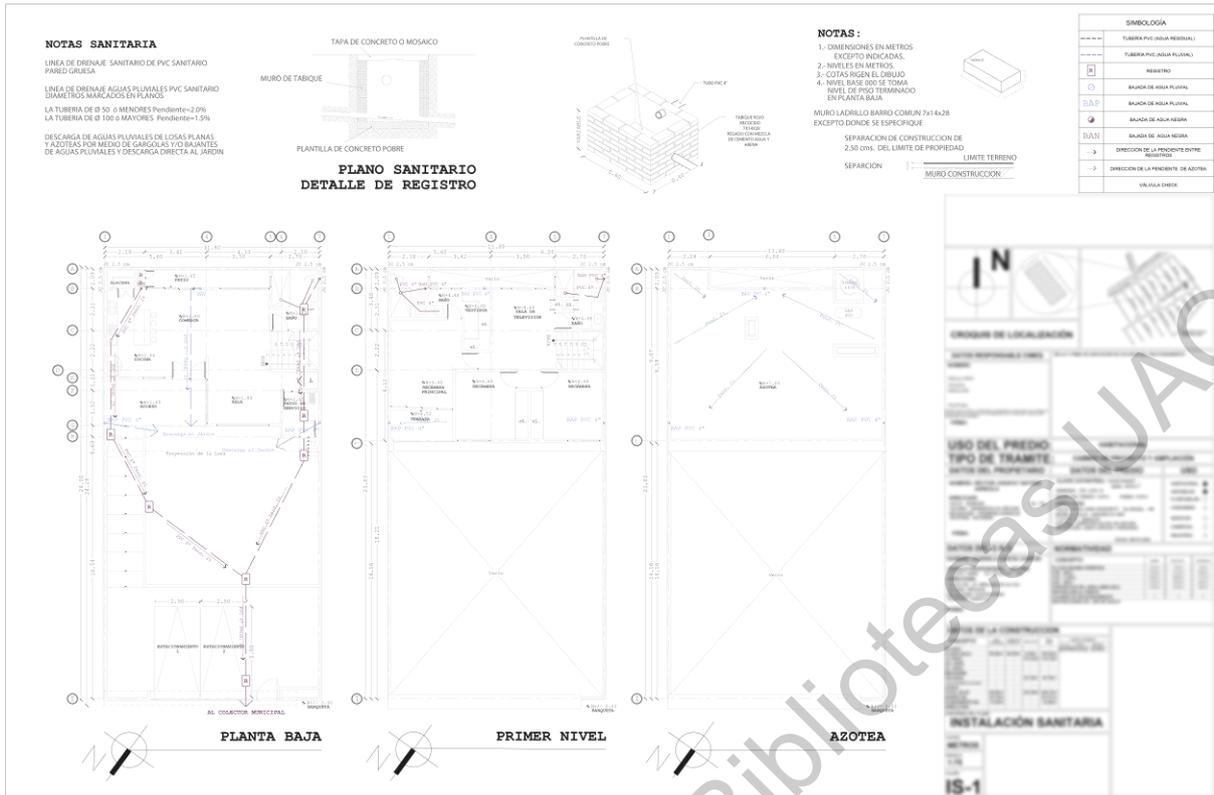


Figura 73 Plano IS-1 del proyecto 002

Para comenzar con el modelado del proyecto 002, se establecerá en el gizmo uno de los vértices de la fachada principal del proyecto. A partir de ese punto se comenzará a dibujar el contorno del predio y se definirán los ejes principales del proyecto para proceder con establecer la ubicación del proyecto

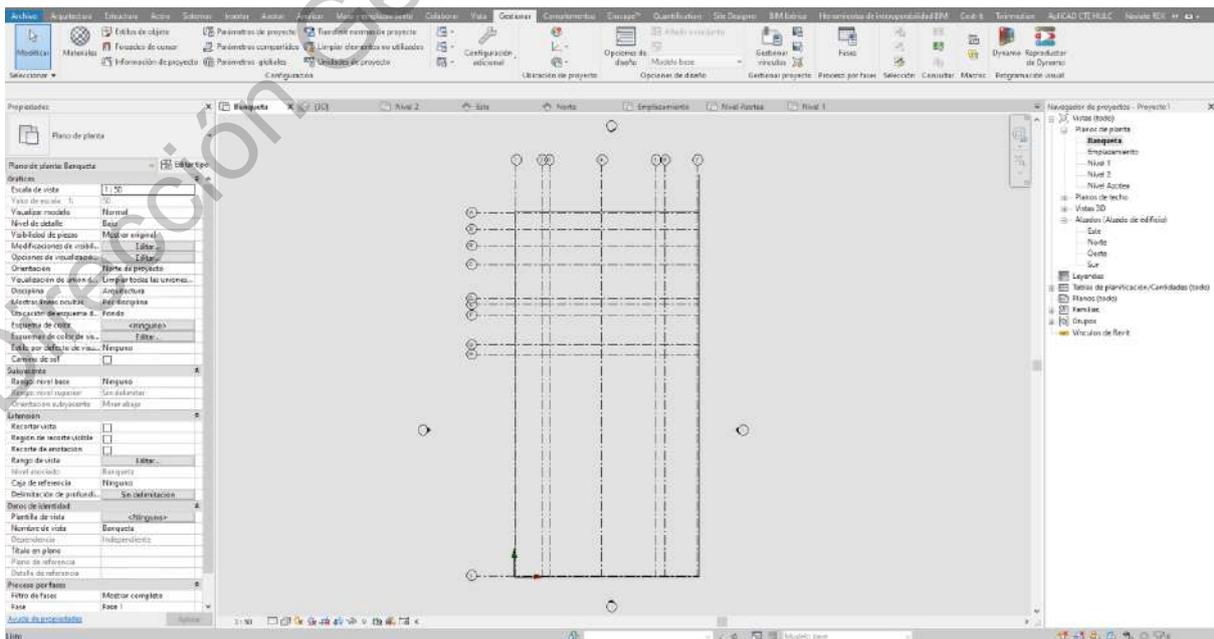


Figura 74 Primeros trazos en la interfaz de Revit® del proyecto 002

Una vez establecidos los primeros trazos y ejes, se procederá a definir la ubicación del predio, a través de la pestaña gestionar, en el apartado Ubicación del proyecto, en el ícono Ubicación, clima y emplazamiento.

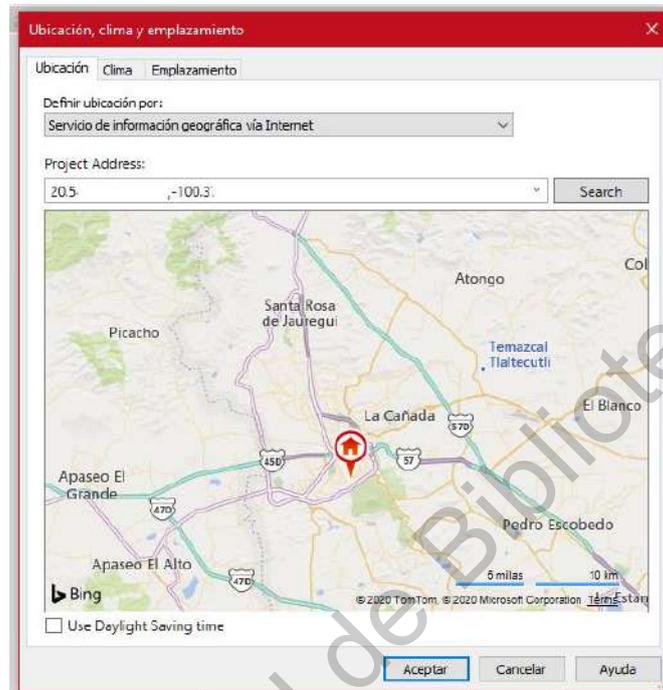


Figura 75 Ubicación geográfica del proyecto 002

Para comenzar el modelado de los elementos del modelo, este se realizará de acuerdo a lo estipulado en el BIM *Execution Plan*, donde se definen los niveles de definición de geometría y de propiedades, apegándose a la especificación danesa *MTHØJGAARD LOD SPECIFICATION*.

El terreno será modelado como una superficie tridimensional basado en puntos medidos por medio de una estación total. Sumado al terreno se deberá modelar las plataformas o excavaciones.

Tabla 80 LOD de Terreno y excavaciones del proyecto 002.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Terreno	200	200
	Excavaciones	200	200

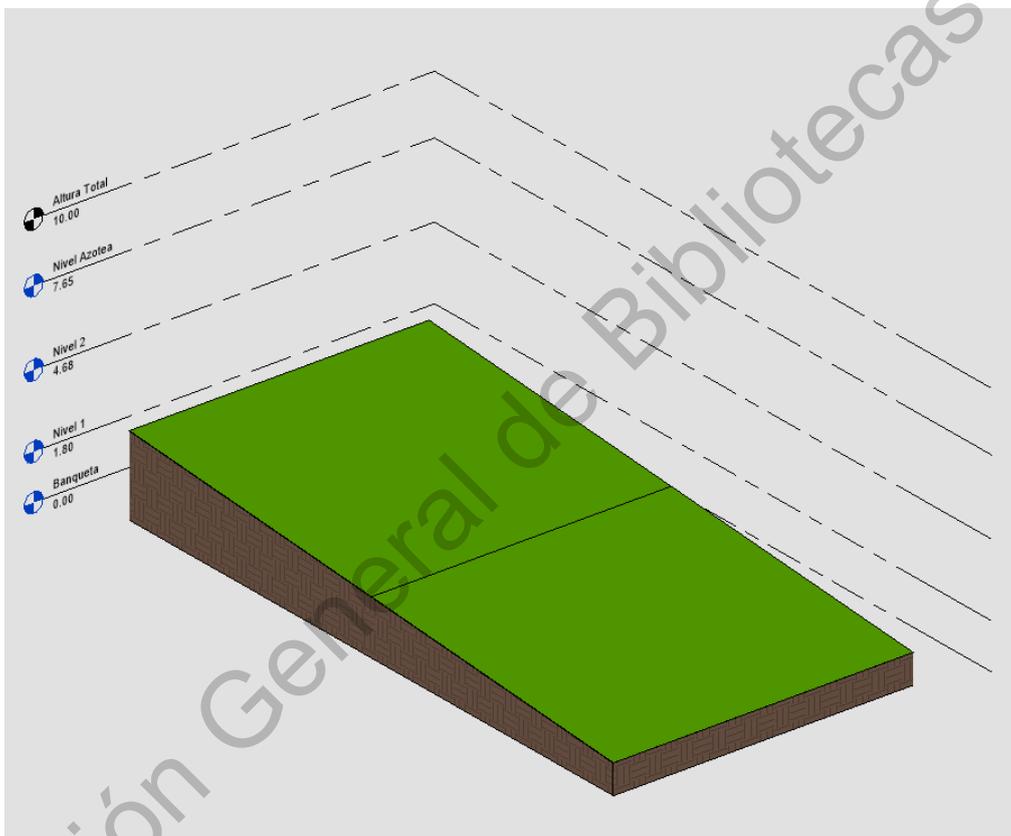


Figura 76 Terreno del proyecto 002

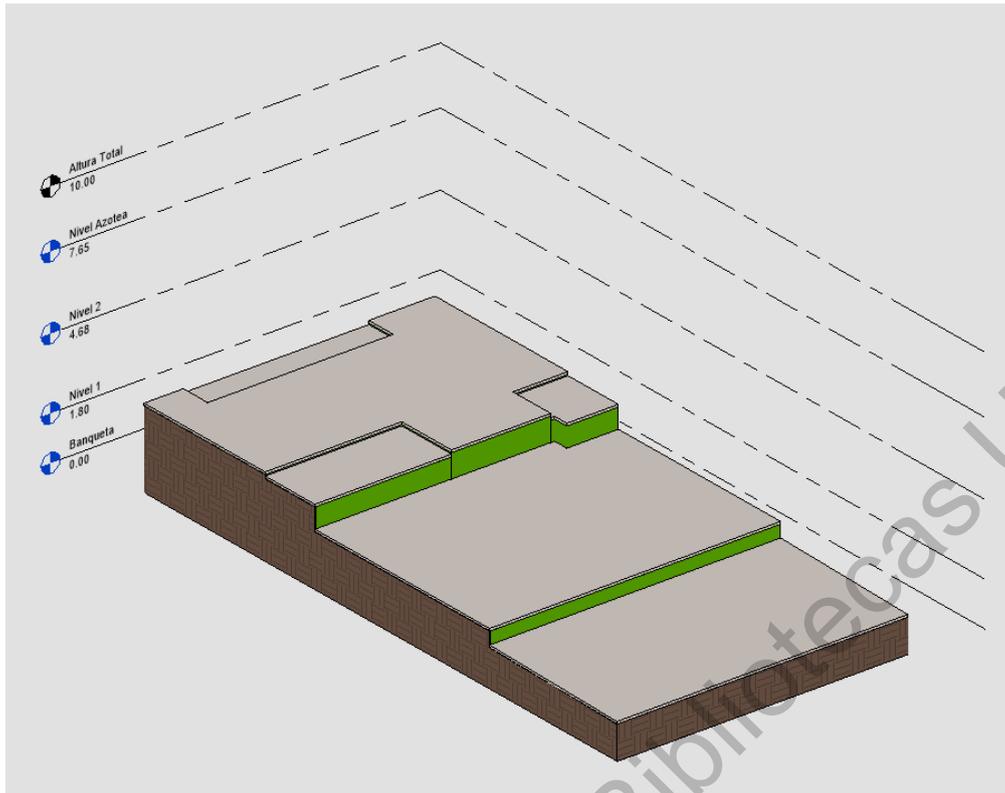


Figura 77 Excavaciones del proyecto 002

Para continuar con el modelado de los elementos, se plantearán los muros con un material genérico y con el grosor específico que va a tener cada uno de ellos para poder realizar la medición de los espacios con las medidas reales del proyecto.

Los muros deberán estar generados de acuerdo a los niveles de definición establecidos en el BIM *Execution Plan*.

Tabla 81 LOD de muros del proyecto 002.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Fachadas aligeradas	200	200
	Fachadas sólidas	200	200
	Muros aligerados interiores	200	200

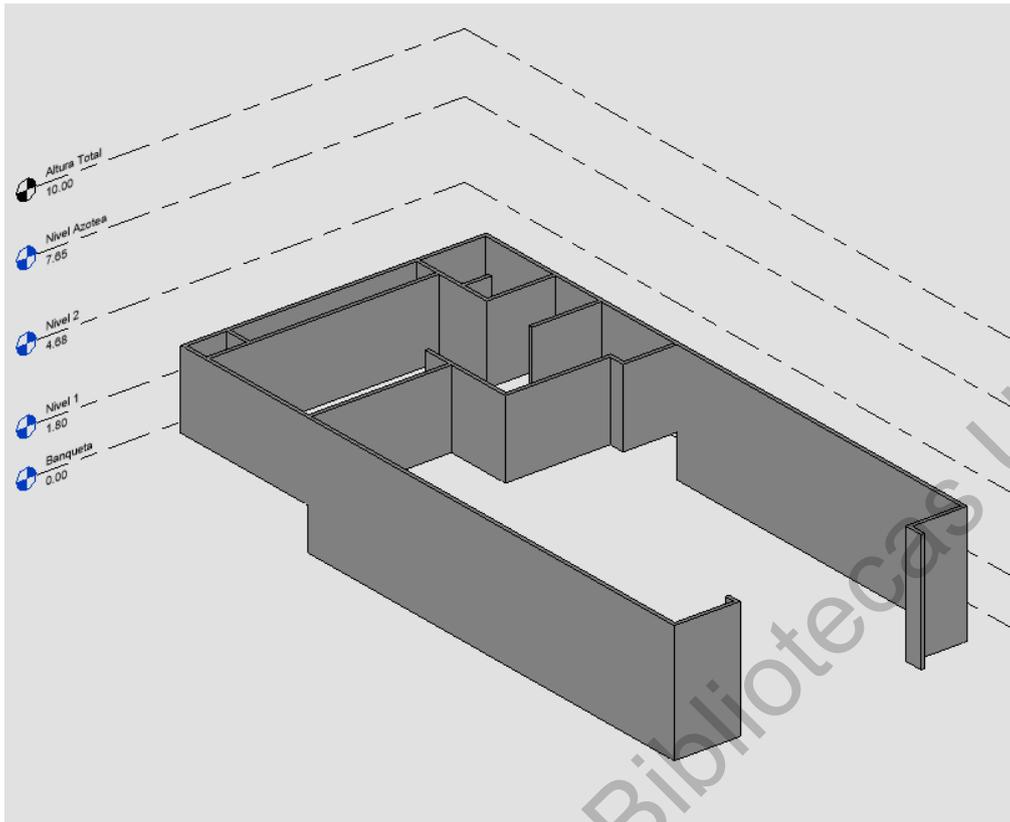


Figura 78 Muros de Planta baja del proyecto 002

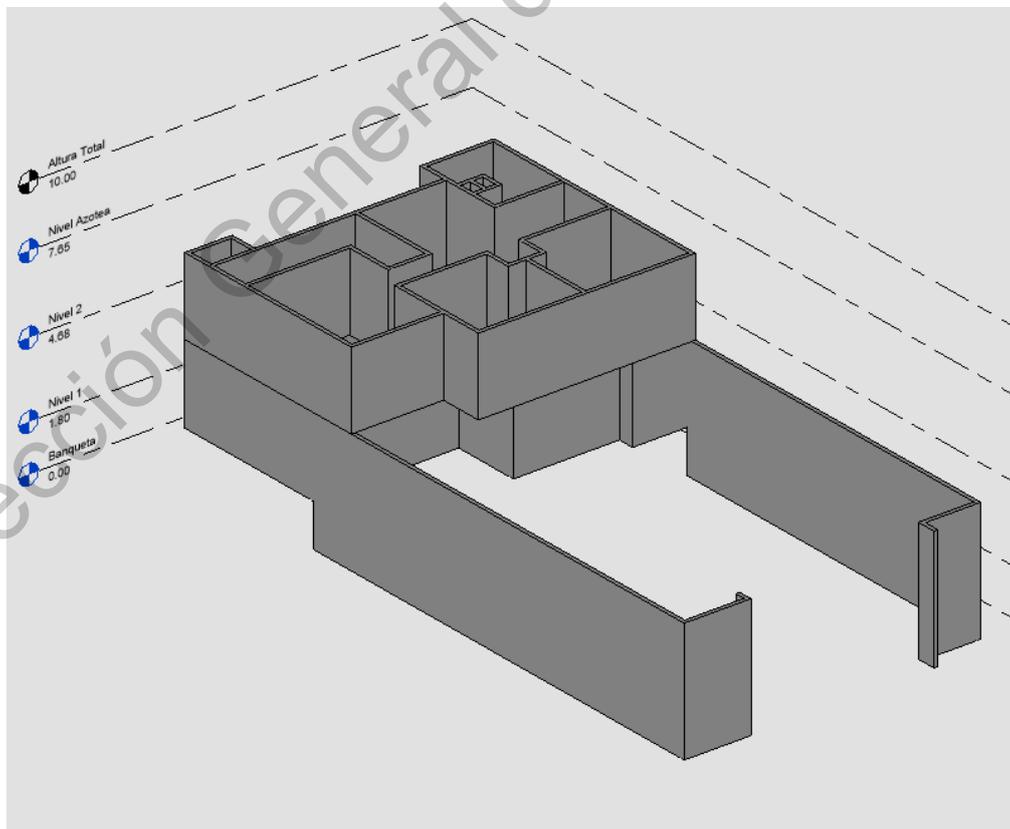


Figura 79 Muros de Planta alta del proyecto 002

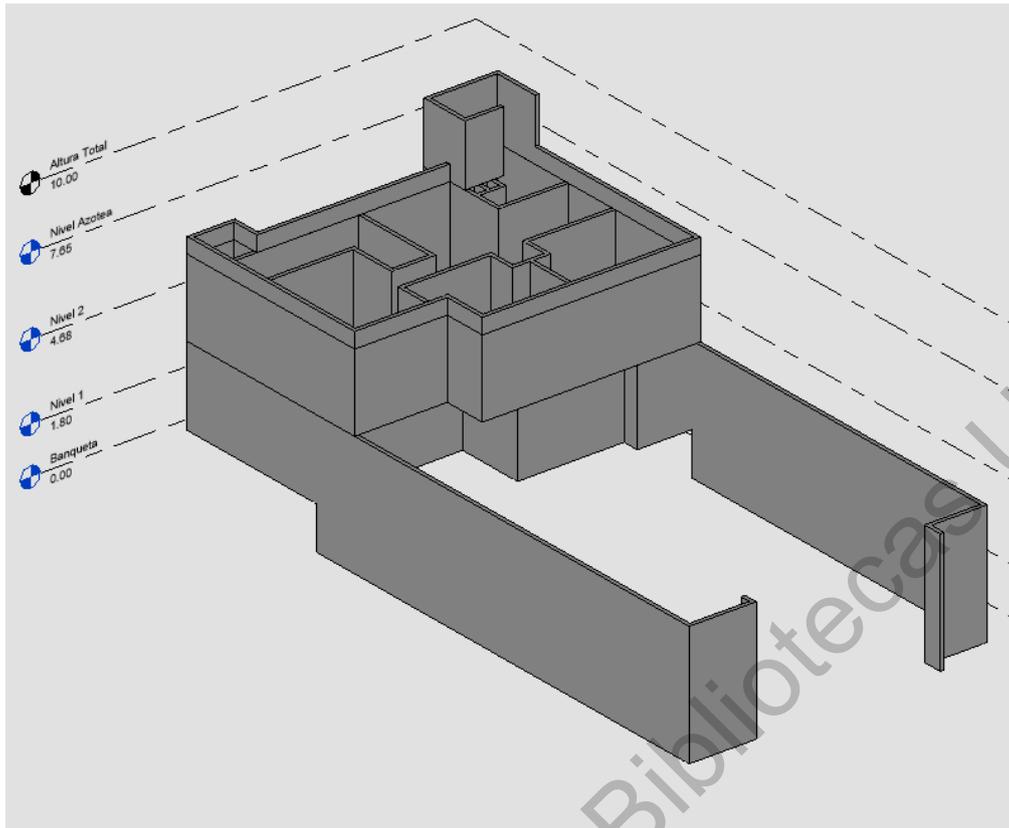


Figura 80 Muros del proyecto 002

Una vez definidos los muros del proyecto se podrán plantear los distintos suelos con un material genérico y con los elementos de suelos y rampas de un solo componente. No será necesario la realización de un modelo con elementos multicapas para poder generar la revisión de diseño bajo la metodología BIM planteada previamente. Pese a que los elementos no serán multicapa, se deberán modelar de acuerdo al espesor proyectado para el proyecto de acuerdo a su sistema constructivo.

Los suelos y las rampas deberán estar generados de acuerdo a los niveles de definición establecidos en el BIM *Execution Plan*.

Tabla 82 LOD de Suelos/Rampas del proyecto 002.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITE CTÓNICO	Suelos/Rampas	200	200

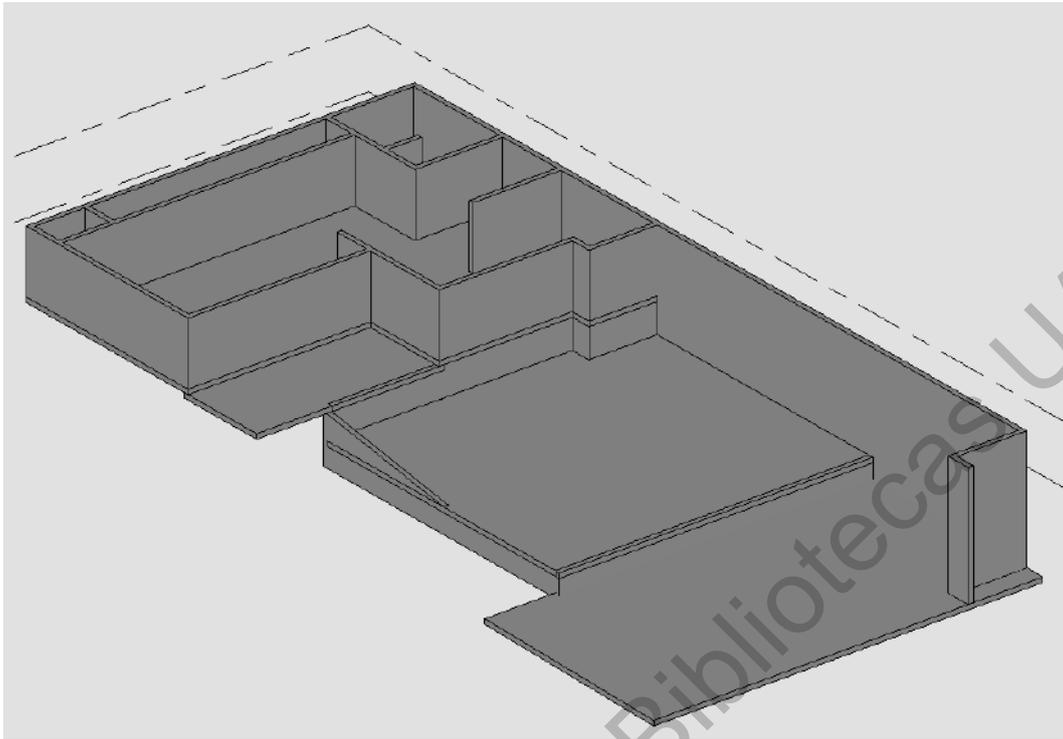


Figura 81 Suelos/Rampas de Planta baja del proyecto 002

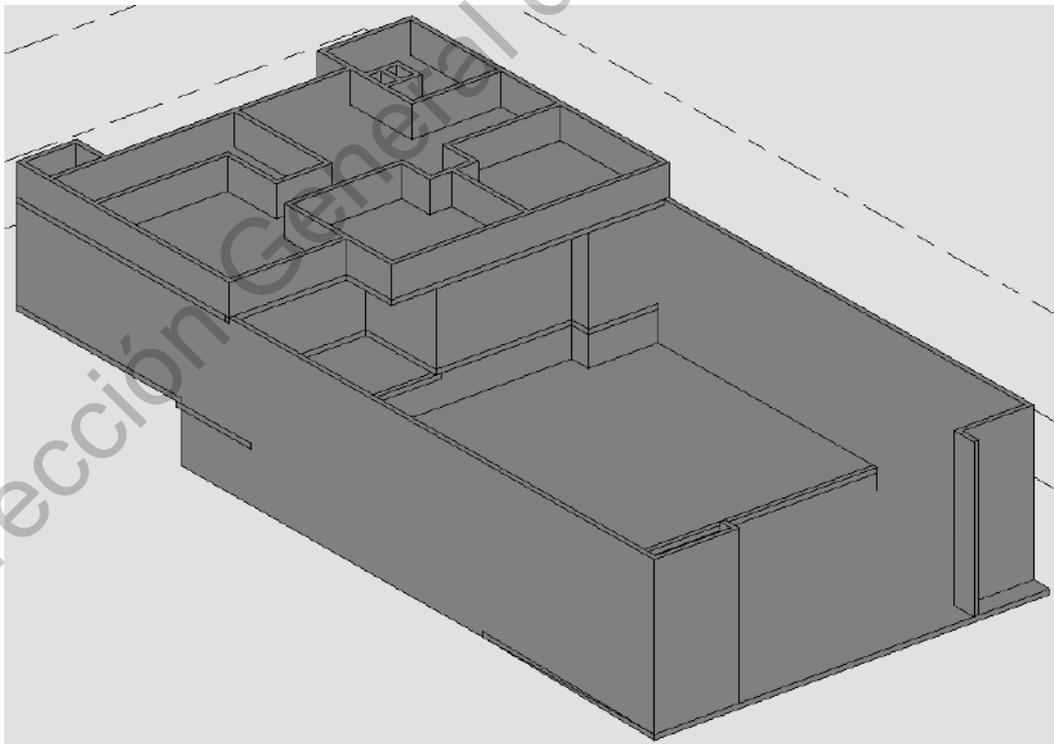


Figura 82 Suelos/Rampas de Planta alta del proyecto 002

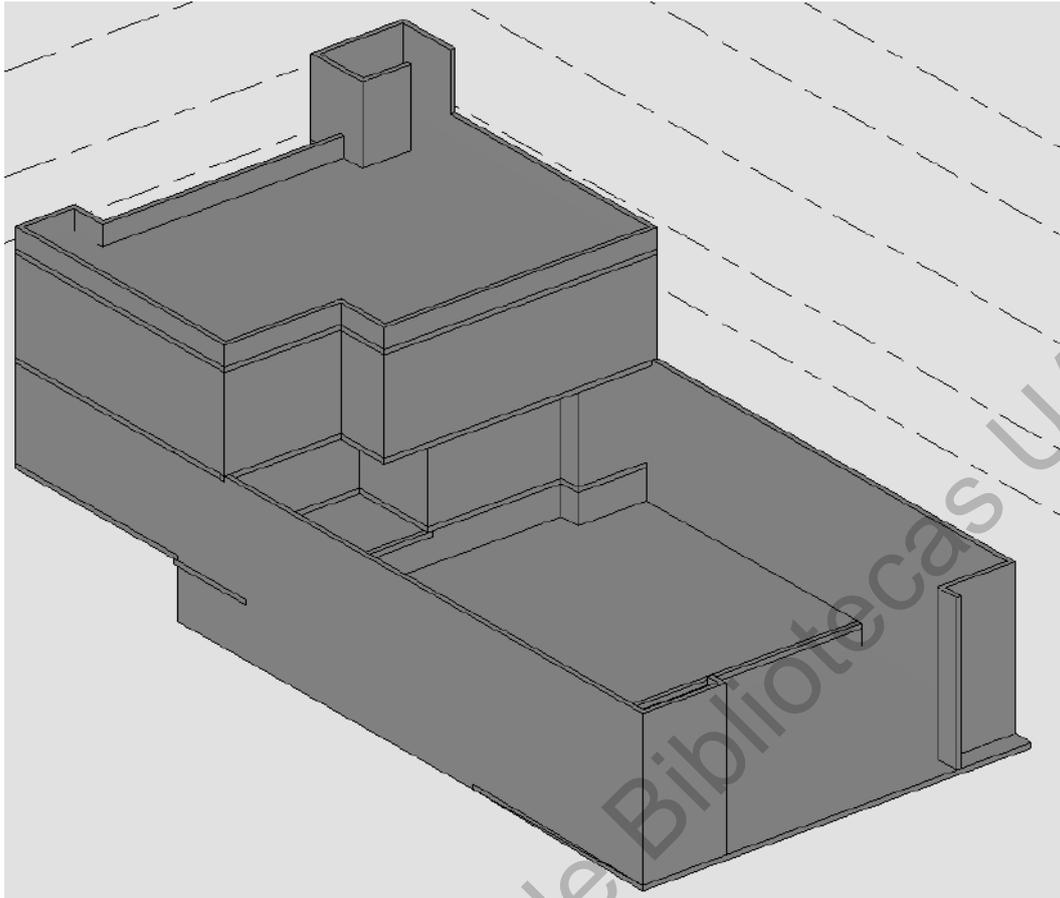


Figura 83 Suelos/Rampas del proyecto 002

Para la generación de los elementos que conformarán las puertas, los niveles de definición referidos a la geometría exigen un nivel 300, mientras que los niveles de definición referidos a las propiedades exigen un nivel de 200. De acuerdo a la especificación, esto implica que la geometría debe de ser fiel en relación a las dimensiones de la puerta, ya sea de la apertura, de los marcos y del tamaño de la hoja. Las propiedades de las puertas que se requieren son las de los materiales de la puerta, si esta es interna o externa y la dirección de apertura.

Tabla 83 LOD de Puerta del proyecto 002.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITÓNICO	Puerta	300	200

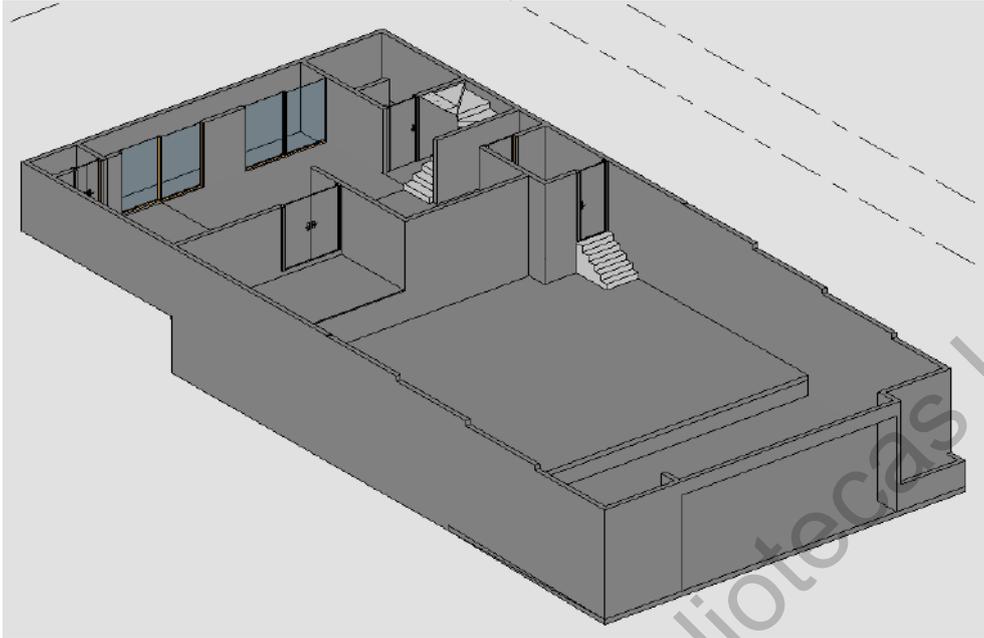


Figura 84 Puertas de Planta baja del proyecto 002.

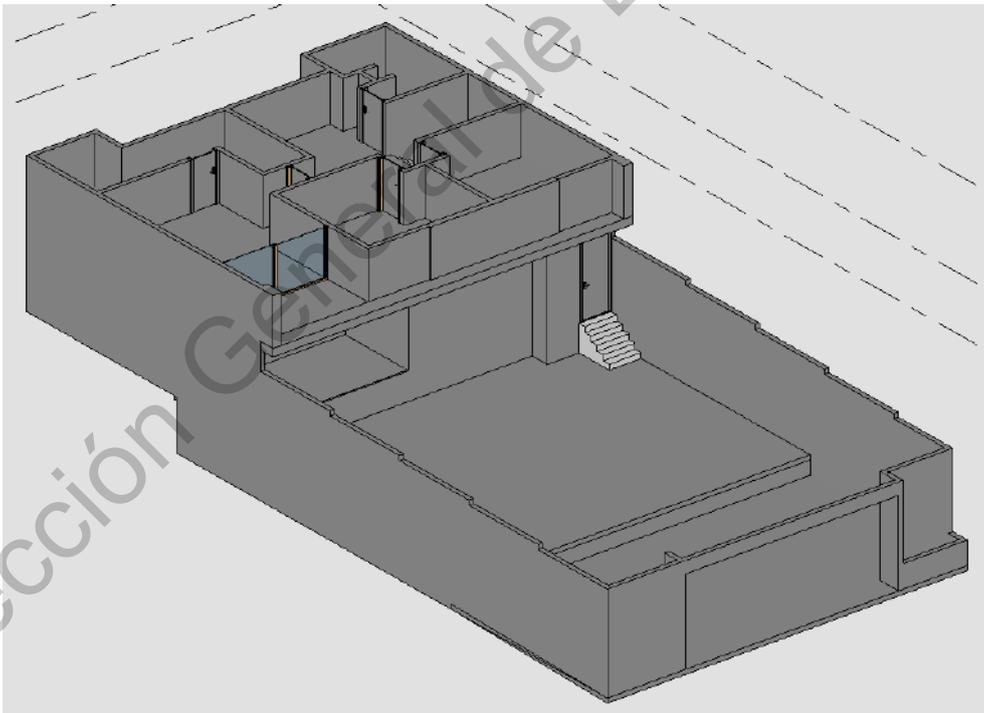


Figura 85 Puertas de Planta alta del proyecto 002.

Para la generación de los elementos referentes a las ventanas del proyecto, se apegará a un nivel de definición de geometría 300 y un nivel de definición en propiedades de 200. Estos niveles de definición declaran que los requerimientos

referentes a la geometría deberán ser de dimensiones exactas de los marcos y los tipos de hojas, ya sean correderas, abatibles o fijas. Las propiedades de las ventanas que se requieren son las de los materiales, si esta es interna o externa y la dirección de apertura. Las ventanas deberán estar generados de acuerdo a los niveles de definición establecidos en el *BIM Execution Plan*.

Tabla 84 LOD de Ventana del proyecto 002.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Ventana	300	200

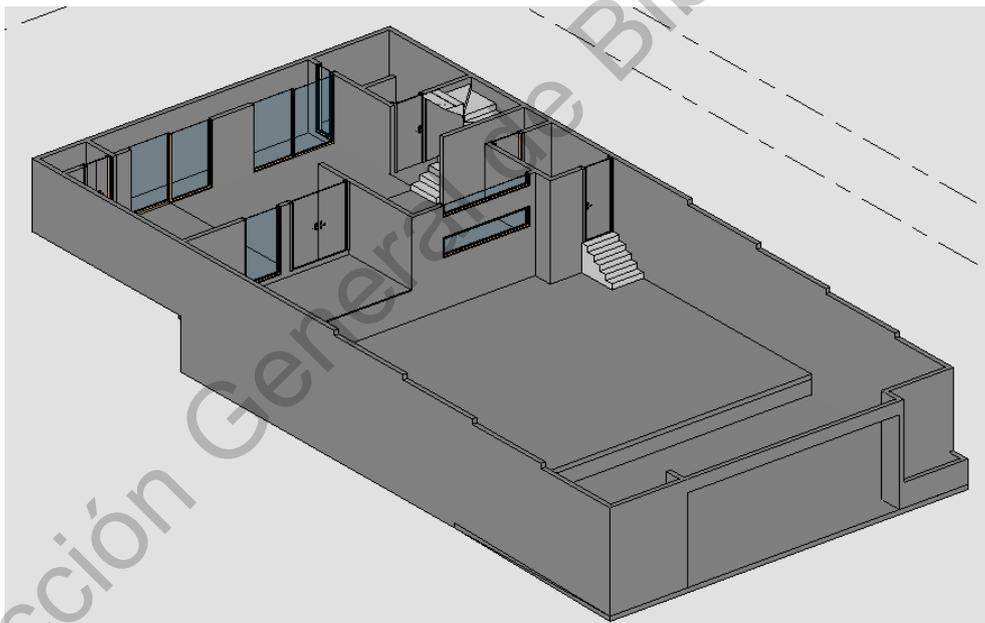


Figura 86 Ventanas de Planta baja del proyecto 002.

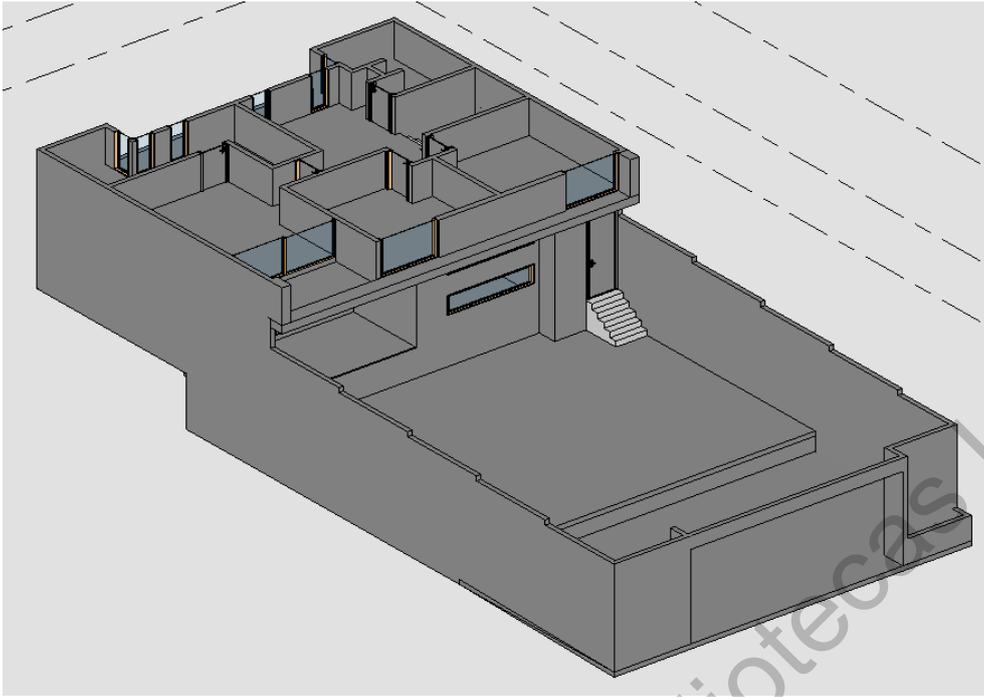


Figura 87 Ventanas de Planta alta del proyecto 002.

Tabla 85 LOD de Mobiliario del proyecto 002.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITÓNICO	Mobiliario (Habitaciones)	200	N/A

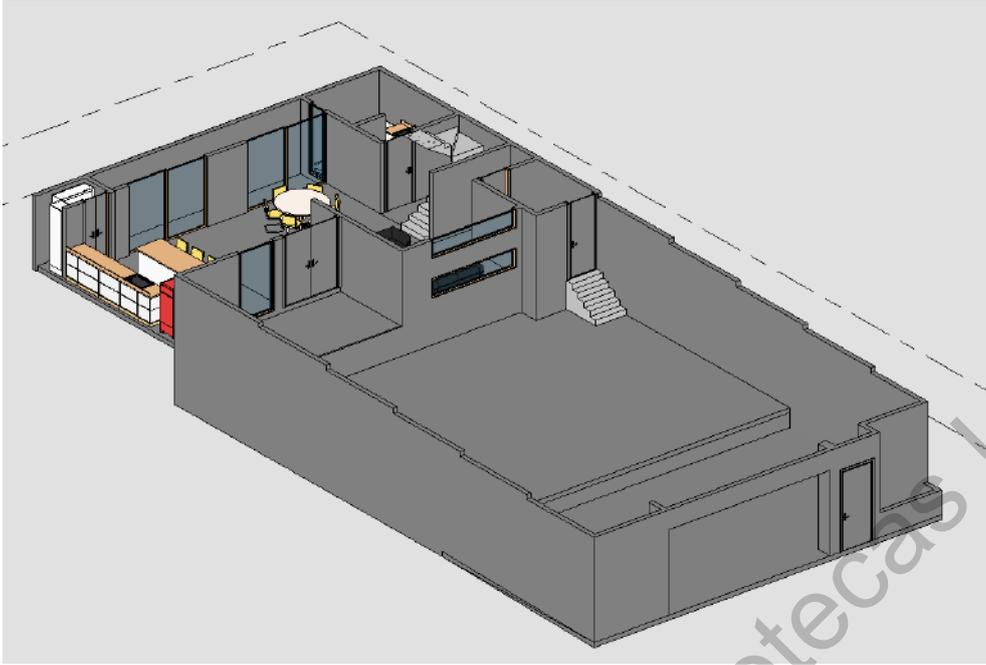


Figura 88 Mobiliario en Planta baja del proyecto 002.

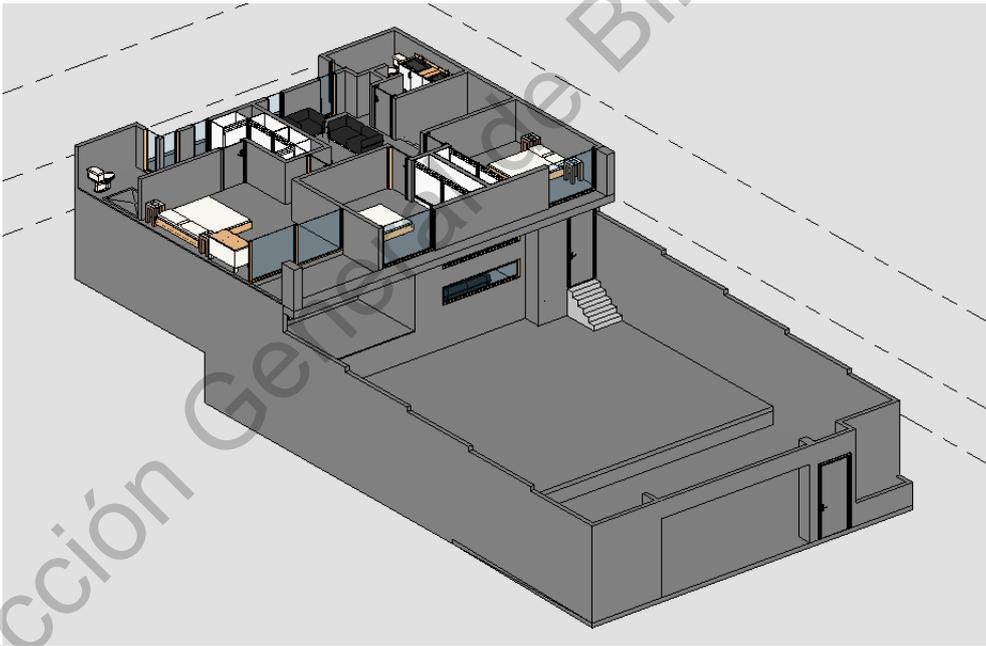


Figura 89 Mobiliario en Planta alta del proyecto 002.

En la generación de los elementos de Habitación dentro del modelo, las habitaciones deberán tener una indicación sobre el nombre del espacio al igual que un número que lo identifique.

Tabla 86 LOD de habitaciones del proyecto 002.

	LOD		
	ELEMENTO	GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Habitaciones	100	100

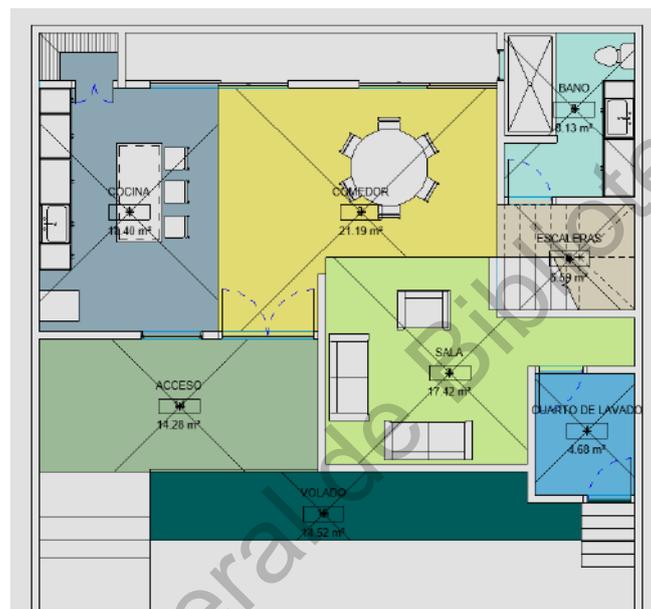


Figura 90 Habitaciones en Planta baja del proyecto 002.

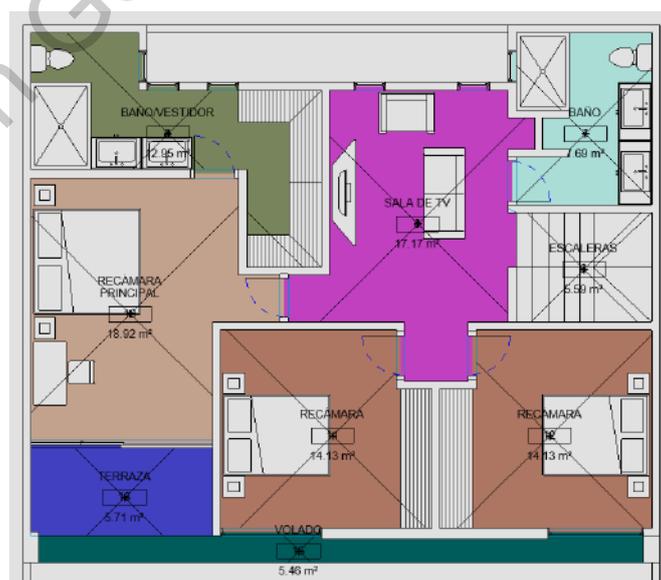


Figura 91 Habitaciones en Planta alta del proyecto 002.

Dentro del diseño del proyecto 002 no se encuentran elementos referentes a techos falsos o cielos, así como tampoco se encuentra un elevador, por lo que estos elementos no fueron modelados dentro del proyecto.

Tabla 87 LOD de elementos no generados en el modelo del proyecto 002.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Cielos	200	200
	Elevador	200	200

A partir de los elementos generados dentro del modelo se podrán generar los planos arquitectónicos. Estos planos deberán contener la información solicitada dentro del *Employer's Information Requirements*. Deberán cumplirse los requerimientos de los entregables de la planimetría del proyecto arquitectónico, que son los siguientes:

- Croquis de localización.
- Plantas arquitectónicas.
- Plantas de conjunto.
- Planta de azotea.
- Cortes: 1 longitudinal y 1 transversal que incluyan la totalidad del predio.
- Fachada o fachadas principales.
- Fachada Posterior.
- Especificaciones

Dentro de los planos A-01 y A-02 se generarán las especificaciones referentes a los muros, la elección de la tabiquería a usar, de la disposición de la mampostería para el colado de los castillos y de un listado de notas generales referentes al proyecto.

Los siguientes planos, correspondientes al proyecto arquitectónico, son generados a partir del modelo virtual.

necesario exportar la geometría tridimensional a partir de una vista 3D en la que se puedan apreciar todos los elementos modelados para la revisión del diseño.



Figura 94 Exportar 3D a un archivo IFC de proyecto 002.

Para poder exportar el archivo, deberá seleccionarse la opción de IFC 2x3, que es el formato con el cual el modelo será revisado en el software SOLIBRI Office™. A pesar de ser posible generar una versión genérica del formato IFC 2x3, mediante el *Set up IFC 2x3 Coordination view 2.0*, es necesario generar una configuración que permita la visualización de las habitaciones en la geometría 3D.

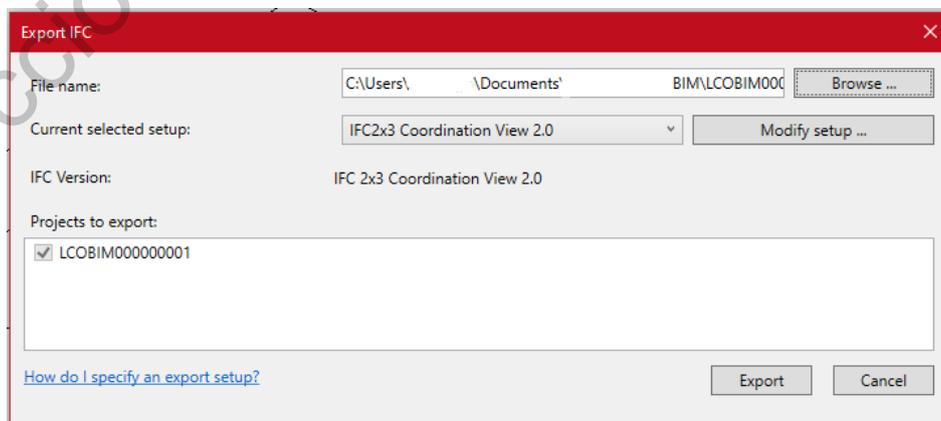


Figura 95 Configuración inicial del formato IFC de proyecto 002.

Para cambiar la configuración de exportación, se despliega el menú *Modify Set up*. Dentro de este menú, es posible corroborar los parámetros de exportación que se realiza para los formatos IFC.

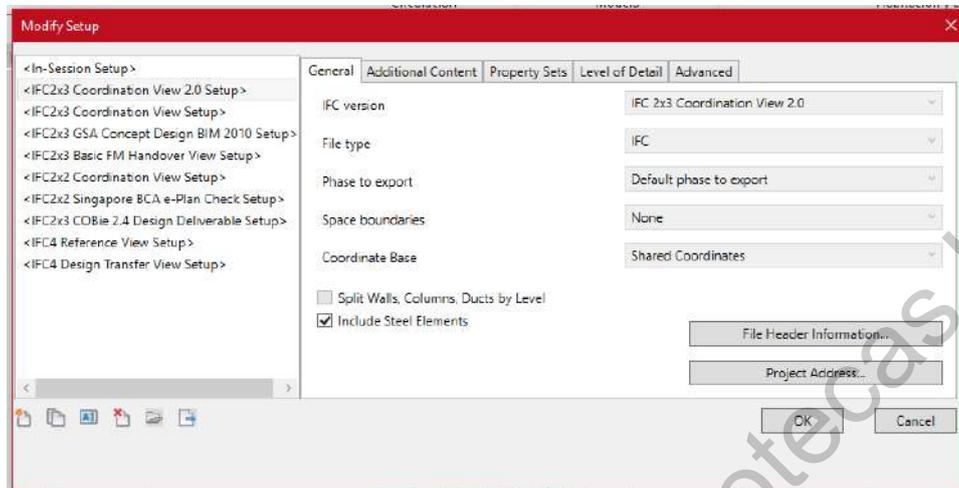


Figura 96 Configuración general del formato IFC de proyecto 002.

Para poder generar el archivo IFC con las habitaciones disponibles para la lectura de la información en el modelo, es necesario revisar dentro del menú *Modify Set up* que la configuración en la cual se exporta el archivo IFC tenga activada la opción *Export rooms in 3D views* para exportar las habitaciones del proyecto en las vistas 3D.

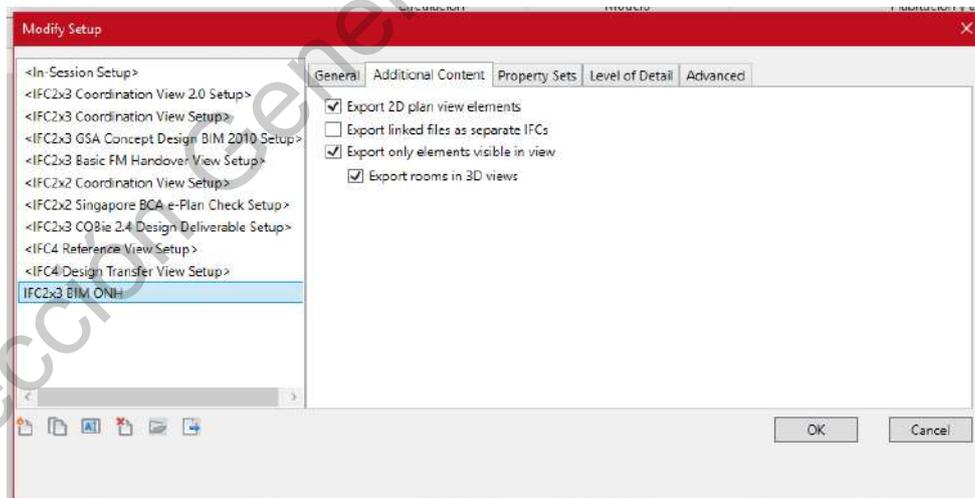


Figura 97 Configuración adicional del formato IFC de proyecto 002.

En el momento en el que la parte interesada tenga listos los archivos entregables, la configuración se encuentra lista para exportar el archivo, en este caso de un formato RVT., que es el nativo del software Revit®, al formato IFC.

Una vez exportada la geometría tridimensional al formato IFC, el siguiente paso será subir el archivo PDF de la planimetría en la carpeta destinada para la revisión del proyecto del entorno común de datos.

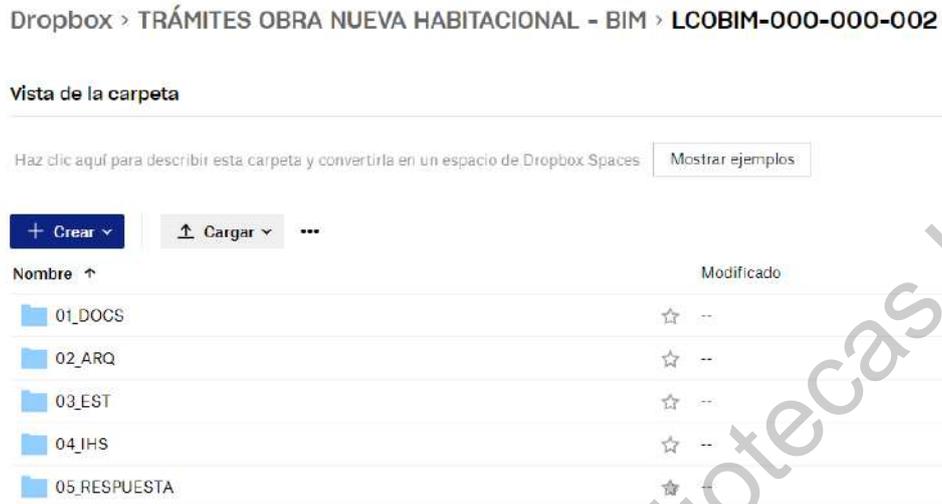


Figura 98 Carpeta principal del entorno común de datos del proyecto 002.

Dentro de la carpeta 02_ARQ se suben los dos documentos correspondientes según se estipula en el documento BEP.



Figura 99 Carpeta de documentos del proyecto de arquitectura del proyecto 002.

A partir de este momento, los archivos se encontrarán disponibles en el entorno común de datos para que la parte revisora pueda disponer de ellos y proceda a realizar la revisión.

PROYECTO 003

El tercer proyecto es generado en el software GRAPHISOFT® ArchiCAD® 24.

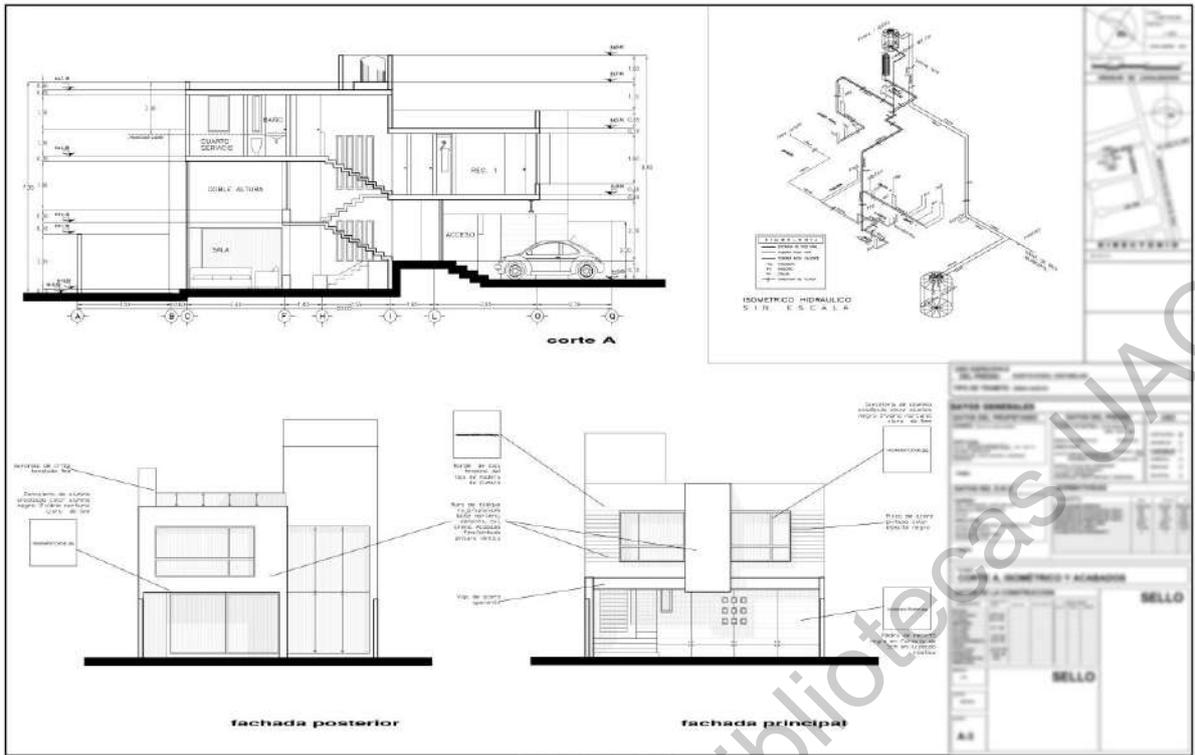


Figura 102 Plano A-3 de Proyecto 003.

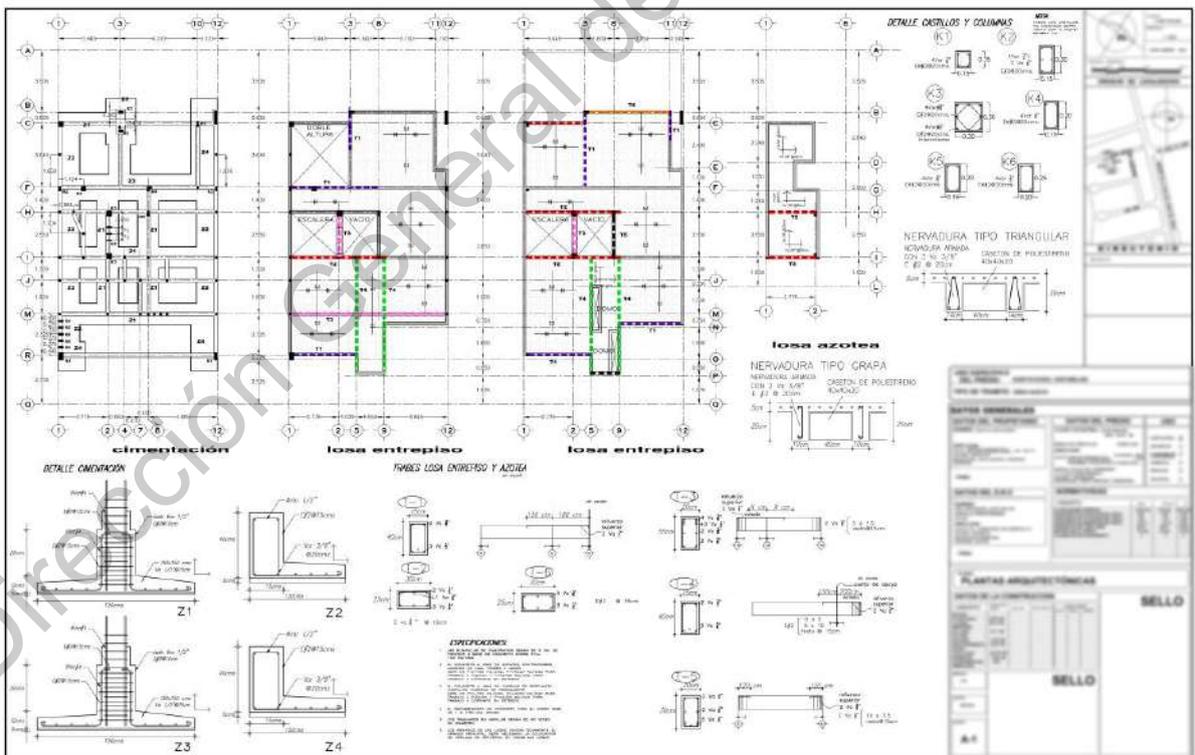


Figura 103 Plano E-1 de Proyecto 003.

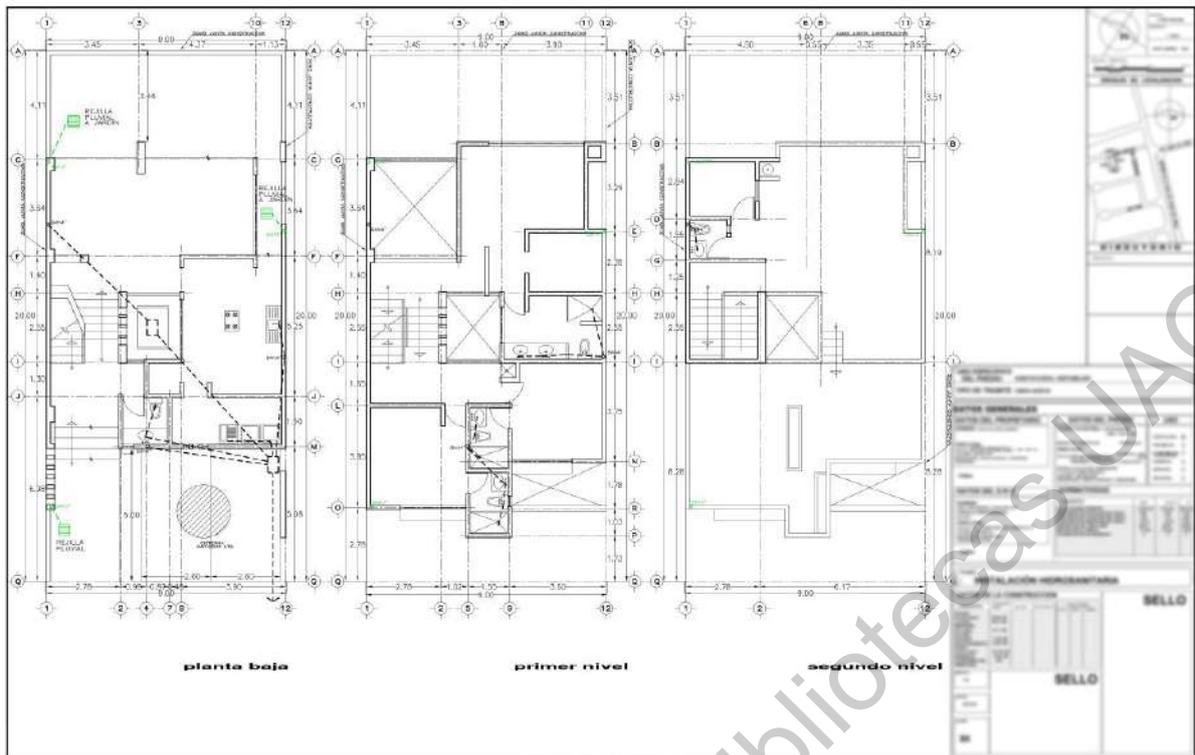


Figura 104 Plano IHS-1 de Proyecto 003.

Para realizar el modelado del proyecto 3 se comenzará por establecer en el *Hotpoint* ubicado en el entorno de trabajo, uno de los vértices del predio en el cual se encuentre la fachada principal del proyecto. A partir de este punto se comenzarán a generar los primeros trazos del proyecto, conformados por los ejes del mismo y por la delimitación del predio a través de líneas.

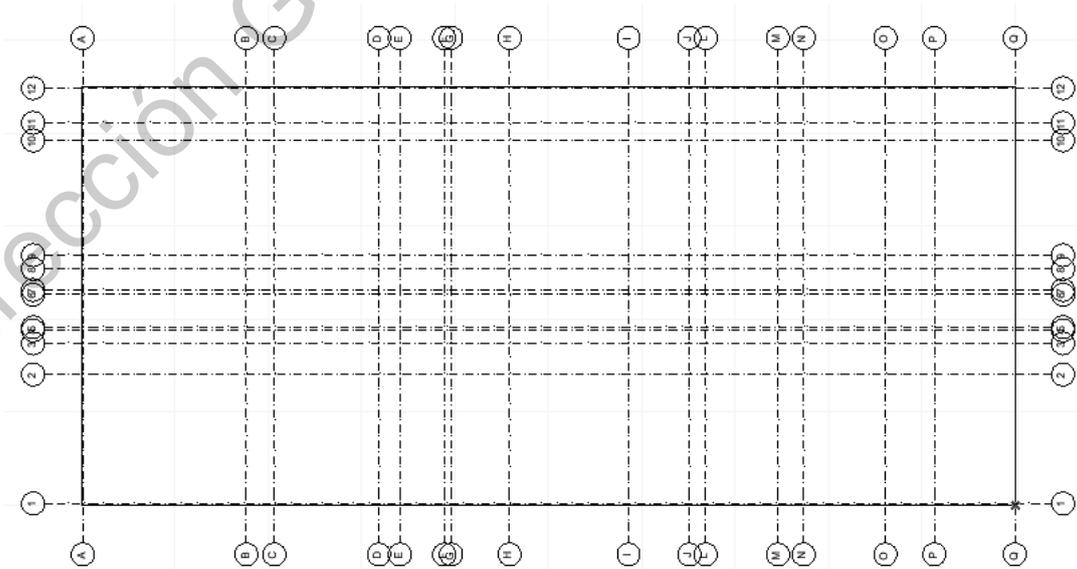


Figura 105 Primeros trazos en la interfaz de ArchiCAD® del proyecto 003.

Dentro del apartado “Ubicación del Proyecto” se podrán configurar las coordenadas exactas del Hotpoint en el cual fue ubicado el proyecto. Dentro de esta configuración se configuran las coordenadas, así como la altitud y la inclinación del norte del proyecto.

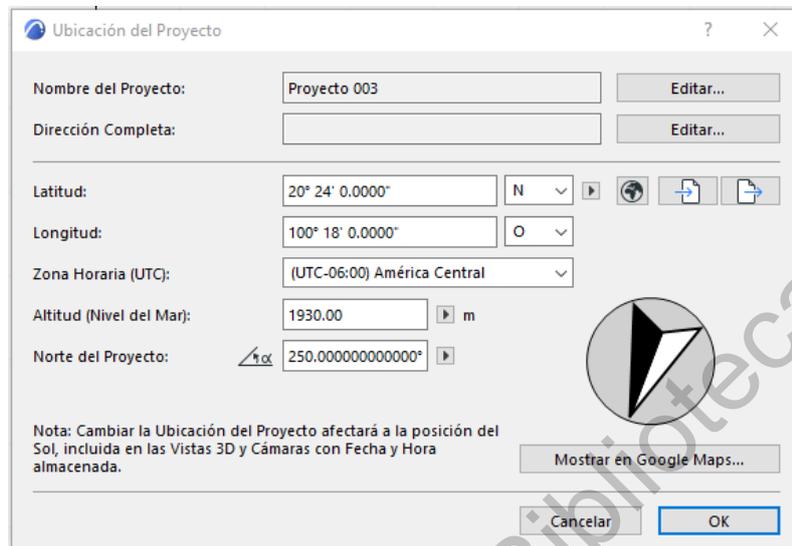


Figura 106 Ubicación geográfica del proyecto 003.

Los primeros trazos servirán para plantear los primeros elementos del modelo a generar. Por medio de la herramienta *Mesh* o Malla, se genera un volumen tridimensional del área que abarca el terreno del proyecto. Al igual que en los proyectos anteriores, los requerimientos de los niveles de definición de la geometría y las propiedades del elemento que representará el terreno deberán estar apegado a los niveles definidos dentro del documento BEP.

Tabla 88 LOD de Terreno y excavaciones del proyecto 003.

ELEMENTO		LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITÓNICO	Terreno	200	200
	Excavaciones	200	200

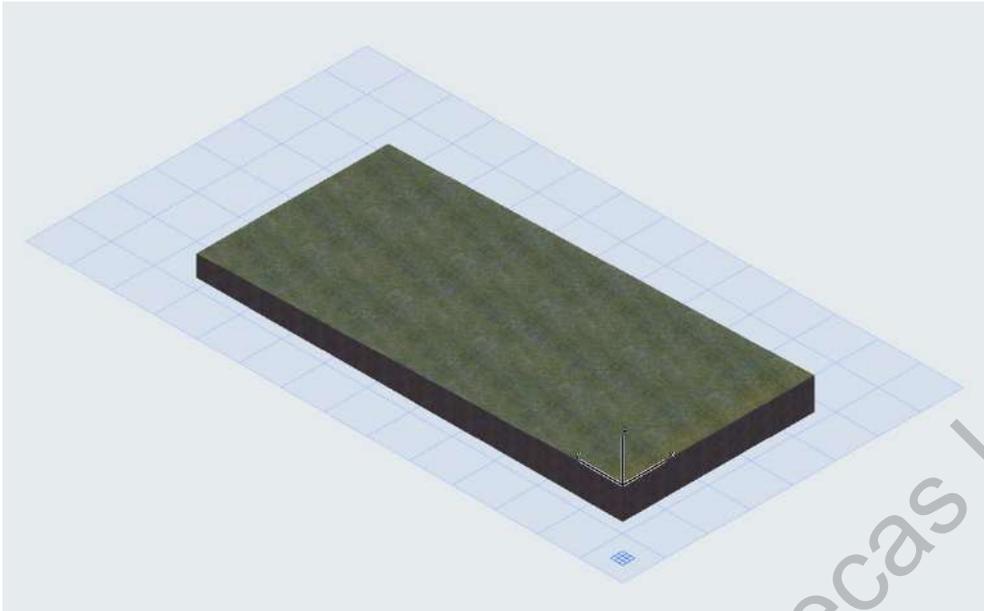


Figura 107 Terreno del proyecto 003.

Para solventar las diferentes alturas dentro de la primera planta del proyecto actual, se modelan volúmenes que representan los rellenos que deberán existir para desplantar los suelos.

Estos elementos podrán ser modelados a través de la herramienta Malla, que no sólo realizan la función de definir las alturas de los suelos, sino que también realizan la substracción referente a las excavaciones del predio.

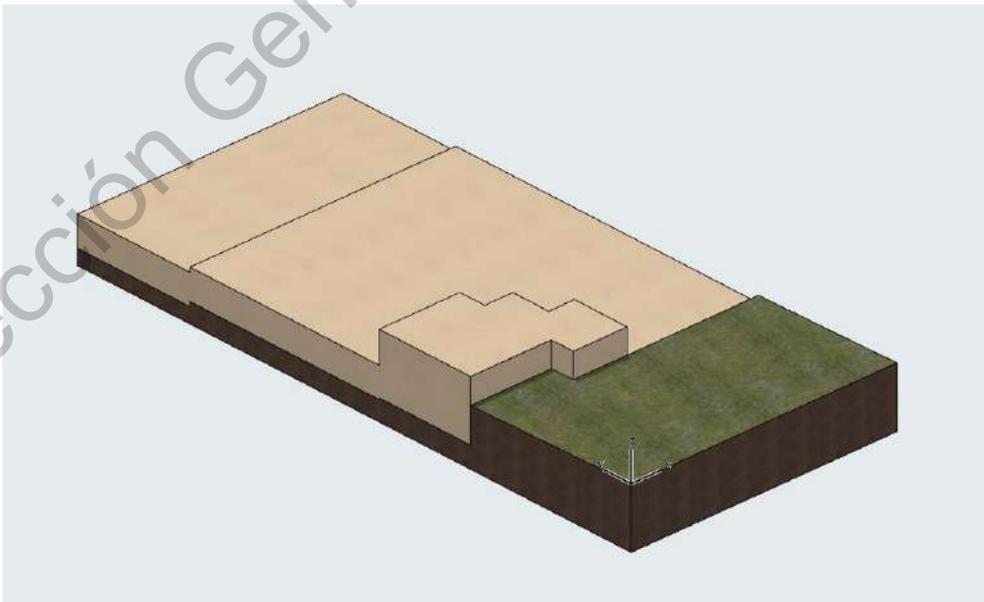


Figura 108 Excavaciones del proyecto 003.

Para poder generar la volumetría general del proyecto 003, se modela de forma simultánea los elementos de los muros, los suelos y rampas. De acuerdo a lo establecido dentro de los niveles de definición gráfico, tanto los elementos referentes a los muros como de los suelos, estos elementos podrán ser modelados con elementos básicos, de material genérico, con la particularidad de que su espesor y sus dimensiones deben de ser las previstas de acuerdo a los sistemas constructivos con los que serán edificados.

Tabla 89 LOD de Muros, suelos y rampas del proyecto 003.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Fachadas aligeradas	200	200
	Fachadas sólidas	200	200
	Muros aligerados interiores	200	200
	Suelos/Rampas	200	200

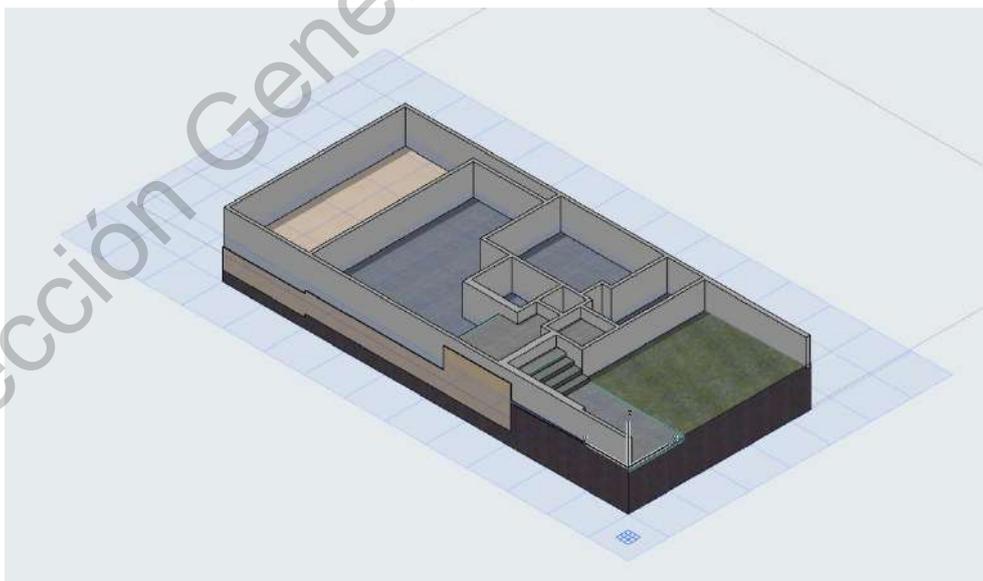


Figura 109 Muros y Suelos de Planta Baja de proyecto 003.



Figura 110 Muros y Suelos de Primer nivel del proyecto 003.



Figura 111 Muros y Suelos de Segundo nivel del proyecto 003.

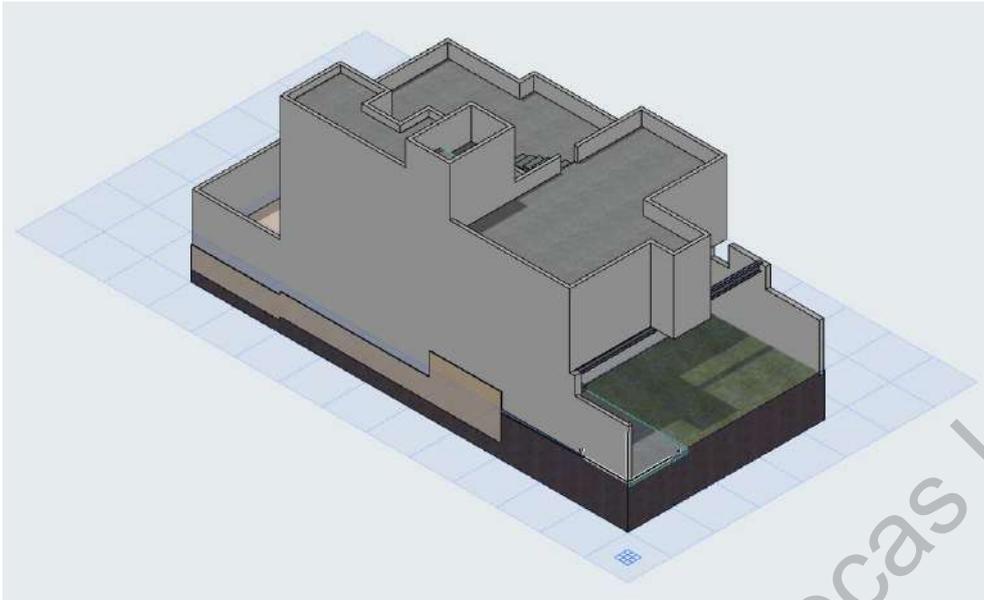


Figura 112 Muros y Suelos del proyecto 003.

La variación de niveles dentro del modelo es lo que da pie a generar los elementos referentes a los muros y a los suelos de manera simultánea, con el fin de desarrollar la envolvente del proyecto y los muros interiores, con el propósito de simplificar el proceso de modelado de la vivienda.

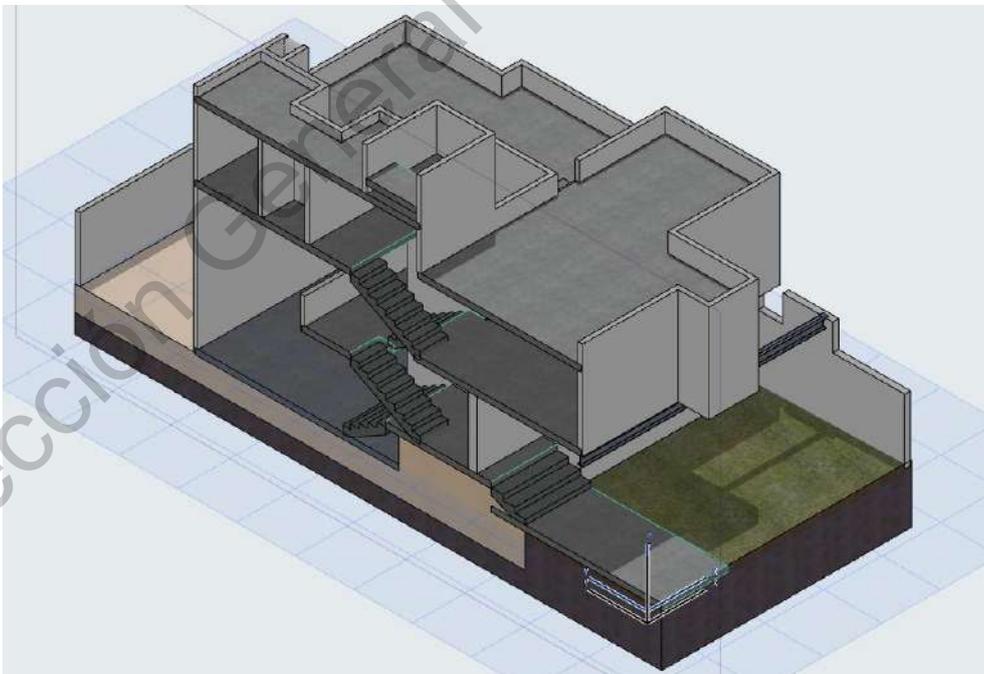


Figura 113 Corte Isométrico de Muros y Suelos del proyecto 003.

La generación de las puertas se realizará a través de la herramienta *Door* o Puerta. Serán modelados con base en los niveles de definición establecidos en el documento BEP. Para los elementos de las puertas corresponde un nivel de definición de geometría 300 y un nivel de definición de propiedades 200. Estos niveles tienen su referencia, como está definido en el BIM *Execution Plan*, en la especificación danesa MTHØJGAARD *LOD SPECIFICATION*.

Tabla 90 LOD de Puertas del proyecto 003.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Puerta	300	200

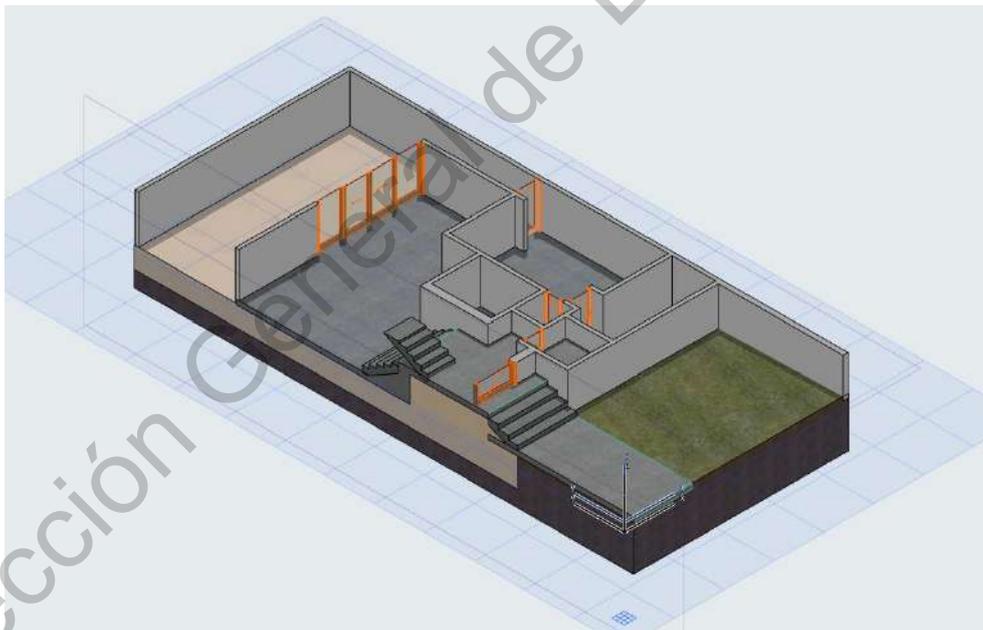


Figura 114 Puertas de Planta baja de proyecto 003.



Figura 115 Puertas de Primer nivel de proyecto 003.

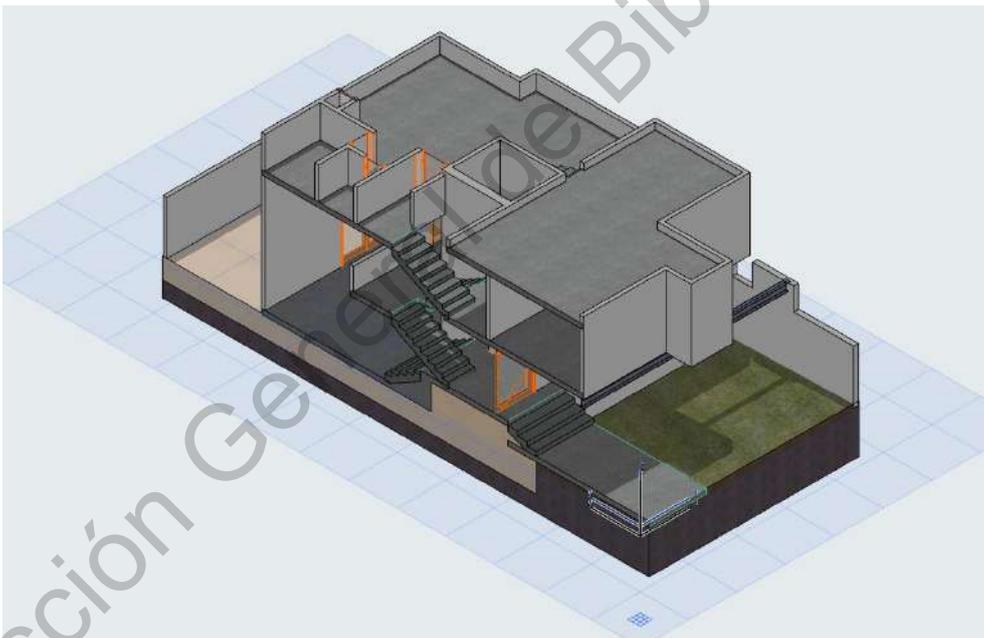


Figura 116 Puertas de Segundo nivel del proyecto 003.

De igual forma, se modelan los elementos referentes a las ventanas, con la herramienta de *Window* o Ventana. En este proyecto, existe un elemento modelado a través de la herramienta *Curtain Wall* o Muro Cortina, que será usado para representar un ventanal dentro del proyecto. A pesar de ser un elemento que no es modelado por medio de la herramienta Ventana, este muro cortina debe de responder a los requerimientos gráficos y de propiedades de los elementos de Ventana.

Tabla 91 LOD de Ventanas del proyecto 003.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Ventana	300	200

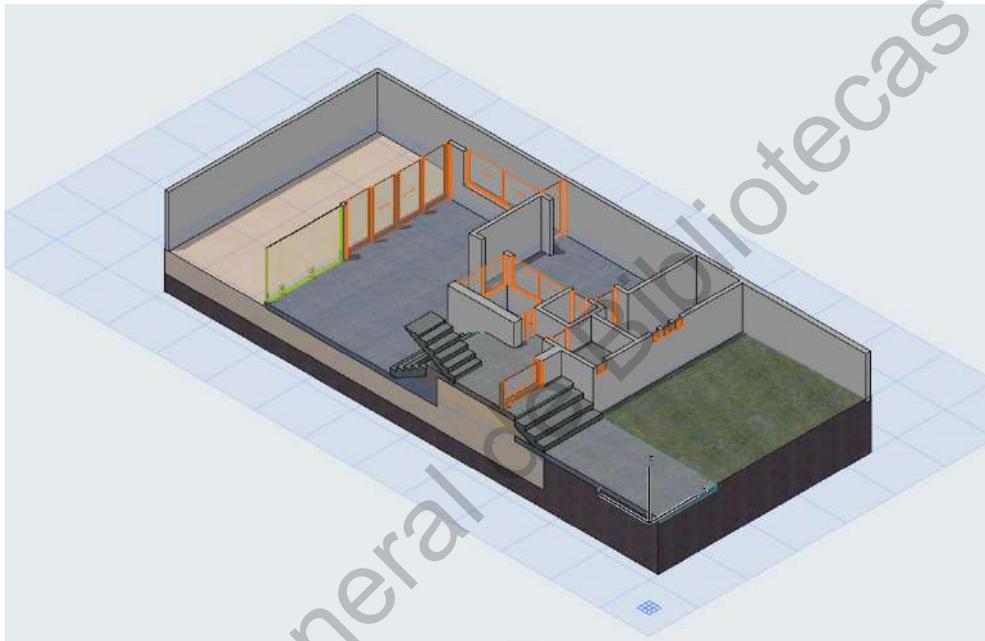


Figura 117 Ventanas de Planta baja de proyecto 003.

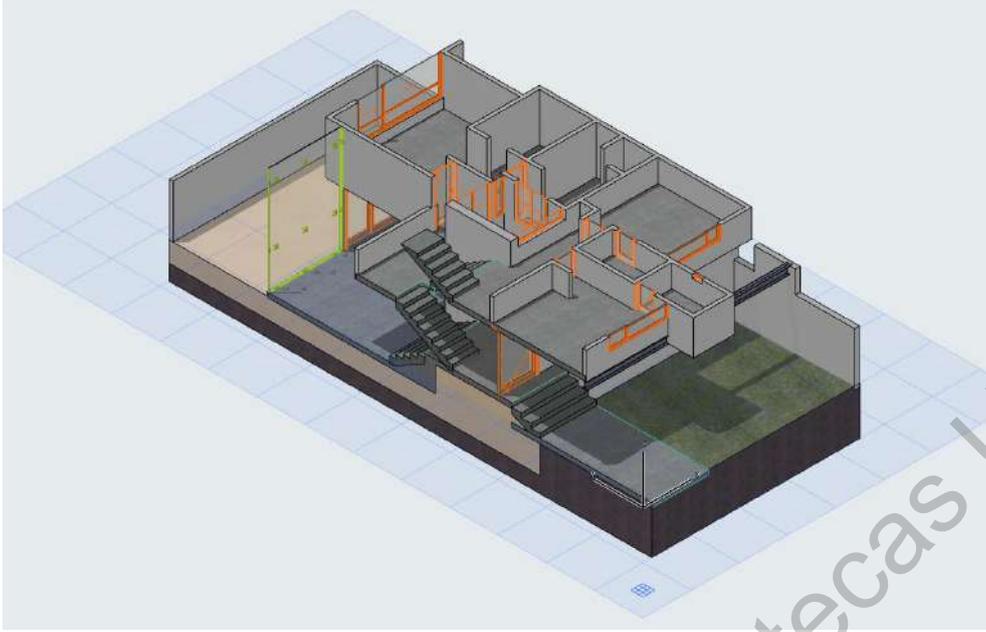


Figura 118 Ventanas de Primer nivel de proyecto 003.

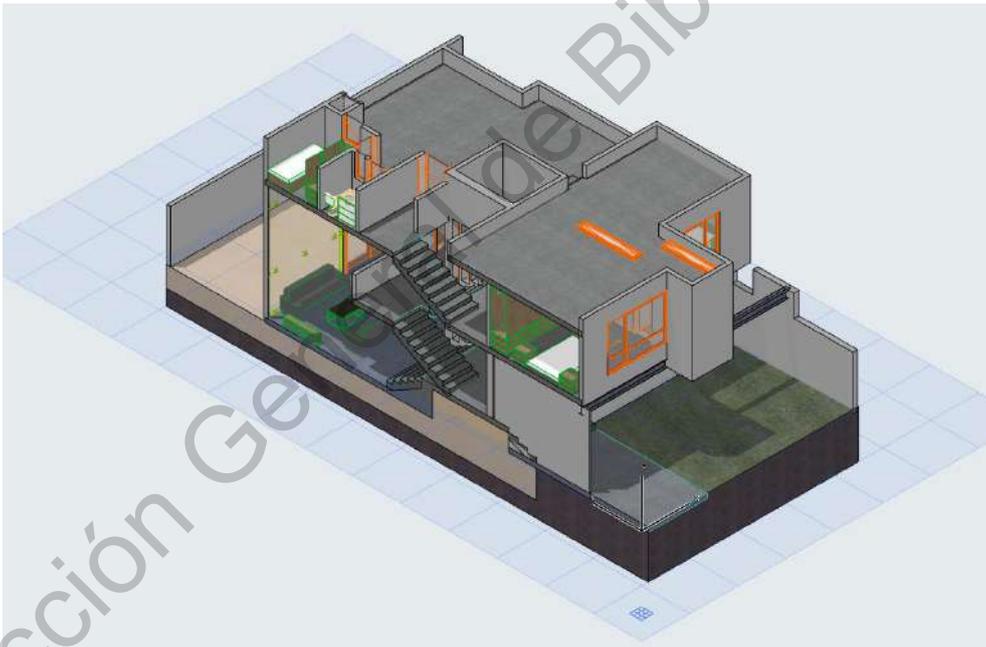


Figura 119 Ventanas de Segundo nivel de proyecto 003.

El mobiliario seguirá únicamente los niveles de definición geométricos, que se encuentran establecidos dentro del documento BEP.

Tabla 92 LOD de Mobiliario del proyecto 003.

ELEMENTO	LOD
----------	-----

		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Mobiliario (Habitaciones)	200	N/A

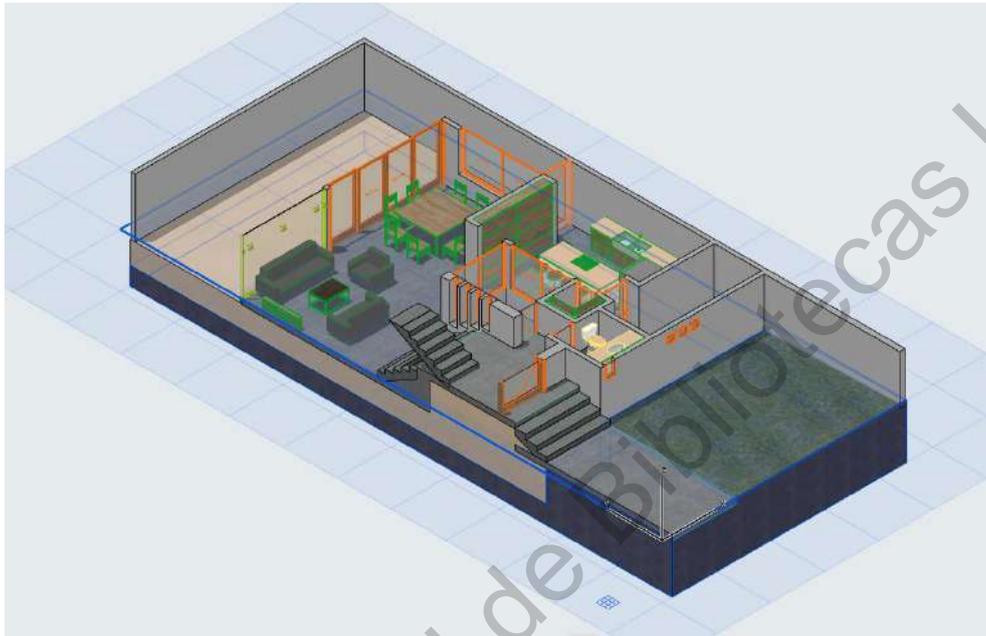


Figura 120 Mobiliario de Planta baja de proyecto 003.



Figura 121 Mobiliario de Planta alta de proyecto 003.

En el proyecto 003, existe una zona donde es necesario modelar un falso plafón, que corresponde dentro de los elementos definidos dentro del BIM *Execution Plan* a un elemento de cielo. Este puede ser generado en ArchiCAD® por medio de la herramienta *Slab* o Forjado, siempre respondiendo a los requerimientos referentes al nivel de detalle de los elementos de Cielo.

Tabla 93 LOD de Cielos del proyecto 003.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Cielos	200	200

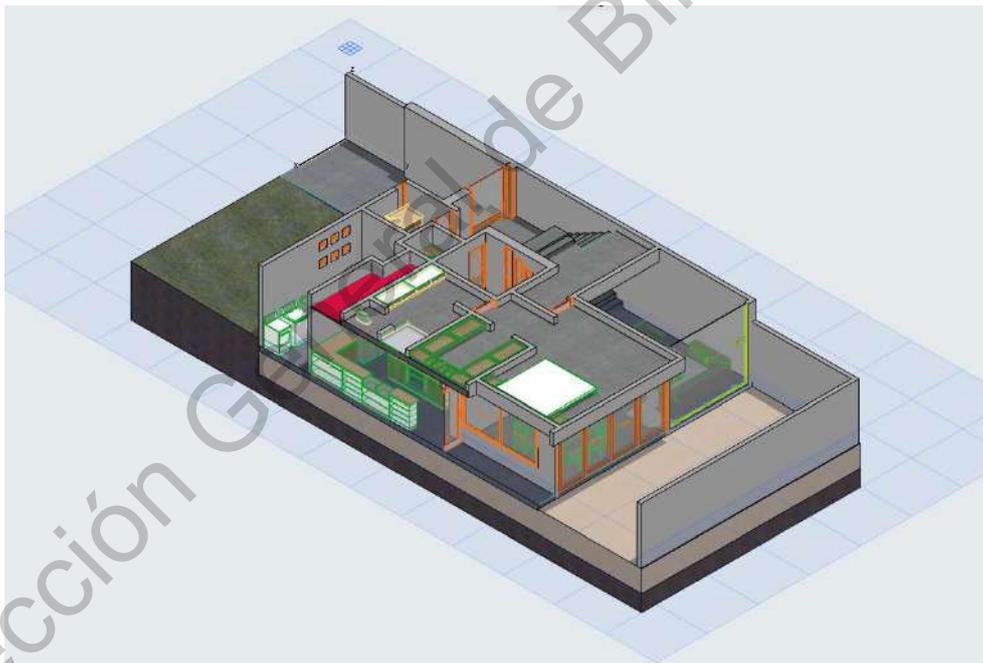


Figura 122 Cielo de Planta baja de proyecto 003.

Para generar las herramientas referentes a los elementos de Habitación, se usará la herramienta *Zona*, de ArchiCAD®. Estas habitaciones deberán contener la información requerida dentro de los niveles de definición.

Tabla 94 LOD de Habitaciones del proyecto 003.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Habitaciones	100	100

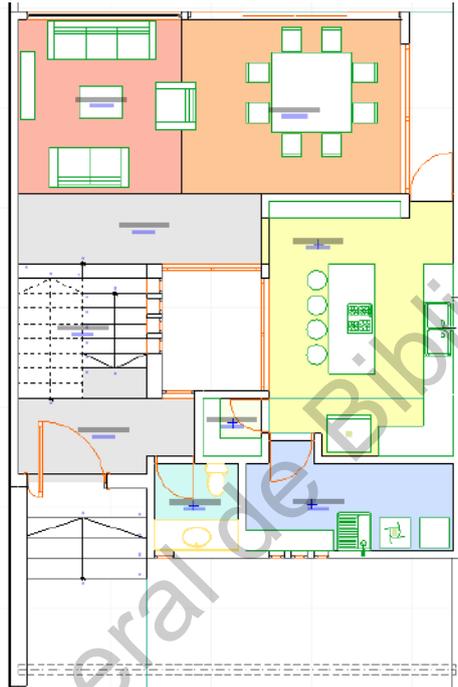


Figura 123 Habitaciones de Planta baja de proyecto 003.

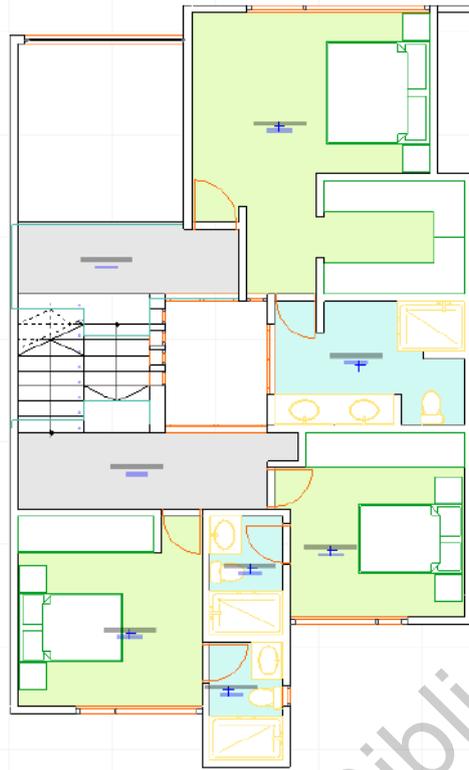


Figura 124 Habitaciones de Primer nivel de proyecto 003.

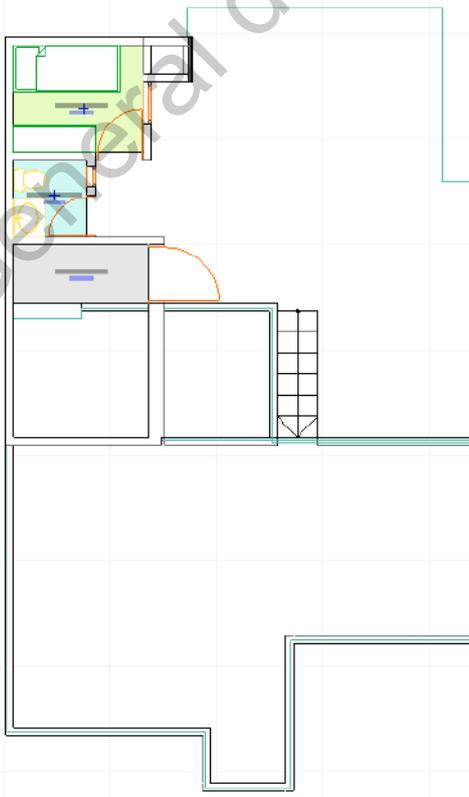


Figura 125 Habitaciones de Segundo nivel de proyecto 003.

Dentro del diseño del proyecto 003 no se encuentran elementos referentes a un elevador, por lo que estos elementos no fueron modelados dentro del proyecto.

Tabla 95 LOD de Elementos no modelados del proyecto 003.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Elevador	200	200

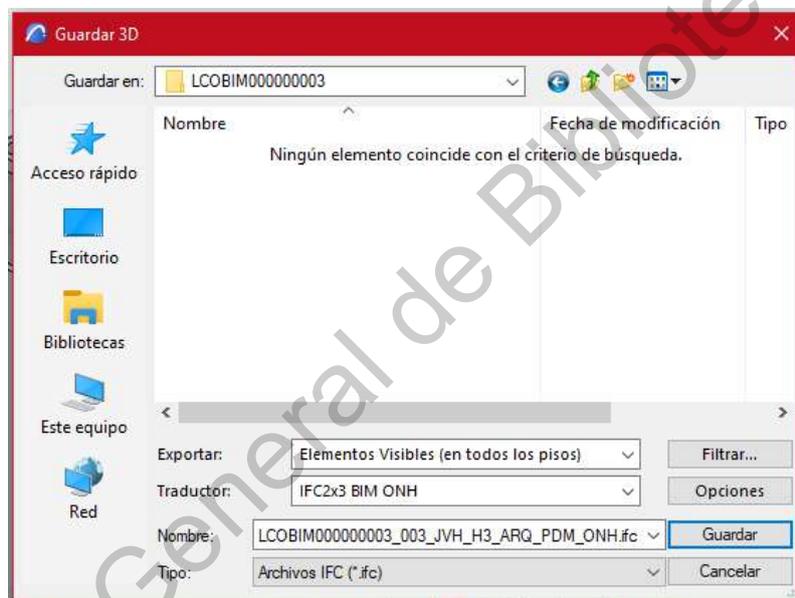


Figura 126 Proceso para exportar modelo IFC del proyecto arquitectónico del proyecto 003.

A partir de los elementos modelados dentro del modelo virtual, son generados los planos arquitectónicos, conforme a lo establecido dentro del documento EIR. Para realizar los planos deberán cumplirse los requerimientos de los entregables.

- Croquis de localización.
- Plantas arquitectónicas.
- Plantas de conjunto.

El modelado del proyecto estructural correspondiente al Proyecto 003 es modelado y documentado por medio del software GRAPHISOFT® ArchiCAD® 24.

El modelado de la cimentación puede estar compuesto por el uso de varias herramientas distintas para poder ser representada de acuerdo a los niveles de definición estipulados. En este caso se hace uso de la herramienta Suelos para representar las zapatas mientras que con el uso de la herramienta Viga se pueden representar elementos como los contratrabes del proyecto. Se hará uso también de la herramienta Columna para representar las columnas y los dados dentro del proyecto.

Tabla 96 LOD de Cimentación del proyecto 003.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ESTRUCTURAL	Cimentación	300	200

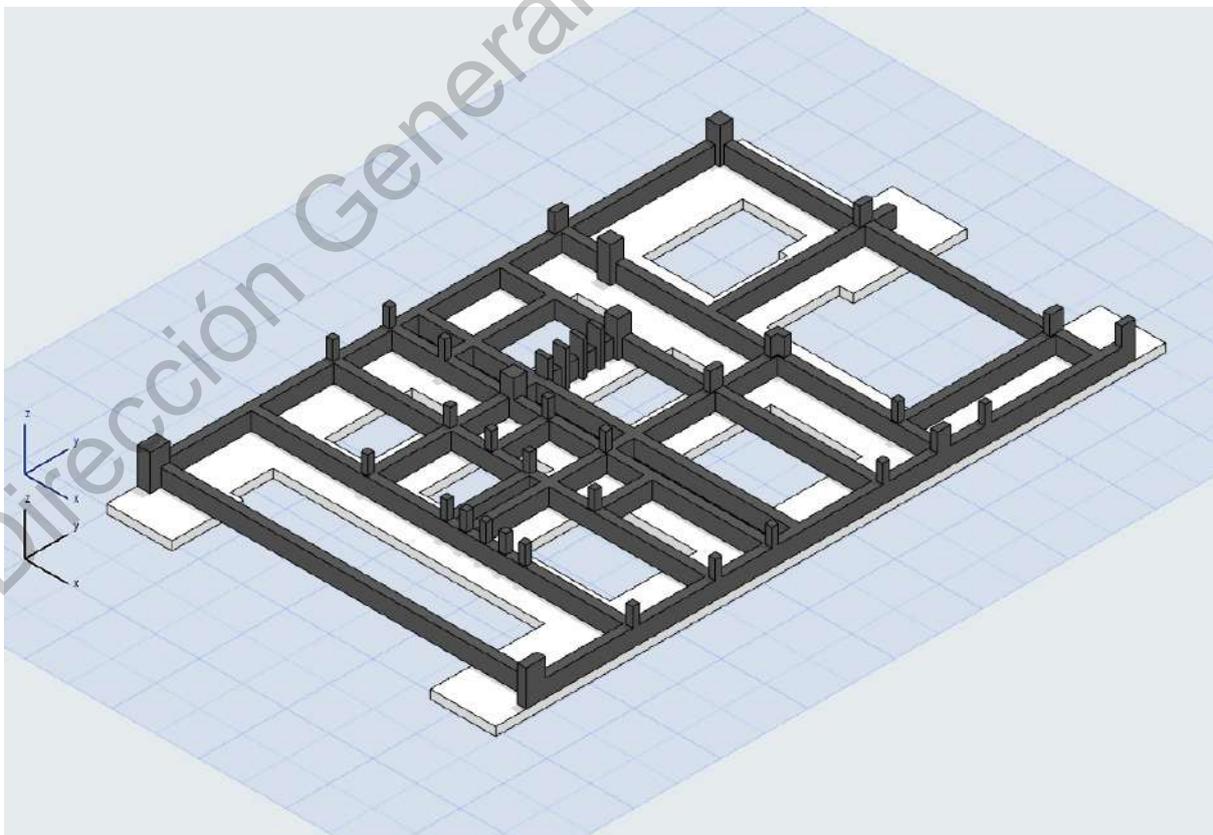


Figura 130 Cimentación de Proyecto 003.

El modelado de las columnas se realizará a través de la herramienta columnas, mientras que el modelado de las vigas de concreto puede ser ejecutado a través de la herramienta Viga. Sin embargo, el modelado de las vigas de acero puede variar entre el uso de la herramienta Viga o a través de un perfil dentro de la herramienta Objetos.

Tabla 97 LOD de Columnas de concreto, vigas de concreto y vigas de acero del proyecto 003.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ESTRUCTURAL	Columnas de concreto	300	200
	Vigas de concreto	300	200
	Vigas de acero	300	200

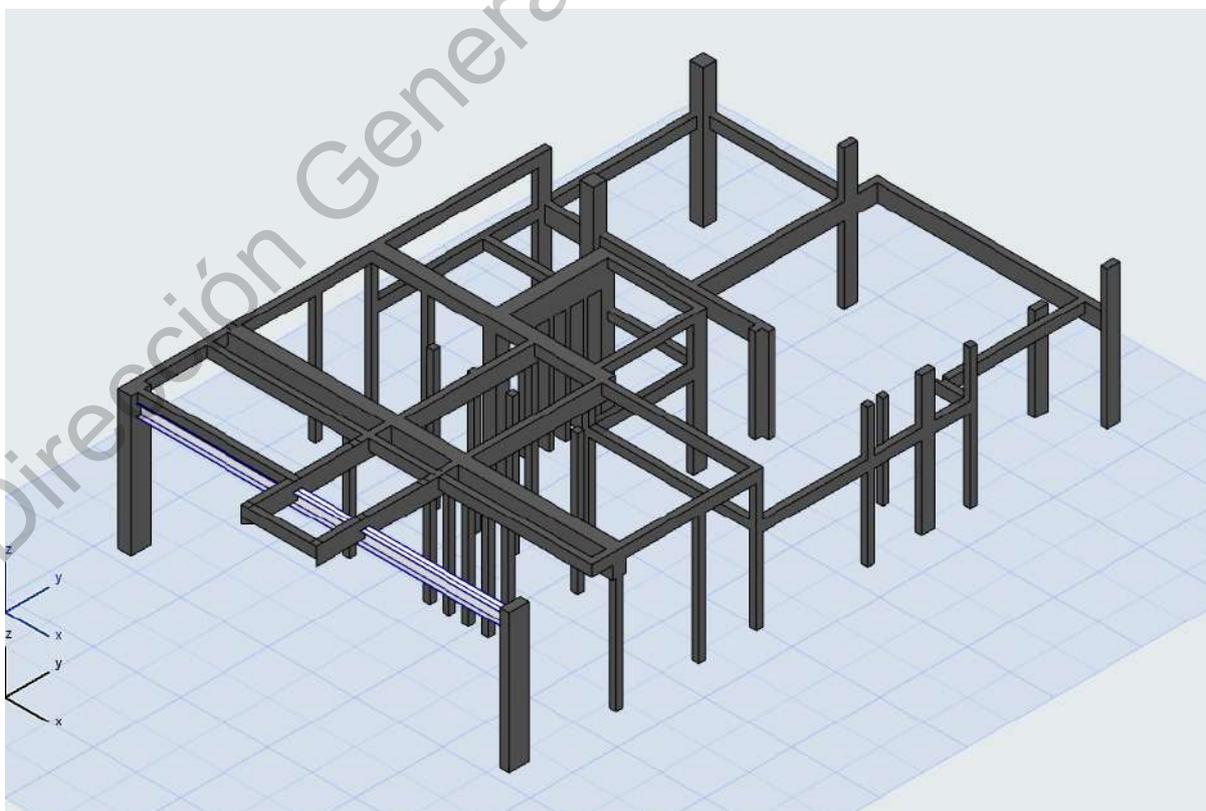


Figura 131 Columnas de concreto, Vigas de concreto y Viga de acero de Primer Nivel de Proyecto 003.

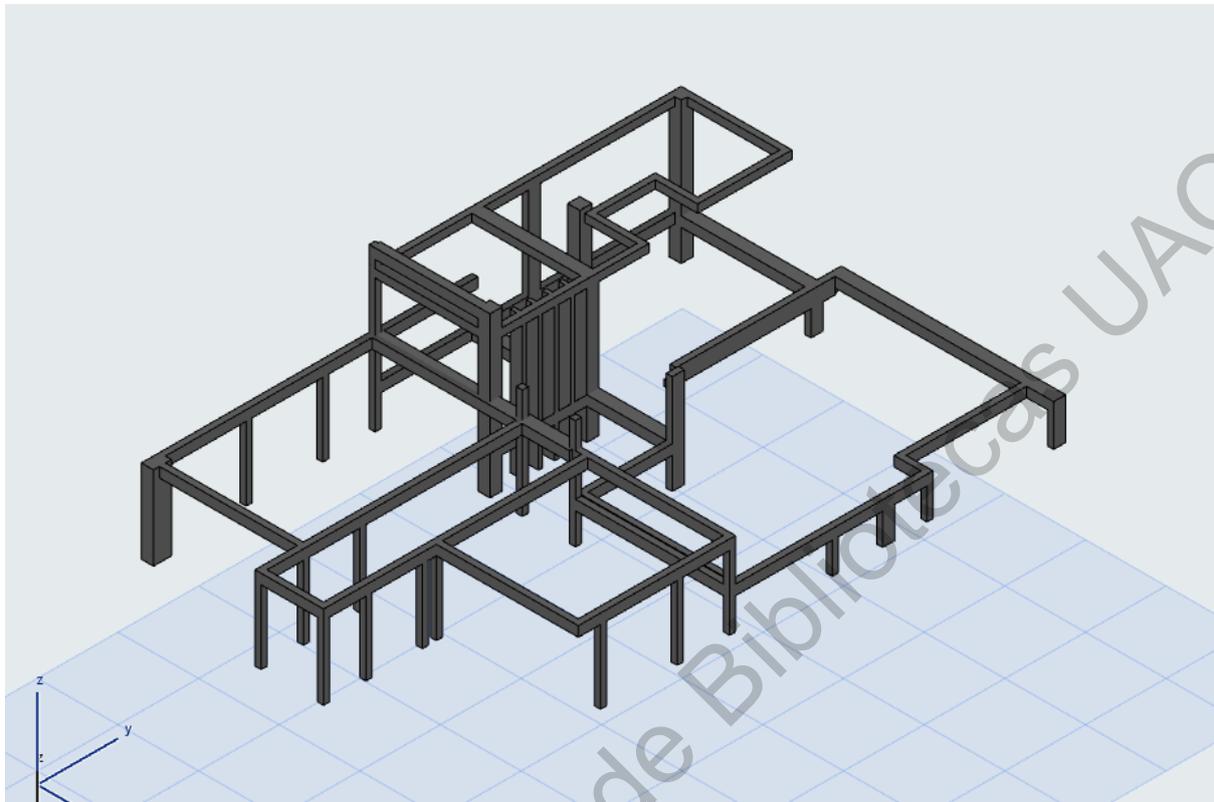


Figura 132 Columnas de concreto, Vigas de concreto y Viga de acero de Segundo Nivel y Planta de Azoteas de Proyecto 003.

Para realizar el modelado de las losas de concreto con el nivel de definición solicitado dentro del documento BEP, las herramientas variarán de acuerdo al sistema constructivo.

Para el caso de este proyecto, el sistema constructivo de las losas de entepiso es de losa nervada, por lo cual, es necesario representar las nervaduras de la losa, para lo cual, la herramienta a utilizar puede ser la herramienta Viga. Para representar la capa de compresión la herramienta a utilizar es la de Forjado. En caso de ser un sistema constructivo distinto, se podrán usar las herramientas de modelado necesarias para cumplir con el nivel de definición solicitado.

Para facilitar la visualización del sistema constructivo, se previsualiza en las siguientes figuras la capa de compresión con un filtro transparente.

Tabla 98 LOD Losas de concreto del proyecto 003.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ESTRUCTURAL	Losas de Concreto	300	200

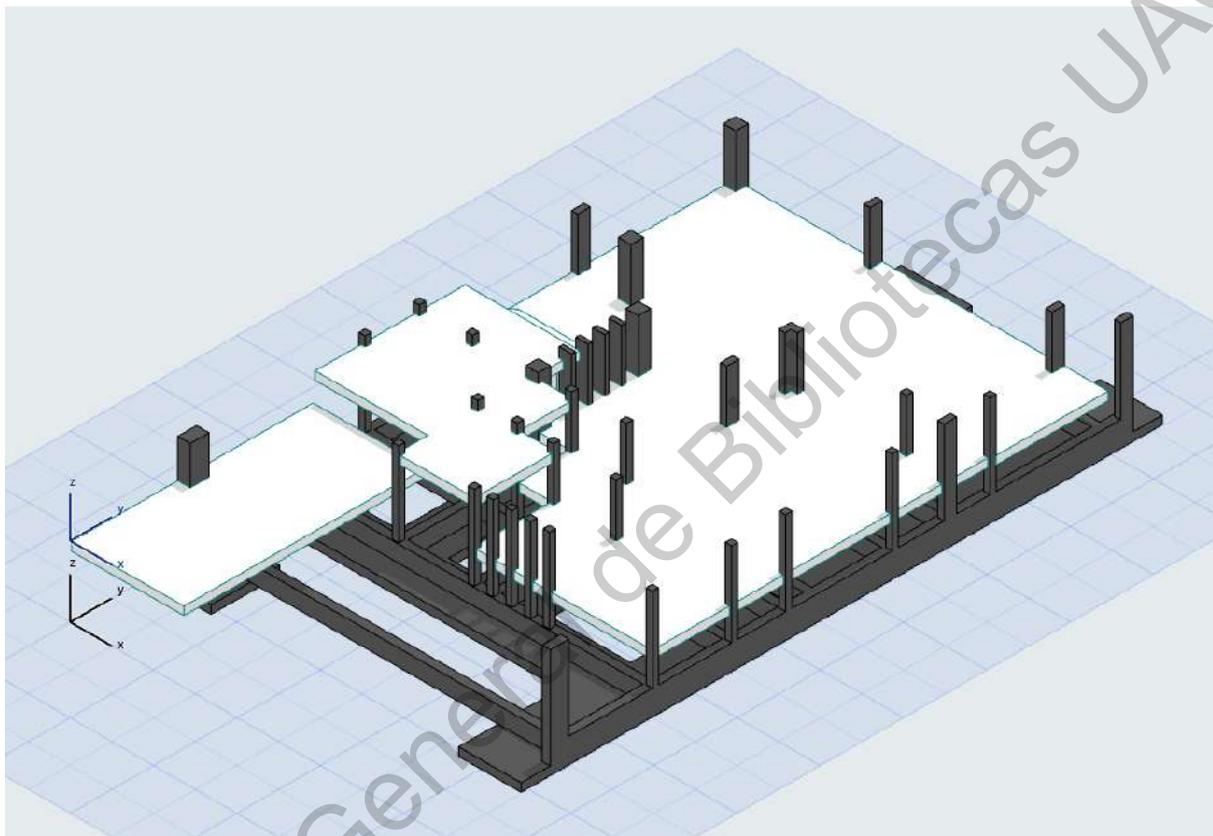


Figura 133 Losa de Concreto de Planta baja de Proyecto 003.

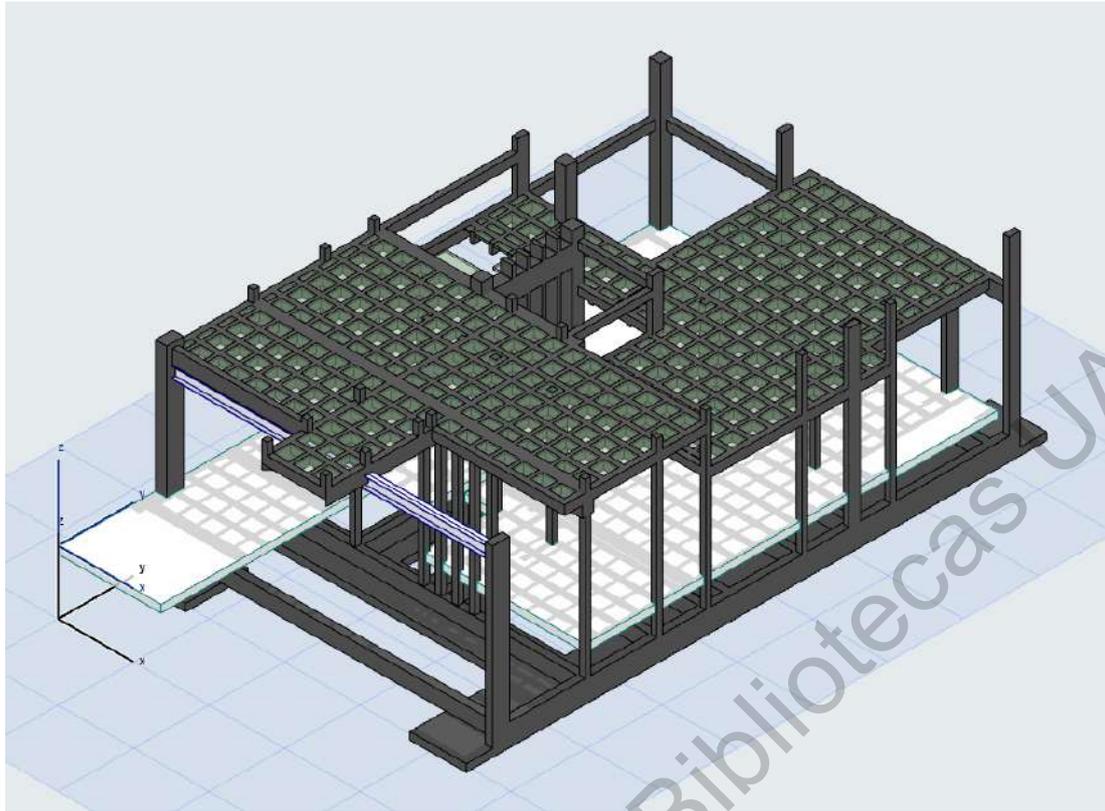


Figura 134 Losas de Concreto de Primer Nivel de Proyecto 003.

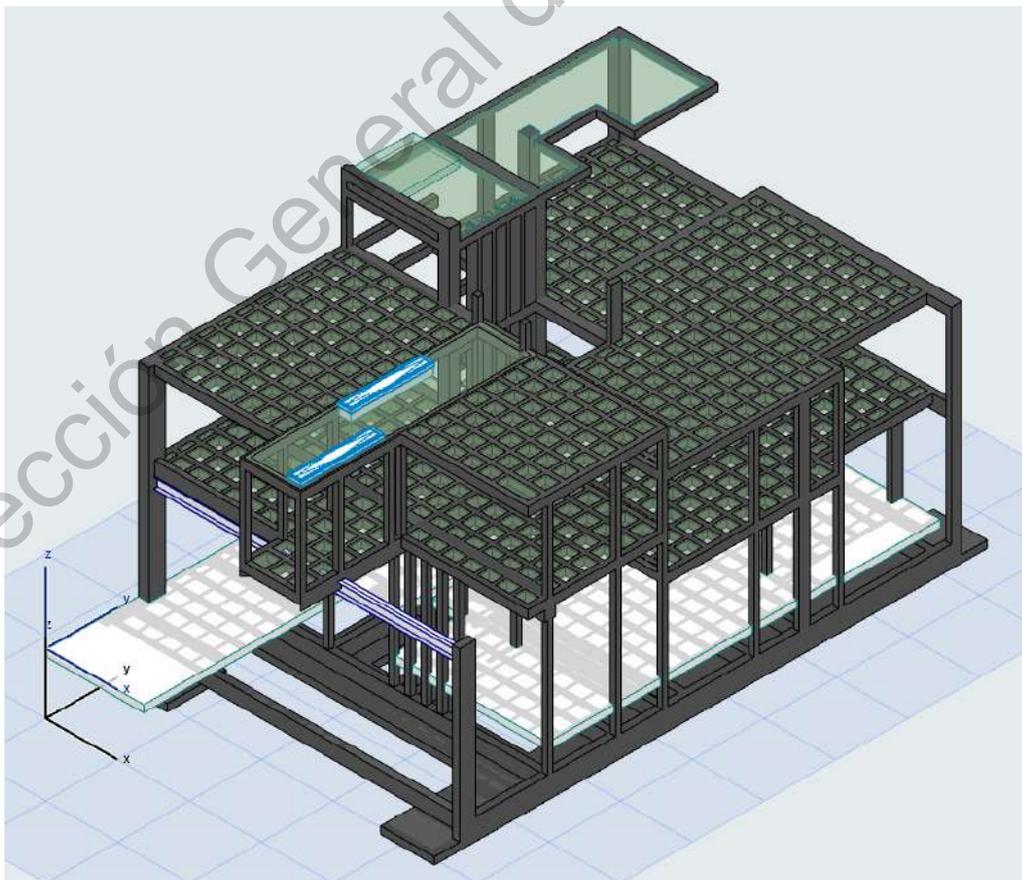


Figura 135 Losas de Concreto de Segundo Nivel y Planta de azoteas de Proyecto 003.

Dentro del diseño del proyecto estructural del proyecto 003 no se encuentran elementos referentes a muros de concreto o a marcos de acero, por lo que estos elementos no fueron modelados dentro del proyecto.

Tabla 99 LOD de elementos no modelados del proyecto estructural del proyecto 003.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ESTRUCTURAL	Muros de Concreto	300	200
	Marcos de Acero	300	200

A partir de los elementos modelados, se debe realizar la documentación de la planimetría del proyecto estructural, tomando como requisitos lo establecido dentro del documento EIR. Los planos generados responden a los siguientes puntos:

PROYECTO ESTRUCTURAL

- Planta de cimentación.
- Plantas de entrepisos.
- Planta de azotea.
- Especificaciones.
 - Simbología.
 - Resistencia de elementos de acero.
 - Resistencia de concreto en elementos estructurales.
 - Recubrimiento de concreto en elementos estructurales.
 - Traslapes de varillas.
 - Armados especiales.
 - Plantillas de cimentación.
- Detalles

📁 > LCOBIM-000-000-003

Vista de la carpeta

Haz clic aquí para describir esta carpeta y convertirla en un espacio de Dropbox Spaces

Mostrar ejemplos

+ Crear ▾	⬆ Cargar ▾	⋮
Nombre ↑	Modificado	Miembros
📁 01_DOCS	☆ --	
📁 02_ARQ	☆ --	
📁 03_EST	☆ --	
📁 04_IHS	☆ --	
📁 05_RESPUESTA	☆ --	

Figura 139 Carpeta general del Proyecto 003 en el Entorno Común de Datos.

Dropbox > TRÁMITES OBRA NUEVA HABITACIONAL - BIM > LCOBIM-000-000-003 > 03_EST

Vista de la carpeta

Haz clic aquí para describir esta carpeta y convertirla en un espacio de Dropbox Spaces

Mostrar ejemplos

+ Crear ▾	⬆ Cargar ▾	⋮
Nombre ↑	Modificado	M
📄 LCOBIM000000003_003_JVH_H3_STR_PDM_ONH_V01.ifc	☆ Hoy, 20:54	Sc
📄 LCOBIM000000003_003_JVH_H3_STR_PDM_ONH_V01.pdf	☆ Hoy, 20:54	Sc

Figura 140 Carpeta de proyecto estructural en el Entorno Común de Datos del Proyecto 003.

El modelado del proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias para el proyecto 003 se realiza a través del software Autodesk® Revit® 2020.

Utilizando como base el modelo referente al proyecto arquitectónico serán colocados los aparatos sanitarios, con el mismo nivel de detalle utilizado para el modelo del proyecto arquitectónico. Adicionado a los aparatos sanitarios, deberán ser colocados los elementos mecánicos que intervengan dentro de las instalaciones, como lo es en este caso el calentador.

Tabla 100 LOD de Aparatos sanitarios y Equipos mecánicos del proyecto 003.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Aparatos Sanitarios (Habitaciones)	200	N/A
	Equipos mecánicos (Habitaciones)	200	N/A

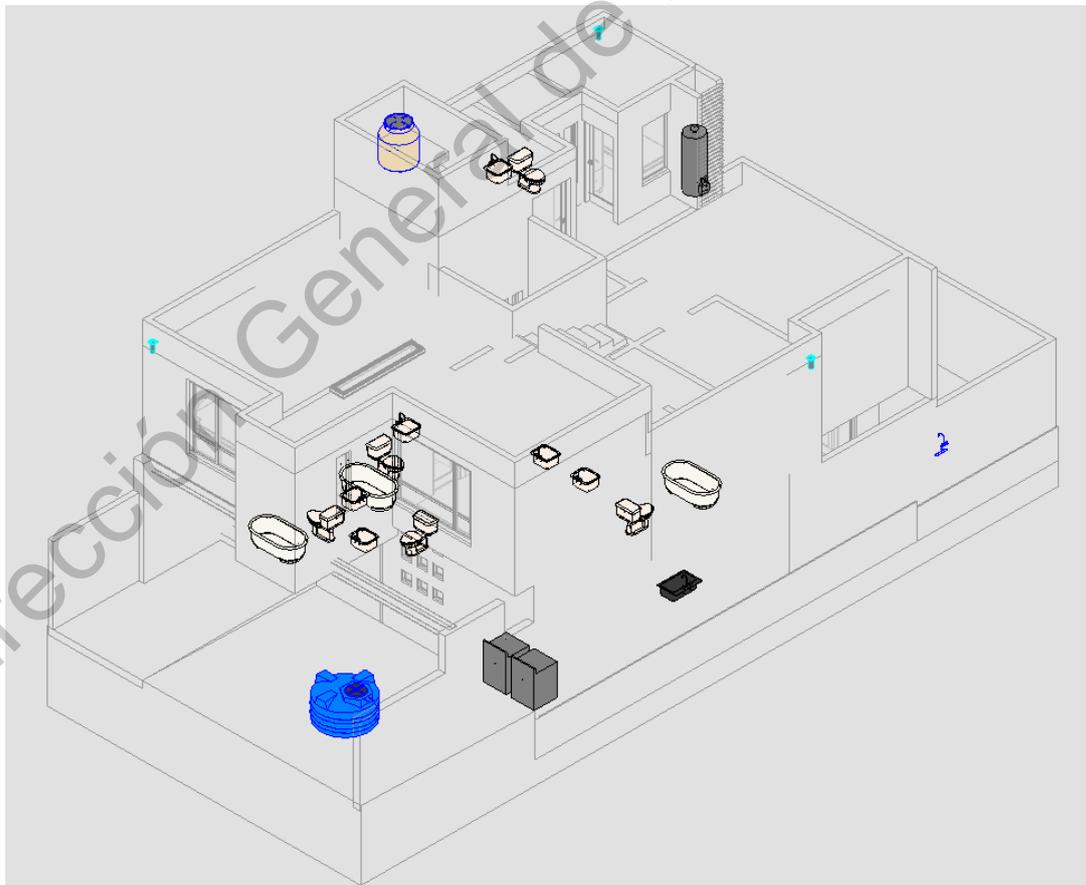


Figura 141 Aparatos sanitarios y aparatos mecánicos del proyecto 003.

Los elementos referentes a las tuberías podrán ser modelados por medio de la herramienta Tuberías. Los requerimientos sobre la geometría tridimensional referente a la tubería y a las uniones, deberá responder a las dimensiones reales de las tuberías, así como su posición, su forma y su inclinación, si es que la tuviera.

Tabla 101 LOD de Tuberías y accesorios del proyecto 003.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITECTÓNICO	Tuberías / Accesorios	200	N/A

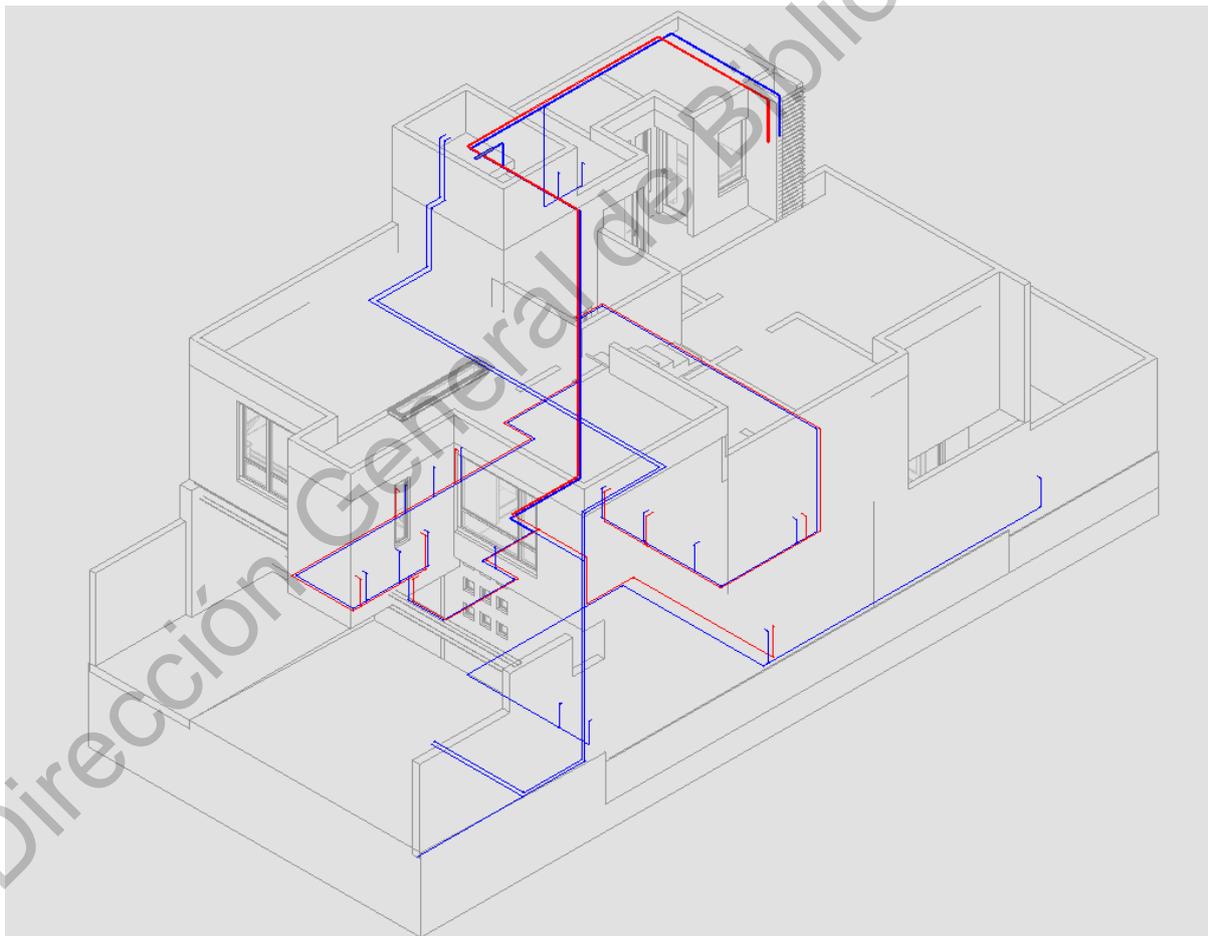


Figura 142 Tuberías y accesorios del proyecto 003.

Los elementos referentes a las tuberías de aguas negras y de aguas pluviales podrán ser modelados por medio de la herramienta Tuberías. Los requerimientos sobre la

geometría tridimensional referente al drenaje y a las uniones, deberá responder a los diámetros reales de las tuberías, así como su posición y su forma. Para realizar el modelado de las tuberías de drenaje es un requerimiento generar la inclinación que tendrán las tuberías del proyecto sanitario.

Tabla 102 LOD Drenaje y accesorios del proyecto 003.

	ELEMENTO	LOD	
		GEOMETRY	PROPERTIES
ARQUITÓNICO	Drenaje / Accesorios	200	N/A

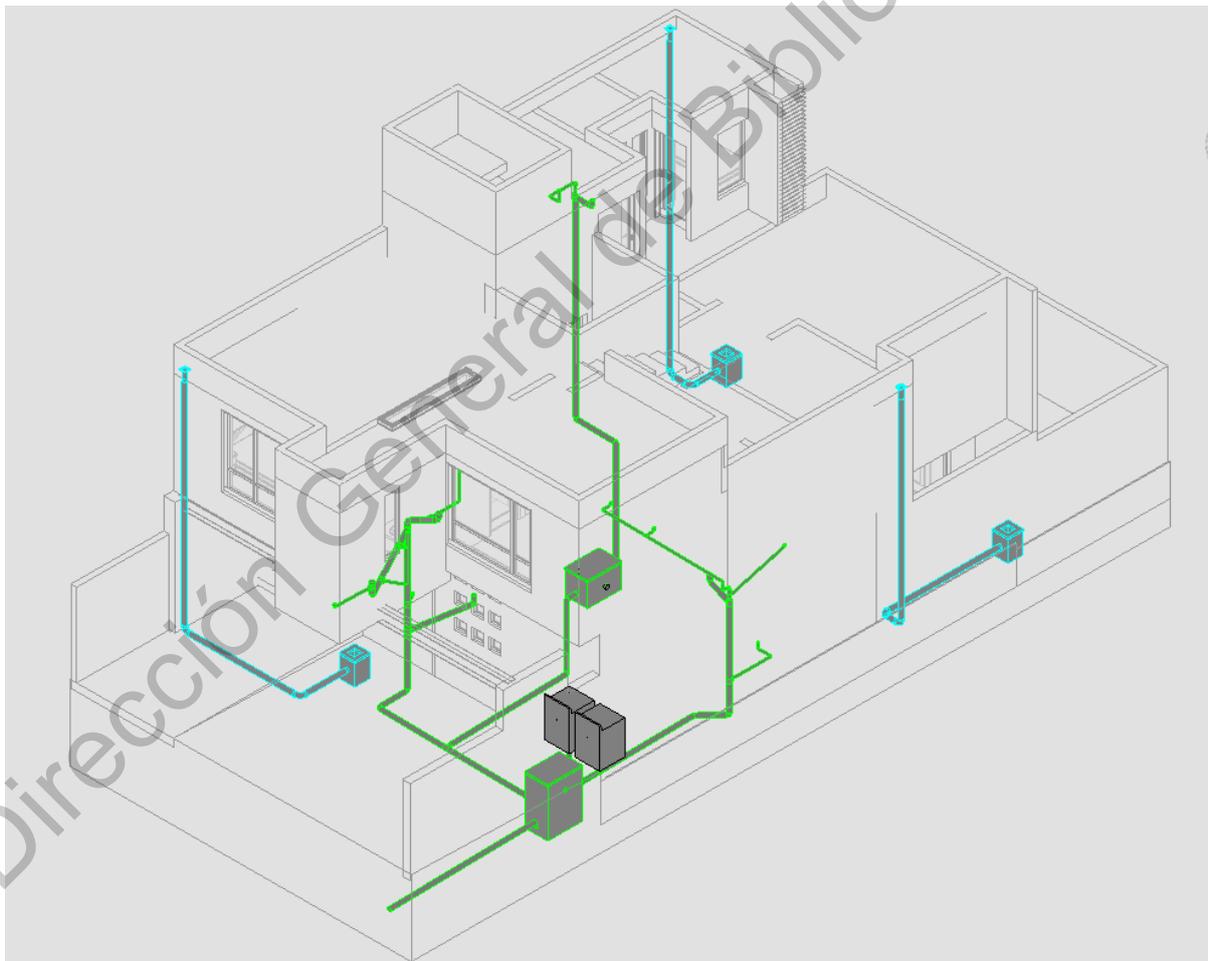


Figura 143 Drenaje del proyecto 003.

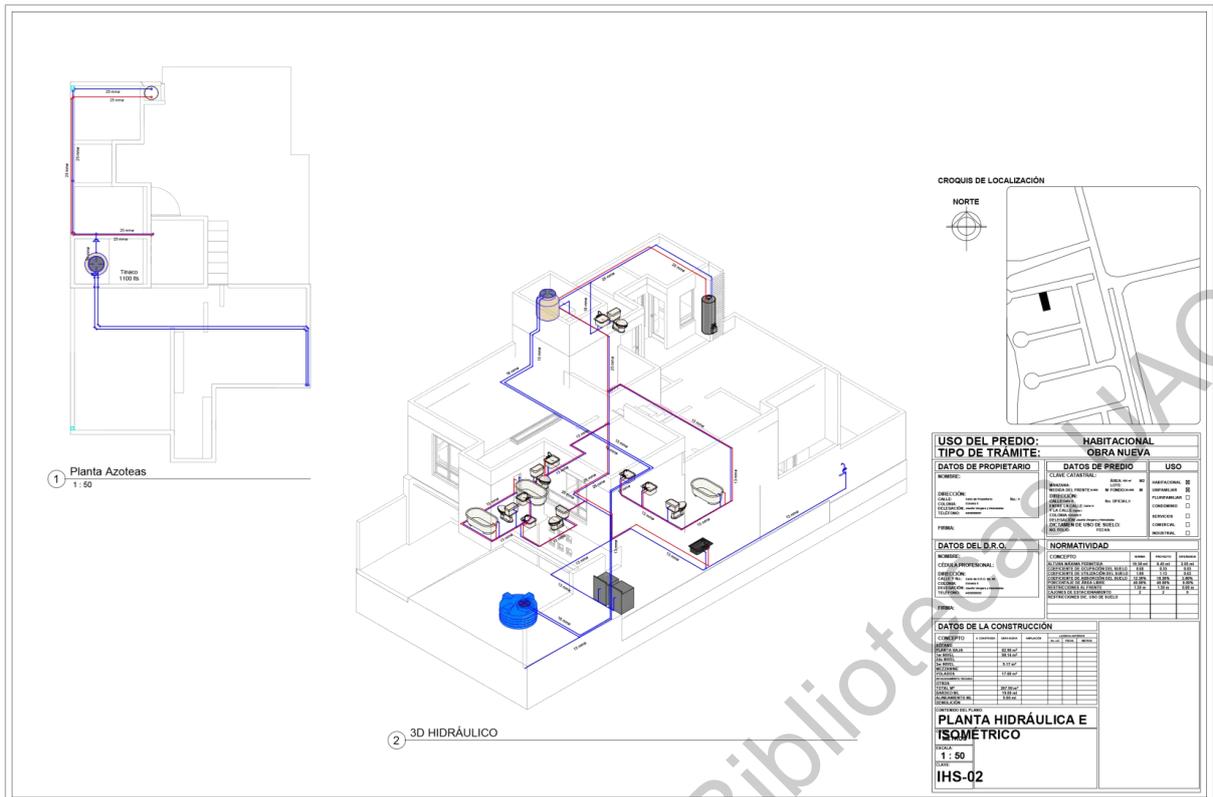


Figura 145 Plano IHS-02 de proyecto 003.



Figura 146 Plano IHS-03 del proyecto 003.

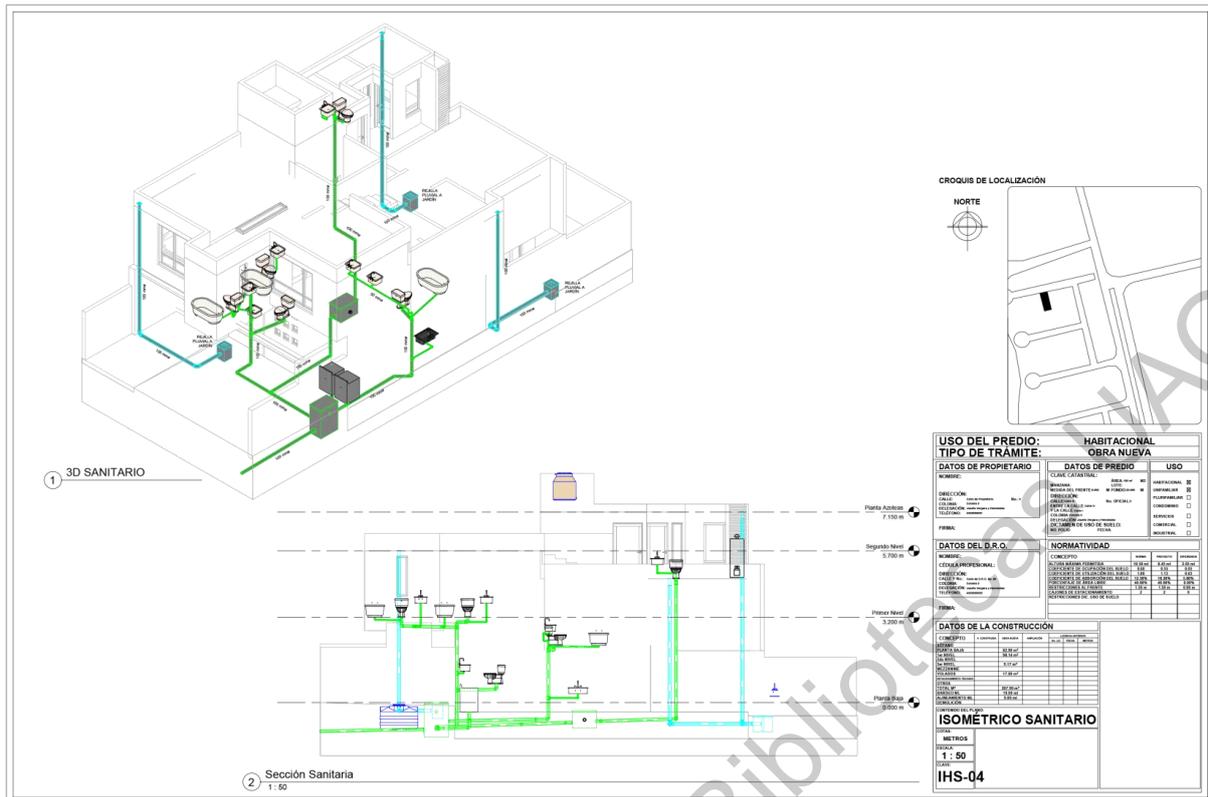


Figura 147 Plano IHS-04 del proyecto 003.

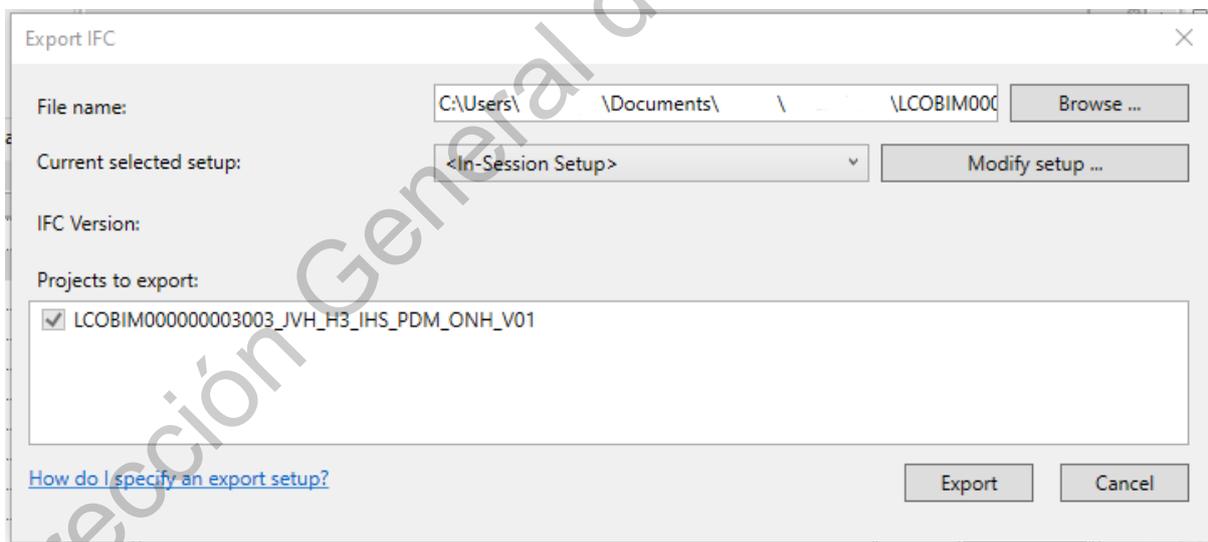


Figura 148 Proceso para exportar modelo IFC del proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias del proyecto 003.

Una vez generada la documentación de los planos en conjunto con el modelo IFC 2x3 del proyecto de instalaciones hidráulicas y sanitarias del proyecto 003, el siguiente paso será subir los archivos, en su respectivo formato de acuerdo a lo establecido en

el documento BEP, dentro de la carpeta dedicada al proyecto de instalaciones dentro del entorno común de datos.

 > **LCOBIM-000-000-003**

Vista de la carpeta

Haz clic aquí para describir esta carpeta y convertirla en un espacio de Dropbox Spaces

Mostrar ejemplos

+ Crear ▾ | **↑ Cargar** ▾ | ...

Nombre ↑	Modificado	Miembros
 01_DOCS	☆ --	
 02_ARQ	☆ --	
 03_EST	☆ --	
 04_IHS	☆ --	
 05_RESPUESTA	☆ --	

Dropbox > TRÁMITES OBRA NUEVA HABITACIONAL - BIM > LCOBIM-000-000-003 > **04_IHS**

Vista de la carpeta

Haz clic aquí para describir esta carpeta y convertirla en un espacio de Dropbox Spaces

Mostrar ejemplos

+ Crear ▾ | **↑ Cargar** ▾ | ...

Nombre ↑	Modificado	M
 LCOBIM000000003_003_JVH_H3_IHS_PDM_ONH_V01.ifc	☆ Recién	S
 LCOBIM000000003_003_JVH_H3_IHS_PDM_ONH_V01.pdf	☆ Recién	S

Figura 149 Carpeta de Instalaciones hidráulicas y sanitarias en el Entorno Común de Datos de proyecto 003.

SIMULACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE REVISIÓN.

La simulación de la metodología de revisión puede ser realizada una vez que el *rulerset* se encuentre definido y establecido, además el o los modelos se encuentran cargados en SMC en un formato IFC, de acuerdo a la metodología definida dentro del documento *BIM Execution Plan*.

CHECKING		Check Model	Report
Ruleset - Checked Model			
▶ BIM Validation - Architectural			
▶ General Space Check			
▶ Intersections Between Architectural Component			
▼ Ruler set - Municipio de Qro.			
▼ Requerimientos del proyecto arquitectónico			
§ Requisitos mínimos de ventilación.			
§ Requisitos mínimos de altura			
§ Requisitos mínimos para estacionamiento			
§ Requisitos mínimos para escaleras			
§ Componentes requeridos			
§ Requerimientos mínimos de servicios san			
§ Dimensiones mínimas de puertas			
▼ Requerimientos mínimos de habitabilidad y			
§ Los espacios deben tener un nombre			
§ Revisión de áreas mínimas			
▼ Coeficientes del suelo			
§ Coeficiente de ocupación del suelo			
§ Coeficiente de utilización del suelo			
▶ Norma General de Intersección			

Figura 150 Tabla tipo árbol, con el rulerset propuesto ya cargado.

Para realizar la validación, únicamente será necesario dar clic en .

Una vez realizado el “Check”, se muestra una tabla tipo árbol de comprobación con los resultados (ver anexo H). Ahora la tarea en turno del verificador será analizar los resultados de la comprobación, y esta tarea puede ser muy diferente dependiendo del escenario en cuestión. Al realizar la revisión de los modelos tridimensionales existen 2 posibilidades.

El primer caso se basa en que el diseño dentro del proyecto genere una o varias impropiedades

I. IMPROCEDENCIAS EN EL DOCUMENTO 3D.	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Archivo en formato <i>SOLIBRI Anywhere</i> TM de reporte de impropiedades.	SMC.
IMPROCEDENCIAS EN PDF.	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Reporte de impropiedades en PDF.	PDF.

El segundo caso tendrá lugar si el diseño plasmado dentro del modelo virtual no genera un incumplimiento con respecto al conjunto de reglas definidas en el rulerset.

LICENCIA DE OBRA NUEVA HABITACIONAL.	
DOCUMENTACIÓN	FORMATO
Licencia de Obra Nueva de uso Habitacional.	PDF.

Una vez realizada la simulación del edificio, en caso de que este catalogado en el primer caso con impropiedades. Se pueden guardar los puntos de vista de las situaciones problemáticas por medio de una presentación. Por último, se podrá obtener un informe, que contendrá todos los errores o problemas, los comentarios del verificador y las instantáneas. El reporte será presentado al interesado del trámite, con el objetivo de darle solución a los errores y/o problemáticas del modelo.

PROYECTO 001

Revisar “ANEXO I: Tabla tipo árbol resultados de proyecto 001”

Revisar “ANEXO K: Reporte de proyecto 001”

PROYECTO 002

Revisar “ANEXO J: Tabla tipo árbol resultados de proyecto 001”

Revisar “ANEXO L: Reporte de proyecto 002”

PROYECTO 003

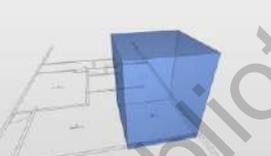
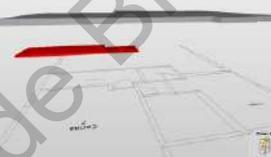
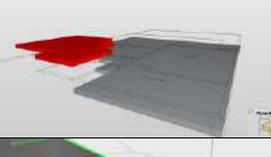
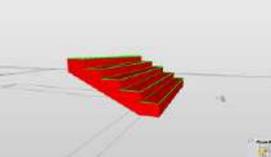
CHECKING		Check Model	Report
Ruleset - Checked Model			
▶ BIM Validation - Architectural			
▶ General Space Check			
▶ Intersections Between Architectural Component			
▼ Ruler set - Municipio de Qro.			
▼ Requerimientos del proyecto arquitectónico			
§ Requisitos mínimos de ventilación.			△
§ Requerimientos mínimos de altura			△
§ Requisitos mínimos para estacionamiento			—
§ Requisitos mínimos para escaleras			△ △
§ Componentes requeridos		☐	OK
§ Requerimientos mínimos de servicios sanitarios			OK
§ Dimensiones mínimas de puertas			OK
▼ Requerimientos mínimos de habitabilidad y confort			
§ Los espacios deben tener un nombre			OK
§ Revisión de áreas mínimas		☐	△ △
▼ Coeficientes del suelo			
§ Coeficiente de ocupación del suelo		☐	△
§ Coeficiente de utilización del suelo			△

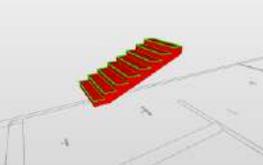
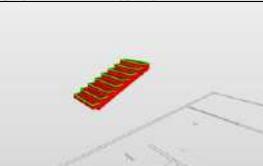
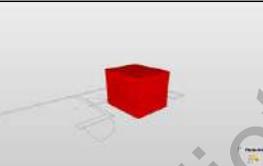
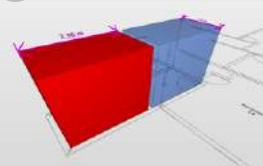
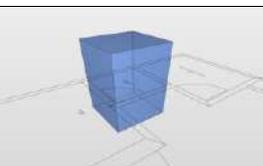
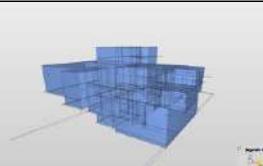
Figura 151 Tabla tipo árbol resultados del proyecto 003

Tabla 103 Reporte de proyecto 003

	Reporte LCOBIM000000003_003_JVH_H3_ARQ_PDM_ONH
---	---

Model Name	ALCOBIM000000003_003_JVH_H3_ARQ_PDM_ONH Version: 9.12
Checker	jetor77714@ddwfp.com
Organization	UAQ
Date	April 19, 2021
LCOBIM000000003_003_JVH	Date: 2021-01-19 16:23:50 Application: ARCHICAD IFC: IFC2X3

Presentation 2						
Number	Id	Location	Date	Title	Picture	Issue Description
1	6	Planta Baja Sala[5]	14-Apr-2021	Error en el modelado		El modelo tiene un ventanal de piso a techo que no es reconocido como método de ventilación.
2	4	Planta Baja Cocina[7]	14-Apr-2021	Error en el modelado		Es necesario cambiar la clasificación de uno de los elementos.
3	5	Planta Baja Escaleras[3], Medio Baño[2], Acceso[1]	14-Apr-2021	Componente especial		El modelo no logra comprender la complejidad del desnivel.
4	7	Planta Baja Escaleras[3]	14-Apr-2021	Incumplimiento de norma / Error en el modelado		El nivel de desplante del componente genera un error en la norma del reglamento de construcción de estado. Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 11
5	9	Planta Baja Escaleras[3]	14-Apr-2021	Incumplimiento de norma		El componente genera un error en la norma del reglamento de construcción de estado. Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 11 Requisitos mínimos para escaleras Sección II Apartado e

6	10	Planta Baja Escaleras[3]	15-Apr-2021	Incumplimiento de norma		El componente genera un error en la norma del reglamento de construcción de estado. Título séptimo Normas técnicas
7	11	Planta Baja Escaleras[3]	15-Apr-2021	Incumplimiento de norma		El componente genera un error en la norma del reglamento de construcción de estado. Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 11 Requisitos mínimos para escaleras Sección II Apartado e
8	12	Segundo Nivel Recámara de Servicio[20]	15-Apr-2021	Incumplimiento de norma		El espacio genera un error en la norma del reglamento de construcción de estado. Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 3 Requerimientos mínimos de habitabilidad y funcionamiento I Habitación Recamaras Adicionales y Alcoba
9	13	Primer Nivel Baño[17], Baño[15]	15-Apr-2021	Incumplimiento de norma		El espacio genera un error con respecto a la norma del reglamento de construcción de estado. Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 3 Requerimientos mínimos de habitabilidad y funcionamiento I Habitación Baños
10	14	Segundo Nivel Medio Baño[19]	15-Apr-2021	Revisión manual		El espacio no figura dentro del reglamento de construcción del estado. Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 3 Requerimientos mínimos de habitabilidad y funcionamiento I Habitación
11	16	Primer Nivel, Planta Baja, Segundo Nivel	15-Apr-2021	Revisión manual		El área debe ser menor a la estipulada en la norma para ser aceptada.

XI. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

De acuerdo a cada uno de los reportes generados por cada proyecto, se han podido revisar incumplimientos de la normativa, referentes al análisis de los espacios, así como a los errores de modelado virtual. Cada uno de los incumplimientos ha sido identificado, de acuerdo al elemento o los elementos que forman parte del incumplimiento, al cual se les ha asignado con la norma que no ha sido cumplida.

Al realizar la revisión a través del modelo tridimensional 3D, es posible revisar con exactitud normas que abarcan temas como el porcentaje de ventilación e iluminación natural de una habitación, al obtener el área de las habitaciones, así como las puertas y las ventanas que conforman las mismas. Estas mismas reglas pueden ser revisadas por la parte revisora a través de una medición manual de las áreas y de un análisis de planta en conjunto con cortes y fachadas para poder obtener el área de cada una de las ventanas del proyecto.

Trabajar bajo esta metodología BIM de revisión exige implícitamente a la parte interesada a trabajar bajo los requerimientos y los niveles de definición establecidos dentro del documento BIM *Execution Plan*. Los niveles de definición son un elemento planteado para brindar un parámetro mínimo con el cual se pueda realizar la evaluación de las reglas. Si estos niveles de definición no son cumplidos de forma correcta, la lectura del *rulerset* puede no ser la adecuada, por lo que el reporte de imprecuencias podría ser incorrecto.

Dentro del proceso de revisión a través de un software *Model checking*, es posible que algunas reglas no puedan ser leídas de forma correcta, ya sea por alguna cualidad espacial del proyecto, alguna anomalía dentro del modelado del proyecto o por algún error o defecto del programa o del sistema, conocido como *Bug*, que pueda producir algún resultado de forma inesperada o la lectura de una regla de forma errónea.

Dentro de este trabajo de investigación se han planteado una serie de parámetros a revisar dentro de una geometría tridimensional virtual a través de una serie de reglas

llamada *ruler set*. Esta serie de parámetros puede ser ampliada o mejorada dependiendo de qué regla o qué normativa sea requerida revisar. Dependiendo de cada una de las nuevas reglas que sea necesario generar, deberá existir un análisis sobre si es necesario aumentar el nivel de definición de alguno de los elementos del modelo.

PROS Y CONTRAS DE LA NUEVA METODOLOGÍA

De la mano de la nueva metodología existen una serie de beneficios que conlleva el uso de los *softwares* de modelado 3D afines con la metodología BIM.

Al generar un modelo virtual tridimensional, toda la información del proyecto debe generarse en la geometría. Esto implica que la parte revisora será capaz de analizar la totalidad del diseño, lo que permite realizar una revisión más profunda del proyecto, más allá de la información que puedan proveer las plantas, los alzados y los cortes longitudinal y transversal.

El uso de las nuevas metodologías le permite a la parte interesada una mayor coordinación de su proyecto, no sólo para realizar los trámites de licencias, sino desde la fase de conceptualización y diseño hasta la fase de construcción del inmueble, lo que indirectamente tiene un impacto económico en el proyecto.

De la misma manera, podemos encontrar una serie de contras que se presentan de la mano con el uso de las nuevas tecnologías.

El primer contra se ve reflejado en el costo de las licencias de los softwares que requiere utilizar la parte interesada para poder generar la información necesaria para realizar el trámite.

Tomando como referencia los softwares generados por Autodesk, el software de modelado 3D, con los requerimientos mínimos para poder generar la información, que es Revit LT, representa aproximadamente un aumento del 43% si es comparado con el costo del software CAD, con los requerimientos mínimos para generar la información, que en este caso es AutoCAD LT.

Uno de los inconvenientes que conlleva el uso de las tecnologías son los errores de modelado. El hecho de que los niveles de definición no sean cumplidos pueden representar fallos dentro de la revisión, resultando en errores de modelado.

ÁREAS DE OPORTUNIDAD

Costo/Beneficio con el uso de la metodología BIM en todo el proceso del proyecto más allá del trámite.

El uso de modelos virtuales a partir de una metodología BIM conlleva ciertos beneficios de acuerdo a las fases del proyecto en las cuales se aplique la metodología.

La automatización de determinadas reglas puede significar, para la parte revisora, una revisión exhaustiva de parámetros que se vuelven complejos o complicados de revisar en un proyecto, por lo que el apoyo de un Model Checker, puede permitirle delegar la revisión de las normas que han podido ser parametrizadas para enfocarse en la revisión de las que no.

Por otra parte, el manejo, de la parte interesada, de una metodología BIM en la fase de diseño puede ser utilizado desde el principio del proyecto, desde el análisis del sitio y de las condiciones existentes del proyecto, hasta para previsualizar interferencias entre estructuras e instalaciones y resolver esos problemas desde la fase de diseño y no resolverlo durante la construcción, lo que conlleva un ahorro de tiempo, recursos y dinero. Desde la misma fase de diseño se puede analizar a través de un modelo el desempeño energético, el análisis estructuras, de ingenierías, la estimación de costos y la planeación de la construcción basada en elementos modelados. En la solicitud de licencia, un modelo permitiría poder generar la documentación, desde las plantas, cortes fachadas, isométricos, con base en la misma geometría, lo que permite la fidelidad entre cada representación del proyecto. Sin embargo, la documentación generada para poder comenzar con el trámite no siempre permite realizar el análisis del proyecto en su totalidad por lo que el modelo virtual permite realizar una revisión completa de los elementos que conforman el proyecto. En el proceso de construcción, el modelo puede desarrollarse para planear la obra a partir del modelo tridimensional. Correlacionado al beneficio de detectar interferencias en la fase de diseño, la planeación de un cronograma de obra con una

mayor fiabilidad e incluso para el uso del modelo para la fabricación de elementos a usarse en la construcción.

El uso de esta metodología no debe permanecer únicamente en la fase para solicitar la licencia, por el contrario, la exigencia de una nueva metodología de revisión basada en BIM, busca incitar el uso de tecnologías y herramientas planteadas para desarrollar de principio a fin el diseño y la edificación de los nuevos proyectos de construcción.

Alternativas de revisiones a través de *softwares Model Checker*

El planteamiento de la metodología generada en la presente investigación tiene un enfoque en los trámites de licencia de obra nueva habitacional, el cuál puede ser escalable, en primera instancia, para la revisión de cualquier otro tipo de proyectos de uso habitacional. De igual forma, las bases de la revisión de áreas por parámetros para proyectos de uso habitacional, podrá escalarse a la revisión de proyectos con otros usos, para los cuales deben presentarse una serie de normas que puedan ser parametrizables para su revisión automatizada.

Por otro lado, el uso de modelos tridimensionales virtuales para la revisión de proyectos puede ser utilizado más allá de la revisión de un proyecto arquitectónico como se encuentra desarrollado dentro de la presente investigación. A partir de un modelo virtual 3D se pueden revisar distintos tipos de parámetros de acuerdo a la información que se encuentre alojado dentro del modelo.

Con ayuda de un software *Model Checker* se puede realizar una evaluación de vivienda sustentable de acuerdo a la envolvente de un edificio. Sin embargo, para poder llegar a realizar este tipo de revisiones es necesario comenzar con la necesidad y los requerimientos de la entidad que tenga el interés de realizar un modelo de información basado en una metodología BIM. Deberá integrarse a la investigación a profesionales afines al uso de la metodología BIM de la mano de especialistas en sustentabilidad. Con base en las herramientas disponibles en el mercado y las necesidades de una entidad que tenga la necesidad del uso de modelos tridimensionales bajo la metodología BIM, se deberá plantear un plan de ejecución BIM en el cual se solventen todos los puntos definidos en los requerimientos y se deberá definir toda la información que es necesario que se encuentre en un modelo

para poder hacer uso de los *softwares* y las herramientas digitales que ayudarán a llevar a cabo la metodología.

Detrás de cada posibilidad de realizar una aplicación de la metodología BIM, será necesario realizar una investigación y un plan de ejecución para poder lograr el aprovechamiento deseado y para poder garantizar que el uso del BIM podrá optimizar el modelo actual.

El entorno común de datos como un primer acercamiento a una ventanilla de construcción simplificada.

De acuerdo al documento “Análisis y acciones de simplificación de la Licencia de Construcción en el municipio de Querétaro,” en los estudios realizados por la comisión nacional de mejora regulatoria (CONAMER), a través de la Justicia cotidiana en mejora regulatoria, se ha diseñado una propuesta para un modelo de ventanilla de construcción simplificada para el proceso de expedición de la licencia de construcción, a raíz de la existencia de 46 requisitos para realizar en seis trámites en tres dependencias municipales y una estatal (CONAMER, s/f).

Dentro del documento mencionado anteriormente, la estrategia planteada para regular el proceso del trámite de licencia de obra nueva, tiene como base la simplificación para realizar los trámites que conlleva la obtención de la licencia, a través de una ventanilla de construcción simplificada basada en una plataforma en la nube llamada ORACLE SIEBEL, a partir de la cuál, se podrán alojar todos los documentos necesarios para poder realizar todos los trámites solicitados para la obtención de la licencia. El uso de un entorno común de datos puede ser un primer paso para comenzar con un proyecto de plataforma digital común para la realización de procesos adicionales a la solicitud de la licencia de obra nueva, de acuerdo a los esfuerzos propuestos para implementar una ventanilla de construcción simplificada, de acuerdo a lo propuesto por la CONAMER.

Introducción de profesionales a una metodología BIM.

El uso de una metodología BIM para la revisión de proyectos, es un esfuerzo que puede encontrarse catalogado dentro del documento “Estrategia para la implementación del modelado de información de la construcción (MIC) en México,”

como un impulso para la participación del sector privado, con el fin de impulsar el desarrollo homogéneo en el uso del BIM.

Dentro de esta estrategia, los años 2020 y 2021 son considerados años de adaptación para para la estrategia de implementación del BIM. Durante estos años, se elaborarán guías y estándares afines a la metodología. Estos esfuerzos generados para la difusión y el uso de la metodología BIM, no solo para el sector público sino dentro del sector privado, podrán permitir que los profesionistas dentro del sector AEC puedan adentrarse de manera moderada al uso de las herramientas digitales en el desarrollo de proyectos de construcción.

Después de los años de adaptación comenzarán la fase de implementación dentro de los siguientes cuatro años, haciendo obligatorio el uso de la metodología BIM en proyectos públicos de la secretaría de comunicaciones y transportes, medio ambiente, turismo, salud y educación en el año 2022 y el resto de los sectores dentro del año 2023, excluyendo, de estos proyectos, a todos los profesionales que no se encuentren actualizados con respecto al trabajo bajo la metodología BIM. Los esfuerzos provenientes dentro del sector privado serán importantes para ayudar a incrementar el número de profesionales que participen dentro de la industria de la construcción que sean capaces de trabajar con *softwares* y herramientas compatibles con la metodología BIM.

CONCLUSIONES

Consideramos que esta metodología de revisión no puede funcionar únicamente como un sistema de revisión automatizado a través del software SOLIBRI Office™ con un *rulerset* diseñado específicamente para la revisión de proyectos de obra nueva habitacional, ya que no es posible que, a través del modelo virtual 3D se realice una revisión completa del cumplimiento de toda la normativa y reglamentos requeridos.

Consideramos que aún con este sistema, la revisión de los proyectos debe ser realizada por personal de la parte revisora capacitado para analizar el diseño de los proyectos, apoyado de la revisión con base en los modelos virtuales.

La metodología BIM de revisión propuesta en la presente investigación conlleva consigo la implementación del software SOLIBRI Office™ y la adquisición de la

licencia de acuerdo a las unidades que serán utilizadas para la revisión de proyectos. Para poder hacer uso del *software* deberán de capacitarse una cierta cantidad de revisores para poder hacer uso adecuado del *software* y para poder tener el conocimiento necesario para revisar un proyecto, lo que implica un gasto considerable para poder sustentar la revisión basada en un *software Model Checker*. De igual forma, el uso de herramientas afines a la metodología BIM, como lo son ArchiCAD® o Revit®, representa un gasto mayor para la parte interesada en realizar un trámite de licencia de obra nueva.

Al requerirse una mayor preparación por parte de los profesionales interesados en realizar los trámites de licencia de obra nueva habitacional, la implementación obligatoria de esta metodología podría significar un obstáculo para realizar el trámite.

Para poder llevar la revisión con el apoyo de los modelos a cabo, es necesario cumplir con los requerimientos mínimos establecidos en el documento BEP. Sin embargo, cumplir con estos requerimientos mínimos no garantiza que la construcción del modelo virtual sea la adecuada, por lo que es necesario realizar un manual de buenas prácticas en el que se definan procesos de modelado que permita el correcto funcionamiento del *software* de revisión.

El proceso de revisión con el uso de modelos requiere definir previamente un listado de espacios para revisar. Los espacios dentro de un proyecto que sea revisado deben ser nombrados con base en los espacios definidos previamente, con los caracteres correctos. Este puede ser un inconveniente en las revisiones debido a que, si un modelo no se encuentra nombrado correctamente, no se le podrá asociar al espacio los parámetros de revisión que han sido desarrollados.

El uso de los *softwares* y las herramientas BIM conlleva mayores beneficios de acuerdo a que usos se le da a la metodología BIM. Sin embargo, los costos por el uso de *hardware* adecuado y los *softwares* como ArchiCAD® o Revit®, es más elevado.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrantes, V. (2010). Automated code-checking as a driver of BIM adoption. *In World Congress on Housing*. Santander, España.

Acosta, A. (1 de Diciembre de 2019). BIM será obligatorio. *Obras*, 12.

Aedo, C. (4 de Abril de 2017). *Historia del AutoCAD y sus versiones*. Recuperado el 1 de Julio de 2019, de Prezi: <https://prezi.com/fupftsaqjt6j/historia-del-autocad-y-sus-versiones/>

Alcántara, P. V. (2013). METODOLOGÍA PARA MINIMIZAR LAS DEFICIENCIAS DE DISEÑO BASADA EN LA CONSTRUCCIÓN VIRTUAL USANDO TECNOLOGÍAS BIM. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL*. Lima, Perú.

ARQHYS.com, Equipo de colaboradores y profesionales de la revista. (Diciembre de 2012). *Historia del CAD*. Recuperado el 7 de Julio de 2019, de ARQHYS.com: <https://www.arqhys.com/construccion/cad-historia.html>.

ASIDEK. (12 de Diciembre de 2016). *La situación del BIM*. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de ASIDEK CT Solutions.

Autodesk México. (s.f.). Autodesk BIM.

Autodesk, Inc. (2018). *Manual Revit IFC: Instrucciones detalladas para manejar archivos IFC*. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de Autodesk: <https://www.sonda-mcolatam.com/Intranet-materiales/IFC-Manual-2018-ENU-Esp.pdf>

Badilla, A. R. (s.f.). *Investigación sobre BIM*. Recuperado el 1 de Junio de 2019, de Academia: https://www.academia.edu/36693620/Qu%C3%A9_es_el_BIM

BibLus, Blog internacional de conocimientos técnicos y software. (2019). *BIM en el mundo, en los países escandinavos es una práctica consolidada el uso del BIM en la construcción*. Recuperado el 2019 de Julio de 25, de BibLus: <http://biblus.accasoftware.com/es/bim-en-el-mundo-en-los-paises-escandinavos-es-una-practica-consolidada-el-uso-del-bim-en-la-construccion/>

BIM Community. (14 de Octubre de 2016). *BIM en el mundo Una amplia retrospectiva sobre los principales focos de interés en los que se concentra el BIM*. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de BIM Community: https://www.bimcommunity.com/news/load/269/bim-en-el-mundo/view_original

BIM Community. (8 de Marzo de 2018). *BIM in Latin America N 2020 the BIM market will increase up to 11% in the Latin American region*. Recuperado el 2019 de Julio de 25, de BIM Community: <https://www.bimcommunity.com/news/load/667/bim-in-latin-am%C3%A9rica>

BIM Community. (29 de Mayo de 2018). *BIM, la mejor herramienta para los ingenieros civiles*. Obtenido de BIM Community: <https://www.bimcommunity.com/news/load/234/bim-la-mejor-herramienta-para-los-ingenieros-civiles>

BIM Forum México. (2018). *Qué es BIM*. Recuperado el 2 de Junio de 2019, de BIM Forum México: <http://bimforummexico.mx/que-es-bim/>

BIM Forum Panamá. (s.f.). *Los Principales Términos B.I.M. en la industria de la construcción*. Obtenido de BIM Forum Panamá.

Borrmann, A. a. (2008). *Topological Operators in a 3D Spatial Query Language for Building Information Models Computation in Engineering*. Technische Universität München, Germany.

buildingSMART. (2006). *The CORENET project in Singapore. buildingSMART Case Studies*.

ByggSøk. (2011). *eGovernment in the field of zoning, building and construction*, National Office of Building Technology and Administration.

Cabrera, C. (22 de Febrero de 2018). *Estado actual del BIM en Latinoamérica*. (Editeca, Entrevistador) Perú.

Cárdenas, M. (2016). *Incorporación de Metodología BIM en la Gestión Integrada de Proyectos*. Madrid, España: Laureate International Universities.

Castor.es. (s.f.). *Historia e evolución del CAD/CAM*. Recuperado el 29 de Junio de 2019, de Castor.es: <https://www.castor.es/historia-software-CAD-CAM.html>

Chan, A. (s.f.). *Historia de los Sistemas CAD/CAM*. Recuperado el 23 de Junio de 2019, de Academia: https://www.academia.edu/39050128/HISTORIA_DE_LOS_SISTEMAS_CAD

Chan, A. (s.f.). *Historia de los Sistemas CAD/CAM*. Recuperado el 23 de Junio de 2019, de Academia: https://www.academia.edu/39050128/HISTORIA_DE_LOS_SISTEMAS_CAD

Choclán, F., Soler, M., & González, R. (2014). INTRODUCCION A LA METODOLOGÍA BIM. *Spanish Journal of BIM*. Badajoz, España.

Coloma, E. (Octubre de 2008). *INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA BIM* (Primera ed.). Barcelona, Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/12226/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Tecnolog%C3%ADa%20BIM.pdf>

Computer Integrates Construction Research Program. (15 de Junio de 2010). BIM Project Execution Planning Guide Version - 2.0. The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA.: BuildingSMART.

CONAMER. (s/f). *Análisis y acciones de simplificación*. (S. d. Economía, Ed.) Querétaro: Justicia Cotidiana en Mejora Regulatoria. Obtenido de <https://conamer.gob.mx/JusticiaCotidiana/anexos/235.pdf>

Construction Industry Council. (2013). *Building Information Model (BIM) Protocol* (Primera ed.). Londres, Great Britain: Beale and Company on behalf of the CIC and the BIM Task Group. Obtenido de www.cic.org.uk

D. Greenwood, S. L. (2010). Automated compliance checking using building information models. *The Construction*,. Cobra.

Darco de AUTODESK. (s.f.). *Que es BIM*. Recuperado el 1 de Julio de 2019, de Darco de AUTODESK: <https://www.darco.com.mx/bim/?gclid=Cj0KCQjw6cHoBRDdARIsADiTTzYDh>

cNTIMEZEExT6G5ot25SSyiaoRSNiKSIL8ArP0t-
AvZ7kq84hl3YaAk02EALw_wcB

Departamento de permisos y licencias para la construcción. (Enero de 2019).
COSTOS PARA TRÁMITES DE LICENCIAS Y PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN ENERO 2019. Obtenido de ZACATECAS Patrimonio Mundial:
<https://municipio.capitaldezacatecas.gob.mx/wp-content/uploads/2019/01/Costo-Tramite-Construccion.pdf>

Designing Buildings Wiki. (2019). *Employer's information requirements EIR*. Recuperado el 2019 de Julio de 2019, de Designing Buildings:
https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Employer%27s_information_requirements_EIR

Dimyadi, J. A. (s/f). Automated Building Code Compliance Checking.

Ding, L. e. (2004). Automated code checking. *CRC CI International Conference 2004*.

Durán, M. (6 de Marzo de 2017). *EL FUTURO DE BIM EN MÉXICO*. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de TONDER MX: <https://www.tonder.mx/futuro-bim-mexico/>

Eastman, C. (2008). BIM handbook a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors,. *John Wiley and Sons Ltd*. New Jersey, Estados Unidos de América.

Editeca. (22 de Febrero de 2018). *El BIM en Latinoamérica*. Recuperado el 2 de Julio de 2019, de Editeca: <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>

Editeca. (22 de Febrero de 2018). *El BIM en Latinoamérica*. Recuperado el 2 de Julio de 2019, de Editeca: <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>

EDITORIA PERÚ. (8 de Diciembre de 2018). APRUEBAN EL REGLAMENTO DEL DECRETO LEGISLATIVO N° 1252, DECRETO LEGISLATIVO QUE CREA EL SISTEMA NACIONAL DE PROGRAMACIÓN MULTIANUAL Y GESTIÓN DE INVERSIONES. *Diario Oficial del Bicentenario El Peruano*. Perú: EDITORA PERU.

EDITORA PERÚ. (9 de Diciembre de 2018). BOLETÍN OFICIAL. *Diario Oficial del Bicentenario El Peruano*, 1-8. Perú: EDITORA PERU.

EDITORA PERU. (16 de Septiembre de 2018). Decreto Legal N°1444. *Diario Oficial del Bicentenario El Peruano*.

EDITORA PERÚ. (16 de Septiembre de 2018). Decreto Legislativo N° 1444. *Diario Oficial del Bicentenario El Peruano*, 83-94. Perú: Editora Peru.

EDITORA PERU. (14 de Agosto de 2019). Gobierno mejorará gestión de costos y plazos en proyectos. *Diario Oficial del Bicentenario El Peruano*. Perú: EDITORA PERU.

EDITORA PERÚ. (28 de Julio de 2019). Plan Nacional de Competitividad y Productividad. *Diario Oficial del Bicentenario El Peruano*, 1-52. Perú: EDITORA PERU.

Equipo BIMnD. (26 de Febrero de 2019). BIMx: La Herramienta definitiva para Arquitectura. Obtenido de <https://www.bimnd.es/bimx-la-herramienta-definitiva-para-arquitectura/>

Equipo BIMnD. (19 de Marzo de 2019). *Las 7 dimensiones BIM*. Recuperado el 2 de Julio de 2019, de BIMnD: <https://www.bimnd.es/7dimensionesbim/>

Equipo BIMnD. (19 de Marzo de 2019). *Las 7 dimensiones BIM*. Recuperado el 2 de Julio de 2019, de BIMnD: <https://www.bimnd.es/7dimensionesbim/>

Equipo Comunicación. (11 de Agosto de 2015). *LOD. Level of Development: Nivel de desarrollo*. Obtenido de EADIC: <https://www.eadic.com/lod-level-development-nivel-de-desarrollo/>

Equipo noticias. (2 de Abril de 2018). *BIM en Latinoamérica*. Recuperado el 3 de Julio de 2019, de Gestor Energético: <https://www.gestor-energetico.com/bim-en-latinoamerica/>

Ferrer, M. (2001). *arquitectura.com*. Obtenido de La Historia de la Historia de AutoCAD: http://www.arquitectura.com/cad/artic/historia_autocad.asp

FIC Fundación de la Industria de la Construcción. (13 de 02 de 2017). Encuesta BIM. *Encuesta BIM*, 22. México. Obtenido de https://issuu.com/lidiamr0/docs/resultados_encuesta_bim

Fong, C. (14 de Marzo de 2017). *¿Está México listo para la nueva era de información en la construcción?* Recuperado el 25 de Julio de 2019, de archiRED: <https://www.archired.com.mx/arq/arquitectura/mandato-bim-esta-mexico-listo-la-nueva-era-informacion-en-la-construccion/>

Franco, J. T. (2018). *¿Qué es BIM y por qué parece ser fundamental en el diseño arquitectónico actual?* Recuperado el 1 de Junio de 2019, de ArchDaily: <https://www.archdaily.mx/mx/887546/que-es-bim-y-por-que-es-fundamental-en-el-diseno-arquitectonico-actual>

Fundamentos del KBE. (s.f). Aplicación al diseño de engranajes de ejes paralelos con Catia v5. *Sistemas de CAD/CAM*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4483/fichero/2.+Sistemas+de+CAD-CAM.pdf>

González, A. (22 de Febrero de 2018). Estado actual del BIM en Latinoamérica. (Editeca, Entrevistador) Colombia.

GRAPHISOFT A NEMETSCHEK COMPANY. (s.f.). *Acerca de BIM*. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de GRAPHISOFT A NEMETSCHEK COMPANY: https://www.graphisoft.lat/archicad/open_bim/about_bim/

Greenwood, D. e. (2 y 3 de Septiembre de 2010). Automated compliance checking using building information models. *In The Construction, Building and Real Estate Research Conference of the Royal Institution of Chartered Surveyors*. Paris, Francia.

Guzmán, J. (22 de Febrero de 2018). El BIM en Latinoamérica. (Editeca, Entrevistador) Chile.

Hjelseth, E. &. (2010). Exploring semantic based model checking. *Proceedings of the 2010 27th CIB W78 International Conference*.

Hjelseth, E. (10-12 de Julio de 2009). Exchange of relevant information in BIM-objects defined by the Life cycle Information Model (LIM). *CIB-IDS*. Espoo, Finland.

Hjelseth, E. (1-3 de Octubre de 2009). Foundation for development of computable rules. *CIB-W78 conference*. Istanbul.

Hjelseth, E. (2009). Introduction to the International Framework for Dictionaries (IFD) The BIM, Building Information Modelling. *ournal of buildingSMART Korea*, 38-43. Corea. Obtenido de www.buildingsmart.or.kr

Hjelseth, E. (11 de Mayo de 2010). RFID for improved logistics in the construction industry. *RFID and the Internet of Things - Are you ready?* Oslo. Obtenido de http://www.rfid-rnet.com/Presentations_11_May_2010/E_Hjelseth_Standard_Norge_Workshop_loT_Oslo_11_May_2010.pdf

Ibañez, S. (13 de Abril de 2016). *BIM EN EL MUNDO*. Obtenido de MSI BIM Barcelona: <https://www.bimbarcelona.com/bim-en-el-mundo/>

INCONET. (2017). Primera encuesta BIM Latinoamericana Resultados 2017. *Encuesta BIM Forum Latam*. Santiago, Chile: Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT. Obtenido de https://bimforum.cl/wp-content/uploads/2017/08/INCONNECT_Resultados_Publicos_Encuesta_BIM_Forum_Latam_2017.pdf

INCONET: Corporación de Desarrollo Tecnológico. (2017). Primera Encuesta BIM Latinoamericana, RESULTADOS 2017. *Encuesta BIM Forum Latam FIIC*, 28. Marchant Pereira 221 Of. 11, Providencia, Santiago, Chile. Obtenido de https://bimforum.cl/wp-content/uploads/2017/08/INCONNECT_Resultados_Publicos_Encuesta_BIM_Forum_Latam_2017.pdf

Instituto Tecnológico del Cantábrico. (s.f.). *Qué es el BIM, obligatorio en Europa, implantación en España, y competitividad*. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de ITC: <https://itcformacionyconsultoria.com/bim-espana-europa/>

Jeong, J. y. (2010). Requirements for automated code checking for fire resistance and egress rule using BIM. *In ICCEMICCPM 2009*, 316-322.

Jimenez, P. (17 de Julio de 2014). «No es broma, la metodología BIM viene a sustituir a la forma de trabajar hasta ahora» Pilar Jimenez Abós. *Certificación pm*. (C. pm, Entrevistador) Recuperado el 1 de Julio de 2019, de <http://www.certificacionpm.com/no-es-broma-la-metodologia-bim-viene-a-sustituir/>

Kaizen. (s.f.). *¿Qué es el BIM?* Recuperado el 1 de Junio de 2019, de Kaizen: <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>

Kaizen. (2015). *¿Qué es el BIM?* Recuperado el 1 de Junio de 2019, de Kaizen: <https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>

Kajewski, K. M. (2013). Where is it at? Proceedings of the 19th International CIB World Building Congress. *Queensland University of Technology*.

Kerosuo, H. &. (2015). Challenges of the expansive use of Building Information Modeling (BIM) in construction projects. *Production*, 25(2), 289–297.

Khemlani, L. (2005). CORENET e-PlanCheck. *Singapore's Automated Code Checking System, AECbytes Building the Future*.

L. Ding, R. D. (2006). Automating code checking for building designs - DesignCheck, Cooperative Research Centre (CRC) for Construction Innovation Information and communication technologies - improving efficiencies.

L. Ding, R. D. (2006). Automating code checking for building designs - DesignCheck, Cooperative Research Centre (CRC) for Construction Innovation Information and communication technologies - improving efficiencies.

Lindberg, K. (2006). M.A.T.L, Development of a new ICT-system for registration and assessment of accessibility to public buildings,. *Property Management, Statsbygg, BAS Conference*.

Lipp, J. (25 de Agosto de 2015). *Checked Components View*. Obtenido de Solibri a Nemetscheker Company: <https://www.solibri.com/learn/checked-components-view>

Loyola, M. (Diciembre de 2008). La normalización del dibujo. *XII Congreso*. La Habana, Cuba.

Marc. (15 de Mayo de 2015). *Los contratos colaborativos (IPD)*. Recuperado el 2 de Julio de 2019, de Lean Bim Construction: <http://leanbimconstruction.com/los-contratos-colaborativos-ipd>

Martins, J. &. (2013). LicA: A BIM based automated code-checking application for water distribution systems. *Automation in Construction*, 29, 12-13.

Ministerio de Economía y Finanzas. (9 de Septiembre de 2019). *Plan BIM - PERÚ*. Obtenido de Ministerio de Economía y Finanzas: <https://www.mef.gob.pe/es/estrategia-bim-peru/plan-bim-peru>

Ministerio de Economía y Finanzas. (s.f.). *Esposición de Motivos Decreto Legislativo que modifica la ley N°30225*. Ministerio de Economía y Finanzas.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2019). *Resolución Directiral N° 053-2019-VIVIENDA-MVCS-DGPRCS*. Resolución Directiral, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Lima.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2019). *Resolución Ministerial N°242-2019-VIVIENDA*. Resolución Ministerial, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Lima.

Monroy, C. S. (7 de Abril de 2020). *Modelo Casa de Bambú - LOD 350*. Obtenido de Autodesk Galería en Línea: <https://gallery.autodesk.com/projects/148495/modelo-casa-de-bambu---lod-350>

Mostafa, M. (Febrero de 2017). Clash Detection With BIM Technology. *Fiverr*. Obtenido de <https://www.fiverr.com/mohamedmostafa0/create-clash-detection-report-for-your-revit-models>

Municipio de Querétaro. (s.f.). *Dirección de Desarrollo Urbano*. Recuperado el 5 de Julio de 2019, de Municipio de Querétaro: <https://www.municipiodequeretaro.gob.mx/direccion-de-desarrollo-urbano/>

Nañez, J. (19 de Mayo de 2020). Solicitud de licencias de construcción en Zacatecas, Zacatecas. (D. C. Ugarte, Entrevistador)

Noticias de Arquitectura. (2018). La vida antes del AutoCAD. *La vida antes del Autocad*. Obtenido de <https://noticias.arq.com.mx/Detalles/22758.html#.XsnENDPivcd>

Oussouboure, G. &. (2017). La asignación de recursos en la Gestión de Proyectos orientada a la metodología BIM. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 11(1), 1–11.

Piedra, A. (22 de Febrero de 2018). Estado actual del BIM en Latinoamérica. (Editeca, Entrevistador) Costa Rica.

Redaccion Arcus Global. (16 de Octubre de 2017). *EL USO DE BIM EN MÉXICO*. Recuperado el 21 de Julio de 2019, de Arcus Global: <https://www.arcus-global.com/wp/el-uso-de-bim-en-mexico/>

Redacción Gestión. (14 de Agosto de 2019). *MEF: modelo de gestión de Lima 2019 se extenderá a proyectos de inversión pública*. Obtenido de <https://gestion.pe/tendencias/juegos-panamericanos-santiago-2023-preve-invertir-us-400-millones-un-tercio-de-lo-que-costaron-los-de-lima-2019-noticia/>

Rincón, I. (22 de Febrero de 2018). Estado actual del BIM en Latinoamérica. (Editeca, Entrevistador) Panamá.

Rogers, W. (2012). BIM Implementation Strategies. *In Building information modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers*, 27-55. Wiley.

RTR Ingeniería y construcción. (s.f.). *BIMCOLLAB*. Obtenido de BRTR Ingeniería y construcción: <https://www.rtric.com/bimcollab/>

Sánchez, B. (10 de Septiembre de 2016). *Dibujo Asistido por Computadora- Línea del Tiempo*. Recuperado el 3 de Julio de 2019, de Prezi: <https://prezi.com/-bki9xf6aadcdibujo-asistido-por-computadora-linea-del-tiempo/>

Sánchez, J. G. (13 de Septiembre de 2016). *EL FUTURO DE BIM EN LATINOAMÉRICA*. Recuperado el 3 de Julio de 2019, de aCADemia: <https://blog.acaddemia.com/el-futuro-de-bim-en-latinoamerica>

Santacruz, H. (22 de Febrero de 2018). Estado actual del BIM en Latinoamérica. (Editeca, Entrevistador) Ecuador.

Santamaria, L. (2017). *Cómo escribir un EIR: Employer Information Requirements*. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de Especialista 3D: <http://especialista3d.com/como-escribir-un-eir-employer-information-requirements/>

Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas. (2017). *Quiénes Somos*. Recuperado el 1 de Junio de 2019, de Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas: <https://gobqro.gob.mx/sduop/index.php/quienes-somos/>

Secretaría de Economía. (7 de Junio de 2018). *CONSTRUBIM: Uno de los pioneros de BIM en México*. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de Blog del Emprendedor: <https://www.inadem.gob.mx/construbim-uno-de-los-pioneros-de-bim-en-mexico/>

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (20 de Septiembre de 2018). *Experiencias Internacionales*. Obtenido de Estrategia para la implementación del Modelado de Información de la Construcción (MIC): <https://www.gob.mx/shcp/acciones-y-programas/experiencias-internacionales-172885?state=published>

Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (Marzo de 2019). Estrategia para la implementación del modelado de información de la construcción (MIC) en México. Ciudad de México, México. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/473961/Plan_estrategico_MIC.PDF

Serrano, Ó. (1 de Diciembre de 2019). BIM será obligatorio. *Obras*. (A. Acosta, Entrevistador)

Seys. (1 de Marzo de 2018). *¿Qué es BIM y cuál es la historia del Building Information Modelling?* Recuperado el 2 de Julio de 2019, de Seys: <https://seystic.com/bim-la-historia-del-building-information-modelling/>

Seys. (1 de Marzo de 2018). *¿Qué es BIM y cuál es la historia del Building Information Modelling?* Recuperado el 2 de Julio de 2019, de Seys: <https://seystic.com/bim-la-historia-del-building-information-modelling/>

Shih, S. (24 de Julio de 2020). Assessment of the Building Code of Australia to inform the development of BIM-enabled code checking systems. *newcastle*. Obtenido de

https://nova.newcastle.edu.au/vital/access/manager/Repository/uon:15195?view=null&f0=sm_identifier%3A%22uon%3A15195%22&sort=null

Skallerud, M. S. (31 de Enero de 2014). status survey of solutions and issues relevant to the development of ByggNett. *Direktoratet for byggkvalite*. Obtenido de https://dibk.no/globalassets/byggnett/byggnett_rapporter/byggnett-status-survey.pdf

Solar, S. d. (2019). Participación en Forum Económico Peruano. *Gobierno iniciará elaboración del Plan BIM para el desarrollo de proyectos de inversión pública*. Peru. Obtenido de <https://www.economiahoy.mx/economia-eAmperu/noticias/10076014/09/19/Gobierno-iniciara-elaboracion-del-Plan-BIM-para-el-desarrollo-de-proyectos-de-inversion-publica.html>

SOLIBRI Model CheckerTM,. (Abril de 2018). Getting Started with Solibri Model CheckerTM 2018. *SOLIBRI A Nemetschek Company*. Obtenido de <https://solibri-assets.s3.amazonaws.com/old-site/2018/04/Getting-Started-9.8.pdf>

Solihin, W., Shaikh, N., Rong, X., & Poh, K. (15 de Agosto de 2015). *BEYOND INTEROPERATIBILITY OF BUILDING MODEL: A CASE FOR CODE COMPLIANCE CHECKING*. Obtenido de Research Gate.

The British Standards Institution. (12 de Marzo de 2013). Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. *PAS 1192-2:2013*. Reino Unido.

U.S.G.S.A. GSA. (2007). The National 3D-4D-BIM Program Office of the Chief Architect, Public Buildings Service, U.S. *BIM Guide For Spatial Program Validation*. General Services Administration.

UK BIM TASK GROUP. (2014). *BIM Faqs*. Obtenido de BIM task groups: <http://www.bimtaskgroup.org/bim-faqs/>

Universia México. (21 de Agosto de 2018). *¿Qué es la Metodología BIM y por qué debería especializarme?* Recuperado el 2 de Julio de 2019, de Universia México:

<https://noticias.universia.net.mx/educacion/noticia/2018/08/21/1161214/metodologia-bim-deberia-especializarme.html>

Wikipedia. (2018). *Historia del diseño asistido por computadora*. Recuperado el 29 de Junio de 2019, de Wikipedia:
https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_dise%C3%B1o_asistido_por_computadora

Wordpress Team. (1 de Febrero de 2010). *Diseño Asistido Por Computadora (CAD)*. Recuperado el 30 de Junio de 2019, de Wordpress Team:
<https://le0el.wordpress.com/2010/02/01/disenio-asistido-por-computadora-cad/>

Yang, Q. &. (2001). Representation and execution of building codes for automated code checking. *In Proceedings of CAAD Futures*, 315-329.

Zapata, P. (27 de Enero de 2017). GRAPHISOFT Latinoamérica. *Conceptos Fundamentales de ARCHICAD*. Obtenido de
<http://blog.graphisoft.lat/conceptos-fundamentales-de-archicad/#:~:text=ARCHICAD%20es%20desarrollado%20por%20la,Paks%2C%20en%20una%20herramienta%20que>

Zigurat Global Institute of Technology. (3 de Julio de 2018). *¿Qué es un BIM Execution Plan (BEP) y cuándo se utiliza?* Recuperado el 25 de Julio de 2019, de Zigurat:
<https://www.e-zigurat.com/blog/es/bim-execution-plan-bep-cuando-se-utiliza/#>

ZOSO. (s.f). Timetoast. *Origen y desarrollo del diseño por computadora*. Obtenido de
<https://www.timetoast.com/timelines/origen-y-desarrollo-del-diseno-por-computadora>

XIII. ANEXOS

ANEXO A: Obtén la Licencia de Construcción para Obra Nueva

18/6/2020

Tramites Municipio de Querétaro
Obtén la Licencia de Construcción para Obra Nueva

(Solicitud de Licencia de Construcción para Obra Nueva)

Descripción:

MODALIDAD DE OBRA NUEVA: Construcción (hasta 40% de avance) La Licencia de Construcción es el documento expedido por la Dirección, por medio del cual se autoriza a los propietarios y las propietarias para construir, ampliar, modificar, reparar o demoler una edificación o instalación en sus predios, debiendo obtenerla todos los propietarios y las propietarias particulares, así como las entidades públicas o privadas que se encuentren dentro del territorio municipal. Así mismo, para las edificaciones a ejecutarse mayores a 500 m2 de construcción con uso distinto del habitacional y/o aquellos casos previstos en el Art. 8 Reglamento de Construcción para el Municipio de Querétaro, se emitirá de forma conjunta el dictamen previo de obra, emitido por la Unidad Municipal de Protección Civil.

Código:	TR-170100-009
Revisión:	31
Fecha de creación:	20/DEC/2006
Última actualización:	03/APR/2020
Dependencia:	Secretaría de Desarrollo Sostenible
Dirección:	Dirección de Desarrollo Urbano
Clasificación:	Uso de Suelo, Construcción e Imagen Urbana
Tipo de trámite:	Municipal
Dirigido a:	Propietario/a de predios, constructores/as, fraccionadores/as o representante legal.
Vigencia del documento:	1 año
Documento o comprobante:	Se entrega información digital en formato PDF con firmas y sellos electrónicos, en disco compacto (CD)
En que casos se debe presentar el trámite:	Toda obra que se realice dentro de un predio particular

tramitesqro.gob.mx/cedula.php?id=TR-170100-009

1/6

Figura 152 Obtén la licencia de construcción para obra nueva - 01

Requisitos	Original	Copias
El trámite puede realizarse mediante expediente físico o digital En caso de ingresar el trámite mediante expediente físico, deberá presentar las copias de los documentos completamente legibles y de manera ordenada En caso de ingresar el trámite mediante expediente digital, deberá presentar los requisitos de documentación escaneados de forma legible, en un archivo individual para cada uno de ellos, en formato "pdf". (LOS REQUISITOS SON PARTICULARES AL PREDIO, SI ES EN SU CASO, VERIFICAR OBLIGATORIOS EN TRIPTICO)	No	0
Solicitud	Si	0
Protocolización Acta de Asamblea de Condóminos	No	1
Bitácora	Si	N/A
Director o Directora Responsable de Obra (D.R.O.)	No	N/A
Corresponsables (Seguridad Estructural, Diseño Urbano o Arquitectónico, Instalaciones)	No	N/A
Autorización de condominio	No	1
Autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia	No	1
Autorización de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes	No	1
Estudio de Impacto Ambiental	No	1
PROYECTO ESTRUCTURAL Planta de cimentación, Plantas de entresijos, Planta de azotea y especificaciones y detalles. incluir el pie de plano proporcionado por la D.D.U.	Si	1
PROYECTO DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA (deberá presentar el proyecto independiente al arquitectónico) Plantas, corte sanitario y isométrico de la instalación hidráulica con especificaciones. incluir el pie de plano proporcionado por la D.D.U.	Si	1
PROYECTO ARQUITECTÓNICO (2 JUEGOS AL PRESENTARLO IMPRESO).- Plantas arquitectónicas, plantas de conjunto, planta de azoteas, cortes (1 longitudinal y 1 transversal que incluyan la totalidad del predio), fachada principal (de contar con varios frentes deberá con una fachada por cada uno), fachada posterior y croquis de localización (con dimensiones legibles de acuerdo a las escrituras y nomenclatura de calles). incluir el pie de plano proporcionado por la D.D.U.	Si	2
Proyecto arquitectónico (en archivo .DWG o .DXF los cuales deberán contar con una versión similar o anterior al 2014). Proyecto estructural (en archivo .DWG o .DXF los cuales deberán contar con una versión similar o anterior al 2014). [Especificaciones estructurales, memoria de cálculo (en su caso)]. Proyecto de instalación hidrosanitaria: (en archivos DWG o DXF los cuales deberán contar con una versión similar o anterior al 2014).	Si	N/A

Información adicional:

NOTA CUANDO SE CUENTA CON DICTAMEN DE USO DE SUELO: Para predios con uso comercial y/o de servicios, industrial y/o plurifamiliar deberá dar cumplimiento a las condicionantes y requisitos del Dictamen de Uso de suelo previo a la solicitud de licencia de construcción el cual deberá de presentar evidencia. *Si se cuenta con los siguientes requisitos en la carpeta de la clave catastral, no serán requeridos los siguientes documentos: Escrituras (o constancia notarial con medidas y colindancias), Certificado de número oficial, alineamiento vigente, dictamen de uso de suelo, autorización de condominio y planos y licencia anterior autorizada. *Si se cuenta con un trámite anterior en el que se haya solicitado algún requisito y se encuentre vigente no se requerirá al ciudadano; Contrato o último recibo agua potable y servicio sanitario, Carta Poder notariada, Acta Constitutiva y Protocolización Acta de Asamblea de Condóminos).

Criterios de Resolución

tramitesqro.gob.mx/cedula.php?id=TR-170100-009

2/6

Figura 153 Obtén la licencia de construcción para obra nueva - 02.

Cuando existe construcción dentro del predio y se requiere realizar cualquiera de estas modalidades, deberá revisar si la obra existente cuenta con licencia de construcción y terminación de obra. Si cuenta solo con licencia de construcción, deberá solicitar la validación de la superficie autorizada en dicho trámite. Si cuenta con licencia de construcción y terminación de obra, anexar al expediente ambos trámites

¿Requiere inspección o verificación?

Sí

Objetivo de la inspección o verificación

Verificar el cumplimiento de la normatividad aplicable

Información que debe conservar el solicitante para fines de acreditación, inspección y verificación:

Los documentos o comprobantes emitidos como resolución del trámite.

Complemento Comentarios

El expediente que forme parte de la solicitud de Licencia de Construcción deberá cumplir con las condicionantes del Dictamen de Uso de Suelo.

De acuerdo a la fecha de vigencia, y para todos los casos, se considerará la emisión de la Constancia de Inicio de Obra, aplicando el Programa de Atención al Director Responsable de Obra para el Inicio Inmediato de la Construcción en el Municipio de Querétaro (Licencia Express).

Para tramitar la Licencia de Construcción, se otorgará un password al Director o a la Directora Responsable de Obra, que le permitirá dar continuidad a la gestión.

Con el fin de facilitar la interpretación en los planos (claridad y resolución uniforme), se propone la aplicación de las indicaciones para presentar los planos de los proyectos.

PARA ENTREGA DE LA LICENCIA EN DIGITAL SERÁ NECESARIO PRESENTAR UN CD EN BLANCO AL MOMENTO DE LA ENTREGA DE LA LICENCIA

NOTA: PARA EL TRÁMITE DE REGULARIZACIÓN DE OBRA CON TERMINACIÓN DE OBRA:
El formato dxf.*; será integrado en todos los trámites además del proyecto en dwg.

*Los planos anteriores se solicitarán únicamente si no se cuenta con antecedente electrónico (previos al 2011 o sellados en papel).

Figura 154 Obtén la licencia de construcción para obra nueva - 03.

Plazo con que cuenta la dependencia para prevenir al solicitante:

El trámite se da por iniciado en el momento en que son recibidos la totalidad de los requisitos solici

Plazo con el que cuenta el solicitante para cumplir con la prevención:

El trámite se da por iniciado en el momento en que son recibidos la totalidad de los requisitos solici

Pasos para Realizar Tramite Presencial:

Acude al centro de atención especificado. Preséntate en la Ventanilla de Atención. Entrega al encargad

Realiza este trámite en línea:

Comenzar trámite (<https://www.indicadoresmqro.gob.mx/sim/portalv2/trunk/public/index.php?url=tramites/iniciar/4/43>)

- Ingresa a la liga de la Ventanilla Digital desde la página de internet del Municipio.
- Date de alta como usuario siguiendo las indicaciones en pantalla.
- Ingresa tu trámite y anexa los documentos digitalizados que te sean solicitados en pantalla.
- Espera la resolución de tu trámite.

Horarios de Atención:

8:15 a 16:15 hrs. Horario de ingreso de trámite 8:00 a 14:00 hrs.

Costos:

VER DETALLE DE COSTOS EN ARCHIVOS ANEXOS

Formas de Pago aceptadas:

- Pago en Efectivo
- Pago con Tarjeta de Crédito
- Pago con Tarjeta de Débito

Figura 155 Obtén la licencia de construcción para obra nueva - 04.

Tiempo de Respuesta:

9 días hábiles

Opción de tiempo:

Tiempo de respuesta Maximo

Aplica afirmativa ficta:

No

Fundamento Jurídico

- Código Civil del Estado de Querétaro
- Código Urbano del Estado de Querétaro
- Ley de Procedimientos Administrativos del Estado de Querétaro
- Ley de Hacienda de los Municipios del Estado de Querétaro
- Código Municipal de Querétaro
- Planes y programas de Desarrollo Urbano
- Reglamento de Construcción para el Municipio de Querétaro

Y demás normatividad aplicable

Artículos concretos:

Reglamento de Construcción para el Municipio de Querétaro (Artículos 38 al 41, 42, 43 al 198, 206, 226 al 228, 255, 261 al 264, 269, 275 fr.II, 278 al 280, 287 al 301, 323, 355); Código Urbano del Estado de Querétaro (Artículos 419, 421, 423; Sección Cuarta)

Documentos

CARTA RESPONSIVA DRO (4)	Ver (http://200.79.74.177/cedulas/CARTA_RESPONSIVA DRO (4).pdf)	Descargar (http://200.79.74.177/cedulas/CARTA_RESPONSIVA DRO (4).pdf)
Detalle de Costos Lic Construccion	Ver (http://200.79.74.177/cedulas/Detalle de Costos Lic Construccion.pdf)	Descargar (http://200.79.74.177/cedulas/Detalle de Costos Lic Construccion.pdf)
PIE DE PLANO DDU	Ver (http://200.79.74.177/cedulas/PIE DE PLANO DDU.dwg)	Descargar (http://200.79.74.177/cedulas/PIE DE PLANO DDU.dwg)
Solicitud Licencia de Construccion V11	Ver (http://200.79.74.177/cedulas/Solicitud Licencia de Construccion V11.pdf)	Descargar (http://200.79.74.177/cedulas/Solicitud Licencia de Construccion V11.pdf)
TRIP_Licencia de Construccion v12	Ver (http://200.79.74.177/cedulas/TRIP_Licencia de Construccion v12.pdf)	Descargar (http://200.79.74.177/cedulas/TRIP_Licencia de Construccion v12.pdf)

Contacto

Bvd. Bernardo Quintana 10000
Col. Centro Sur, Santiago de Querétaro, Qro. C.P. 76090
Horario: Lunes a Viernes 8:00 a 19:00 hrs
Correo: Atención Ciudadana
Teléfono: 01(442) 238 77 00

tramitesqro.gob.mx/cedula.php?id=TR-170100-009

5/6

Figura 156 Obtén la licencia de construcción para obra nueva - 05.

Atención Ciudadana 070

En caso de que por parte de la dependencia responsable del trámite o servicio se haya incumplido con lo establecido en esta Cédula de Trámite, puedes acceder al mecanismo de Protesta Ciudadana.

Protesta Ciudadana (http://webservices.municipiodequeretaro.gob.mx/mejora_regulatoria/protesta_ciudadana.html)

* La información contenida en esta Cédula de Trámite, así como su actualización, es responsabilidad de la dependencia o entidad municipal que la emite.

Figura 157 Obtén la licencia de construcción para obra nueva - 06.

ANEXO B: Solicitud de licencia de construcción y trámites integrales de licencia de construcción.



Solicitud de Licencia de Construcción y Trámites Integrales de Licencia de Construcción
Secretaría de Desarrollo Sostenible
Dirección de Desarrollo Urbano

Fecha
Folio

Datos del/de la Propietario/a

Apellido Paterno	Apellido Materno Persona Física ó Representante Legal	Nombre(s)
Razón Social (en su caso)		
Domicilio: Calle	Número	Número Int.
Colonia o Fraccionamiento		
Delegación	Municipio	Estado
Teléfono	RFC o CURP	Correo Electrónico

De acuerdo a lo dispuesto por la fracción VI del artículo 3 de la Ley de Acceso a la Información Gubernamental del Estado de Querétaro, que establece que es información pública todo documento obtenido por los sujetos obligados previsto en la presente ley, en el ejercicio de sus funciones y que se encuentre en posesión y bajo su control, por lo tanto manifiesto que todo expediente, archivo y contenido que ingreso, podrá estar dispuesto para consulta pública a menos que marque lo contrario a continuación. Acepto No acepto

El/La que suscribe bajo protesta de decir verdad, manifiesto que los datos aquí proporcionados en ambas caras de esta solicitud, son verdaderos, en caso de incurrir en falsedad estoy consciente de las sanciones que en el ámbito civil, penal o del Reglamento de Construcción se puedan aplicar por la autoridad competente.

Firma del/de la Propietario/a y Copropietarios/a o Representante Legal, en su caso

Datos del Predio (croquis de localización al reverso)

Clave Catastral del Inmueble Superficie del Predio m²

Domicilio del Inmueble

Calle Número Número Int Colonia/ Fraccionamiento o Localidad

Manzana Lote Entre calles Delegación

Especificar trámites a realizar

Concepto	Trámite A	Trámite B	Trámite C	Trámite D
	Superficie m ²	Superficie m ²	Superficie m ²	Superficie m ²
1. Uso del Predio				
2. Tipo de Trámite				
3. Avance				
A. Del Sótano al Sótano				
B. Sótano-3				
C. Sótano-2				
D. Sótano-1				
E. Planta Baja				
F. 1er. Nivel				
G. 2do. Nivel				
H. 3er. Nivel				
I. 4to. Nivel				
J. 5to. Nivel				
K. 6to. Nivel				
L. 7o. Nivel				
M. 8o. Nivel				
N. 9o. Nivel				
N. 10o. Nivel				
O. Del Nivel al Nivel				
P. Áreas Despubiertas				
S. Mezzanine				
T. Volados				
U. Área Verde				
V. Estacionamiento Cubierto				
X. Estacionamiento				
Total de m ² de Construcción				
Total de m ² Demolición				
Alineamiento ml				
R. Bardeo ml				
Invasión en vía pública		Días		

1. Uso Predio	3. Avance
I. Habitacional unifamiliar	0% Limpieza
II. Comercial o servicios	10% Cimentación terminada
III. Industrial	20% Enrase de muros
	30% Losa de entrepiso
	40% Enrase de muros siguientes
	50% Losa de azotea
	70% Pretiles y rellenos en azoteas
	80% Acabados
	100% Solicitar regularización

2. Tipo de Trámite	
1. Obra nueva	15. Obras menores
2. Regularización	16. Cambio de proyecto
3. Ampliación	17. Permiso provisional
4. Modificación	18. Invasión en vía pública
5. Remodelación	19. Validación
6. Demolición	20. Integral 1: Licencia (regularización) Y Terminación de Obra
7. Muros de delimitación (bardeo)	
8. Alineamiento	
9. Acabados	
10. Revalidación	
11. Pintura de fachada	
12. Suspensión temporal de obra	
13. Cambio de propietario/a	
14. Cambio del/de la D.R.O.	

Uso exclusivo de Municipio

Firma Ingreso

Este formato sustituye a los anteriores a partir del 22 de Agosto de 2019 FM-170140-001-REV(11)

Figura 158 Solicitud de licencia de construcción y trámites integrales de licencia de construcción 01.

Croquis de localización

Reporte de Verificación

Referencias Generales

- Indicar usos de los predios vecinos
- Medidas del terreno
- Indicar el predio dentro de la manzana y colocar los nombres de las calles que circundan la misma

(Llenado interno, exclusivo de Municipio)

Director Responsable de Obra

De acuerdo a lo dispuesto en la fracción VIII del artículo 13 de la Ley Federal de Derechos de Autor, artículo 2 fracciones V y VI de la Ley de la propiedad Industrial, por lo que en este acto se encuentran sin autorización a ser utilizados de forma diferente mas que a los propósitos a los que suscribo a menos que marque lo contrario a continuación.

Acepto No acepto

El/La que suscribe bajo protesta de decir verdad, manifiesto que los datos aquí proporcionados en ambas caras de esta solicitud así como los archivos y documentos anexos, son verdaderos, en caso de incurrir en falsedad estoy consciente de las sanciones que en el ámbito civil, penal o del Reglamento de Construcción se puedan aplicar por la autoridad competente.

_____ A. Paterno _____ A. Materno _____ Nombre /s
 _____ Teléfono _____ Correo electrónico _____ Cédula Profesional _____ Firma del Director Responsable de Obra

Corresponsables

Como corresponsable suscribo bajo protesta de decir verdad, manifiesto que los datos, los archivos y documentos anexos de los que soy responsable, son verdaderos, en caso de incurrir en falsedad estoy consciente de las sanciones que en el ámbito civil, penal o del Reglamento de Construcción se puedan aplicar por la autoridad competente.

Corresponsables	Cédula Profesional	A. Paterno	A. Materno	Nombre /s	Firma
Estructural					
Arquitectura y Diseño Urbano					
Instalaciones Hidrosanitarias					
Instalaciones Eléctricas					
Otros					
Responsable de Construcción					

Datos Fiscales (solo en caso de requerir factura)

_____ Razón Social _____ RFC _____ Correo Electrónico _____
 _____ Calle _____ Número _____ No Interior _____ Colonia/Fraccionamiento _____ Ciudad _____ Estado _____

Datos del Gestor o solicitante (solo en caso de ser diferente al propietario/representante legal o Director Responsable de Obra)

_____ Apellido Paterno _____ Apellido Materno _____ Nombre(s) _____
 _____ Teléfono _____ Correo Electrónico _____ Firma _____

Con fundamento para la aplicación de este instrumento en el Código Municipal de Querétaro (artículos 73 fracciones VI, XVII, XXIII y XXIV; 190 a 192) y el Reglamento de Construcción para el Municipio de Querétaro (en su totalidad, y especialmente el artículo 3 fracciones IV y VII, así como los Títulos Cuarto, Capítulo I; y Quinto, Capítulos I, VI y VIII).

COSTOS:

El cobro del costo de la licencia se realiza conforme al ejercicio fiscal en curso de la Ley de Ingresos para el Municipio de Querétaro

FM-170140-001/A-REV(11)

Figura 159 Solicitud de licencia de construcción y trámites integrales de licencia de construcción 02.

ANEXO C: Carta responsiva.



CARTA RESPONSIVA

El/la que suscribe, en mi carácter de Director/a Responsable de Obra y como tal para el trámite de la obra ubicada en: _____, **manifiesto bajo protesta de decir verdad, lo siguiente:**

- Que mi registro como Director/a Responsable de Obra, con Cédula Profesional número _____ y mi calidad de asociado/a al Colegio de _____ con número de socio/a _____, no se encuentra suspendida, ni revocada de manera alguna.
- Que como Director/a Responsable de Obra (D.R.O.) conozco mis responsabilidades que adquiero con tal carácter, las cuales están establecidas por los artículos 289, 291 y 292 del Reglamento de Construcción del Municipio de Querétaro. Asimismo, manifiesto mi total compromiso de aplicar y hacer cumplir cabalmente en mis proyectos, construcciones y demás desarrollos inmobiliarios en los que participe como D.R.O, lo dispuesto por la normatividad vigente en materia de desarrollo urbano, como lo son el Código Urbano del Estado de Querétaro, Reglamento de Construcción del Municipio de Querétaro, Planes Parciales Delegacionales, Código Municipal, y cuanto ordenamiento resulte aplicable acorde a la naturaleza del proyecto que me encuentre avalando.
- De igual manera señalo, que en razón de la digitalización de los procesos de la Dirección de Desarrollo Urbano y de otras dependencias municipales, en los cuales se permite el ingreso de documentos digitalizados vía portal de internet para obtener licencias, dictámenes y autorizaciones en materia de desarrollo urbano; se me ha proporcionado una clave de acceso para realizar este tipo de trámites, por lo que me comprometo a hacer buen uso de la misma, y de la que procuraré resguardar su confidencialidad, a hacer del inmediato conocimiento de esta Dirección en caso de que detecte que de la misma, terceras personas pudieran estar haciendo uso indebido de ésta, en la inteligencia que de no hacerlo, se interpretará que los documentos exhibidos por este medio serán considerados de mi autoría.

Así mismo de las obligaciones y compromisos que adquiero y de las cuales me encuentro conciente en aceptarlas, señalando que en caso de incumplir con ellas, soy pleno/a conocedor/a de que la misma normatividad urbana señala diversas sanciones que pueden serme aplicables, las cuales se encuentran establecidas en los artículos **520, 521 y 522** del Código Urbano del Estado de Querétaro, **330, 331, 333, 334, 335, 336 y 337** del Reglamento de Construcción para el Municipio de Querétaro y **95** de la Ley de Procedimientos Administrativos del Estado de Querétaro, con independencia de las que pudieran ser aplicables tanto a mi cliente propietario/a del proyecto, como físicamente a la construcción y/o trabajos en los que participe, de igual forma estoy conciente y acepto que de acuerdo con los objetivos de eficiencia y eficacia de la Dirección de Desarrollo Urbano, esta podrá revisar específicamente el trámite ingresado junto con esta carta responsiva y podrá, en caso de que no haya cumplido con mis obligaciones, realizar las observaciones correspondientes y ejecutar las acciones a que haya lugar de acuerdo con la normatividad vigente.

Atentamente y bajo protesta de decir verdad

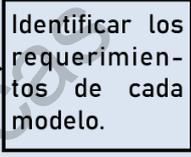
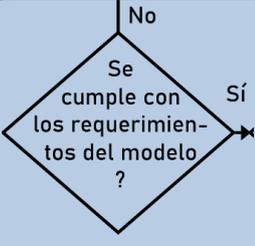
Nombre y Firma

Domicilio Particular: _____

Teléfono y correo electrónico: _____

ANEXO D: Simbología de Diagramas de Usos BIM.

Tabla 104 Simbología de diagramas de Usos BIM.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
Suceso	Un suceso, representado por una circunferencia, es un elemento que ocurre dentro de todo el proceso BIM, para delimitar el principio o el final del mismo.	
Actividad dentro del proceso	La actividad dentro del proceso es representada por un rectángulo, simboliza una actividad dentro del proceso BIM.	
Puerta	Una puerta es usada para controlar una toma de decisión o a la valoración de un cumplimiento dentro del proceso BIM.	
Flujo secuencial	Es el flujo natural que muestra el orden de las actividades dentro del proceso BIM.	
Flujo de Información	El flujo de información es la entrada de la documentación, ya sea referencia externa o intercambio de información,	
Campos	El campo es el espacio, separado por las líneas de división en el que se encuentran los documentos de referencia, el proceso del uso BIM y los intercambios de información que se llevarán a cabo.	
Líneas de División	La línea de división separa gráficamente los campos de referencias externas, del proceso del uso BIM y de los intercambios de información para categorizar los campos.	
Documentación	Es una representación de la información que es requerida o producida dentro del proceso. Esta documentación puede encontrarse dentro del campo de referencia y dentro del campo de intercambios de información.	

ANEXO E: Método de carga del rulerset

Dentro de la sección de CHECKING, para para cargar el rulerset personalizado se deberán seguir los siguientes pasos:

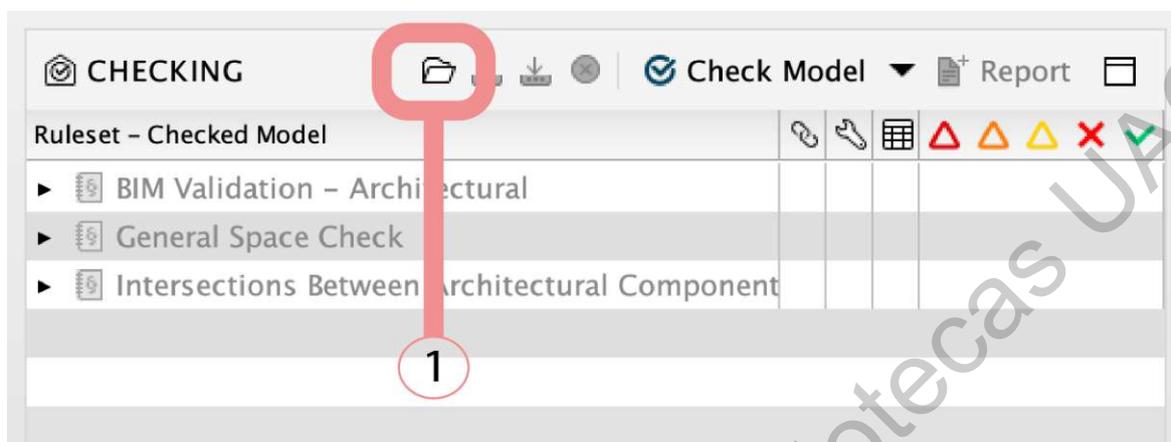


Figura 161 Tabla tipo árbol dentro de SOLIBRI.

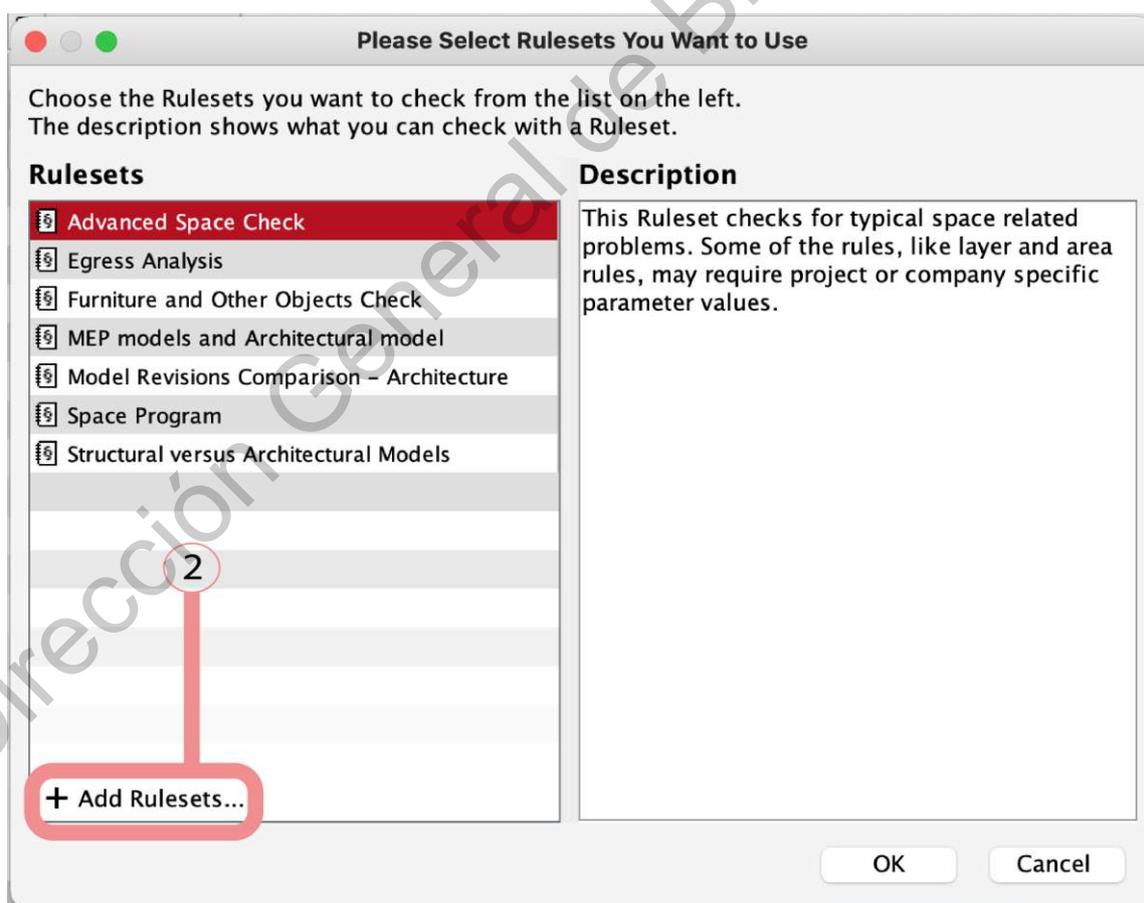


Figura 162 Menú para seleccionar los rulerset a usar.

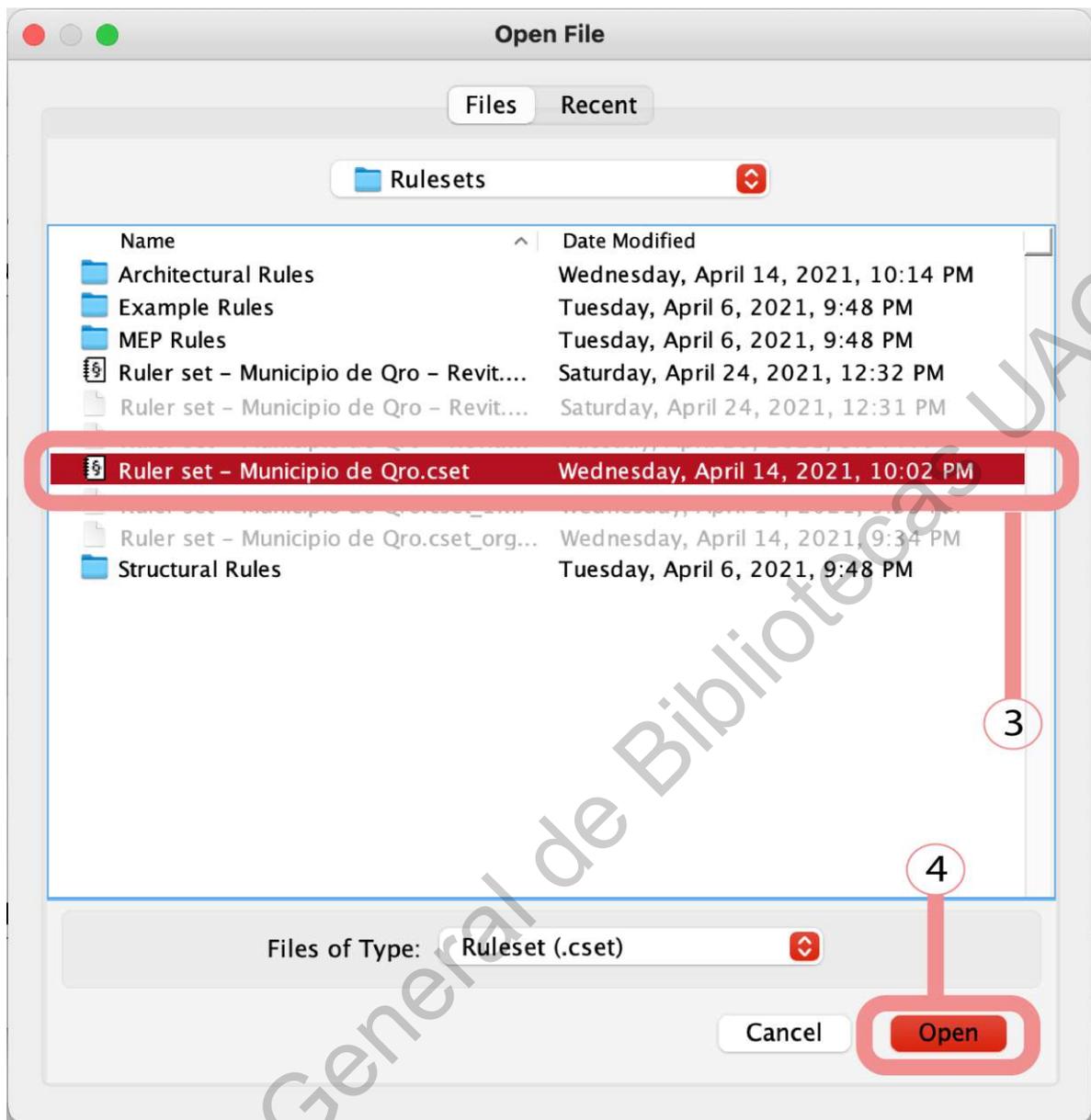


Figura 163 Menú de carga de archivos tipo .cset, perteneciente a los rulerset.

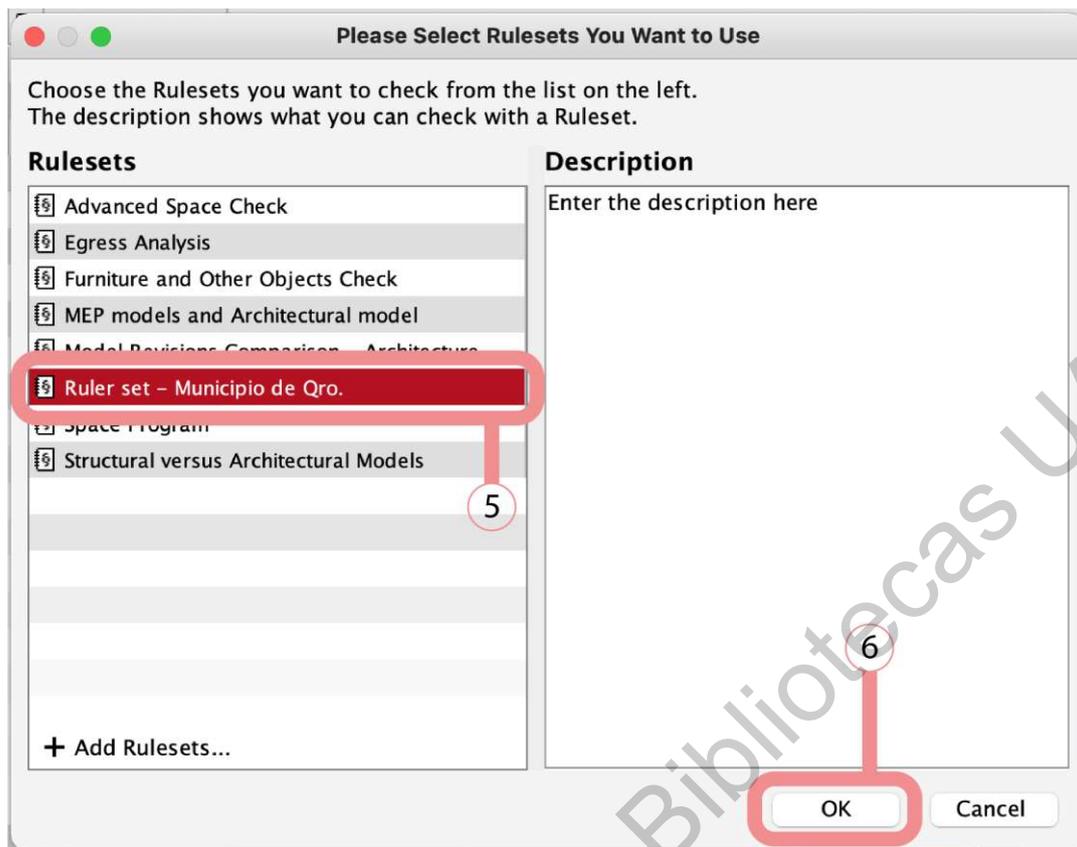


Figura 164 Menú para seleccionar los rulerset a usar.

Una vez realizado los pasos anteriores, se debe aceptar las configuraciones hechas y volver a realizar la validación.

ANEXO F: Desglose de rulerst

WORKSPACE		Support T...	...	🔗
Name				
▼ [§] Rulerst – Municipio de Qro.				
▼ [§] Requerimientos del proyecto arquitectónico				
§ Requisitos mínimos de ventilación.	SOL/19/...			🔗
§ Requerimientos mínimos de altura	SOL/220...			🔗
§ Requisitos mínimos para estacionamiento.	SOL/237...			🔗
§ Requisitos mínimos para escaleras	SOL/210...			🔗
§ Componentes requeridos	SOL/11/...			🔗
§ Requerimientos mínimos de servicios sanitarios.	SOL/235...			🔗
§ Dimensiones mínimas de puertas	SOL/230...			🔗
▼ [§] Requerimientos mínimos de habitabilidad y funcionamiento				
§ Los espacios deben tener un nombre	SOL/21/...			🔗
§ Revisión de áreas mínimas	SOL/132...			🔗
▼ [§] Coeficientes del suelo				
§ Coeficiente de ocupación del suelo	SOL/37/...			🔗
§ Coeficiente de utilización del suelo	SOL/36/...			🔗
▼ [§] Norma General de Intersección				
§ Intersección de puertas y ventanas con instalaciones	SOL/1/5.0			🔗
§ Intersección de estructura con instalaciones	SOL/1/5.0			🔗
§ Abatimiento libre de puertas	SOL/1/5.0			🔗
§ Intersección de puertas y ventanas con estructura	SOL/1/5.0			🔗

Figura 165 Desglose del rulerst propuesto, dentro del RSM.

ANEXO G: Solución a error en clasificación de áreas

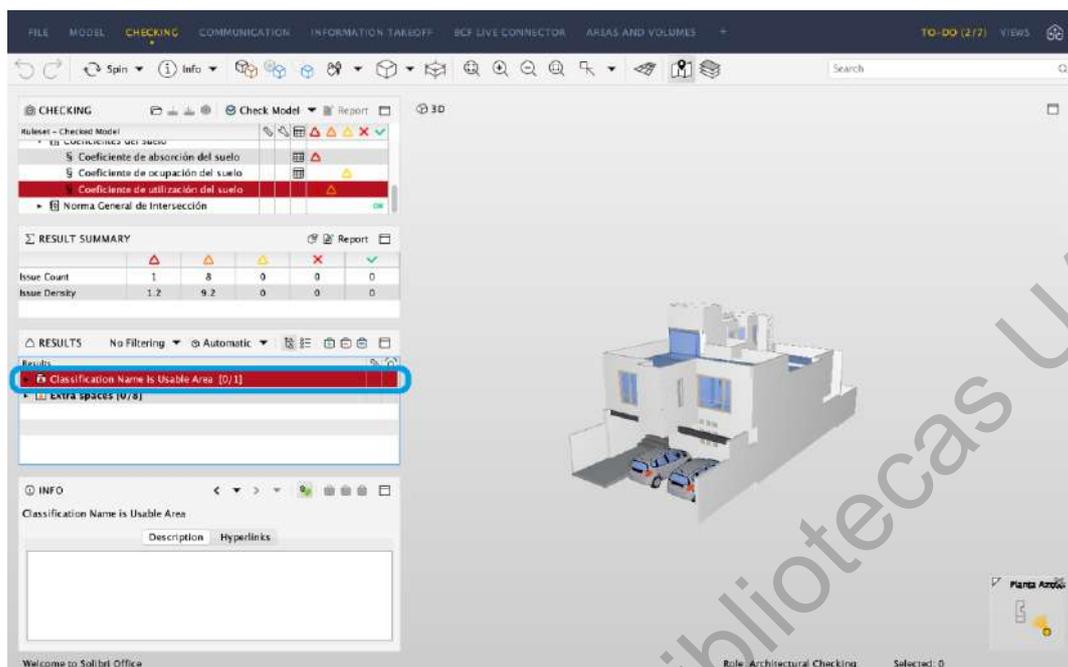


Figura 166 Pantalla de SOLIBRI, se muestra el error en la regla del COS.

Al ejecutar la validación del modelo, se puede presentar error en la norma de Coeficiente de ocupación del suelo. El error marcado en el rectángulo azul, se debe a la falta de clasificación de áreas y puede ser resuelto siguiendo los siguientes pasos.

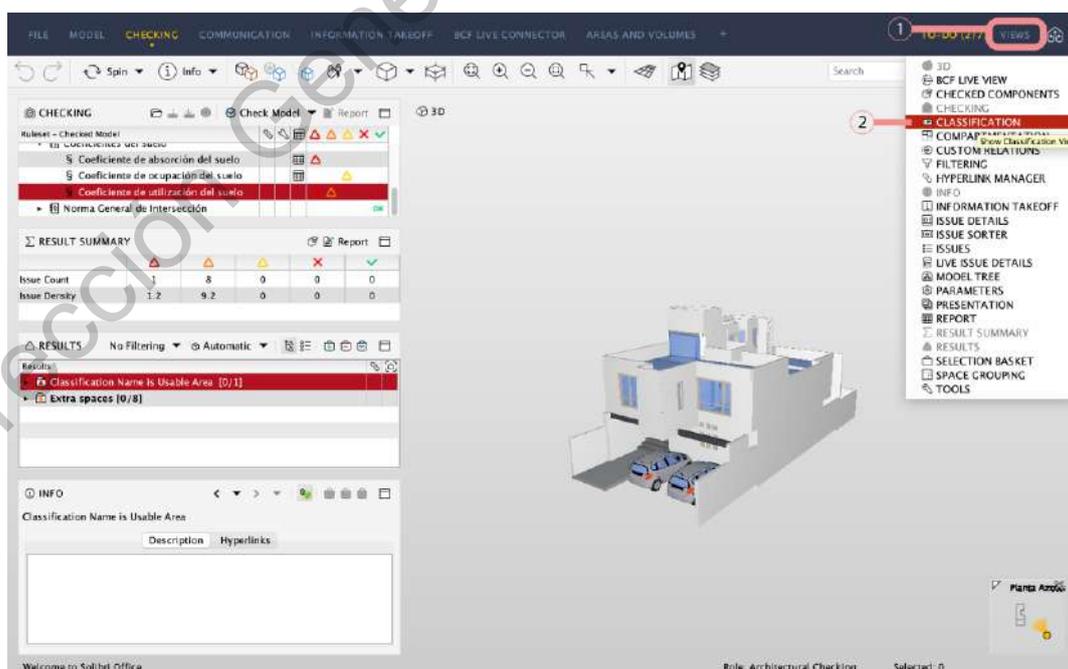


Figura 167 Pantalla de SOLIBRI, se muestra el desglose del menú "VIEW".

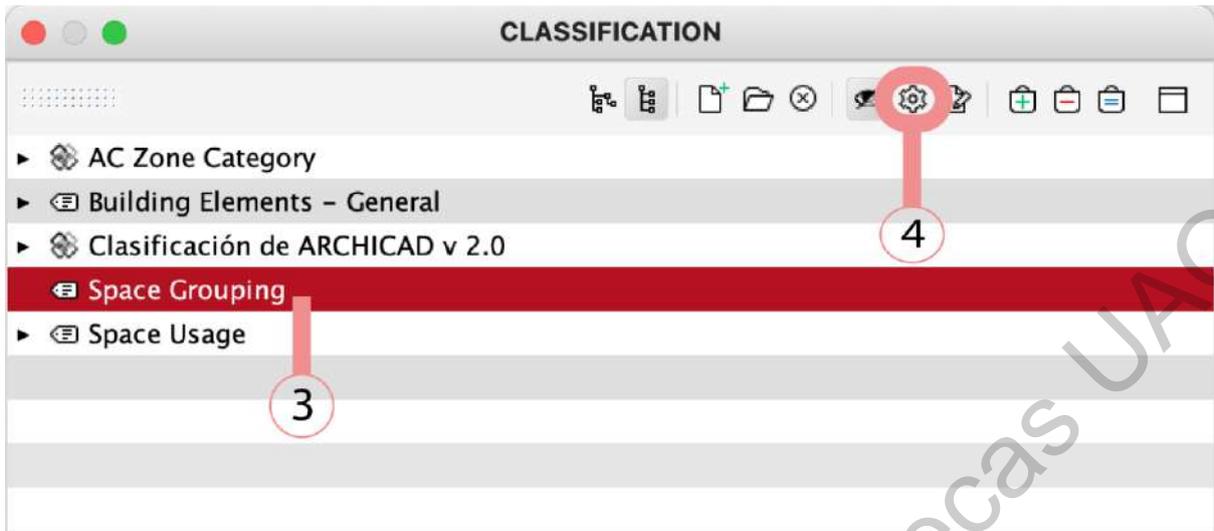


Figura 168 Menú CLASSIFICATION.

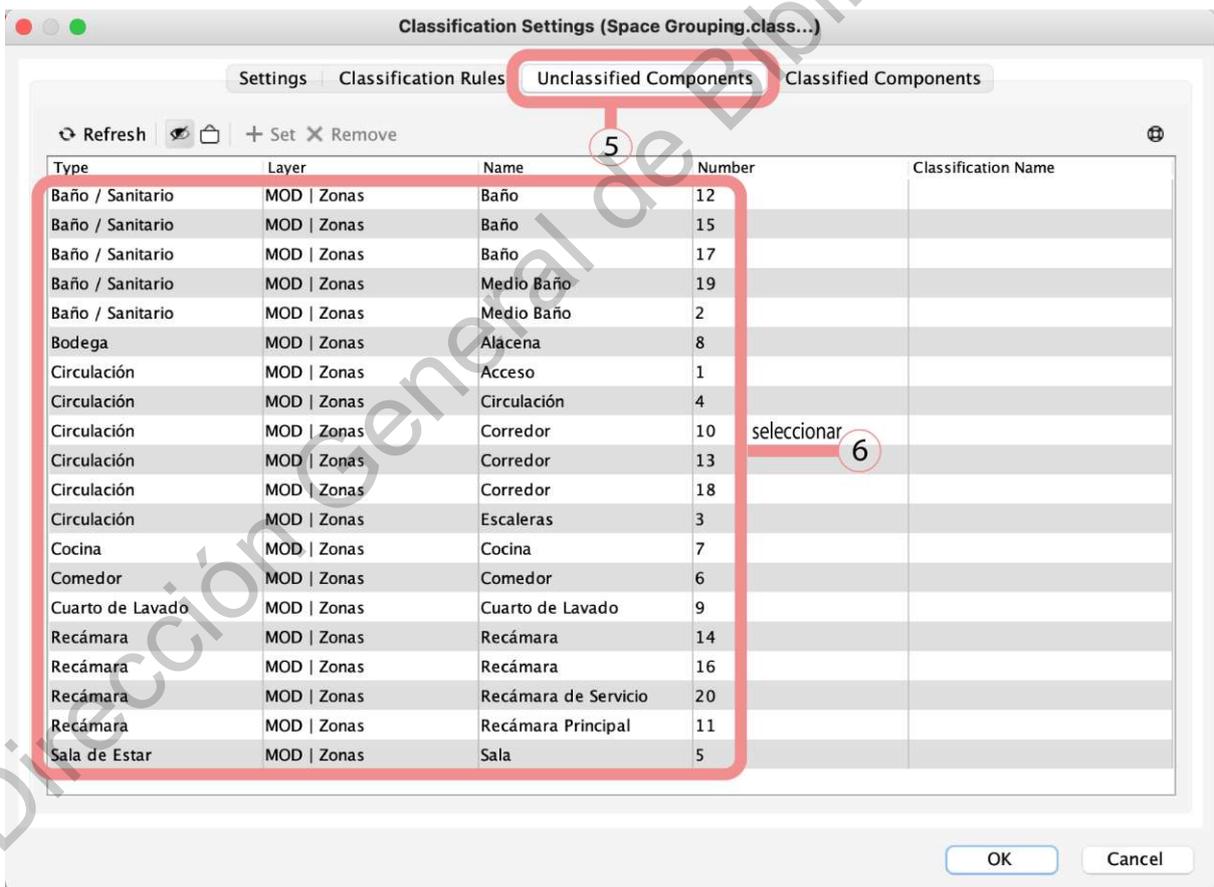


Figura 169 Menú CLASSIFICATION settings.

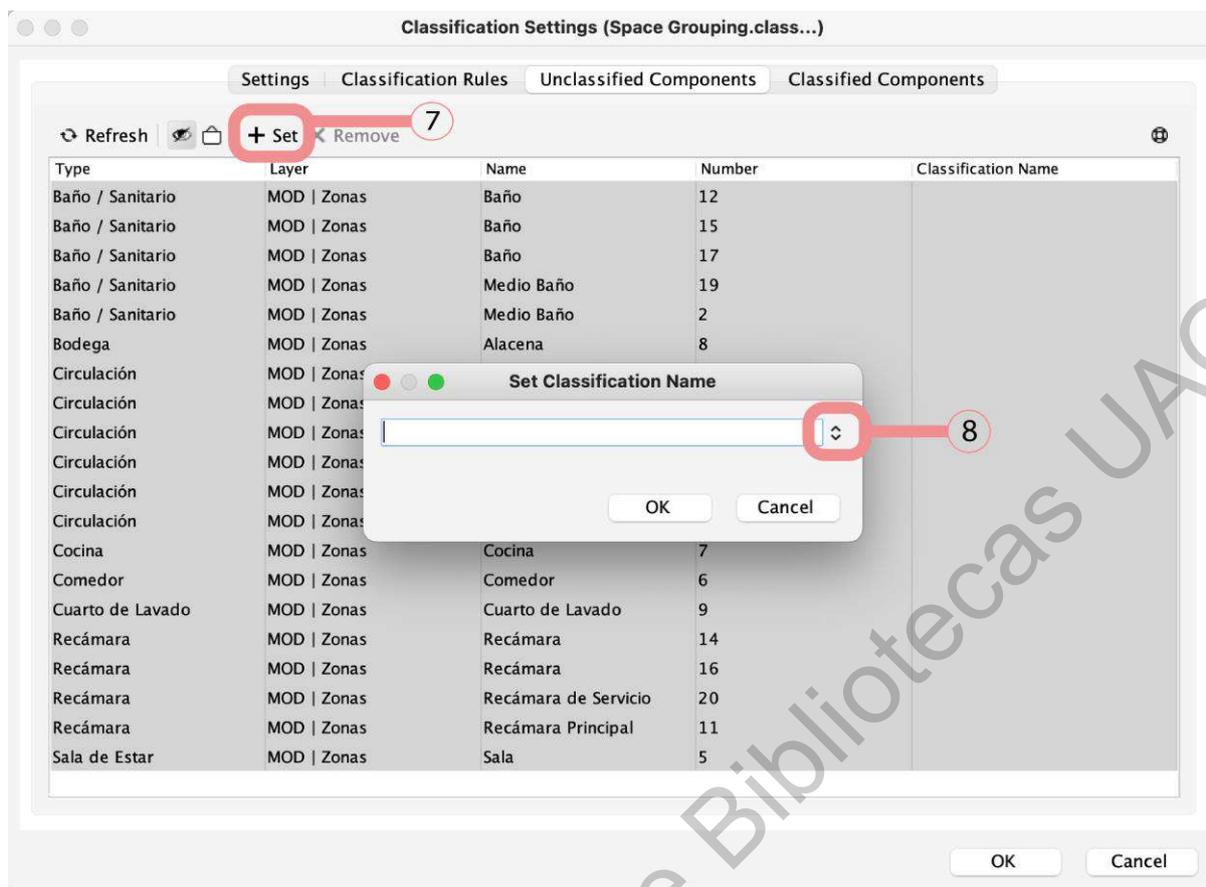


Figura 170 Menú CLASSIFICATION settings y menú para designación de clasificación.

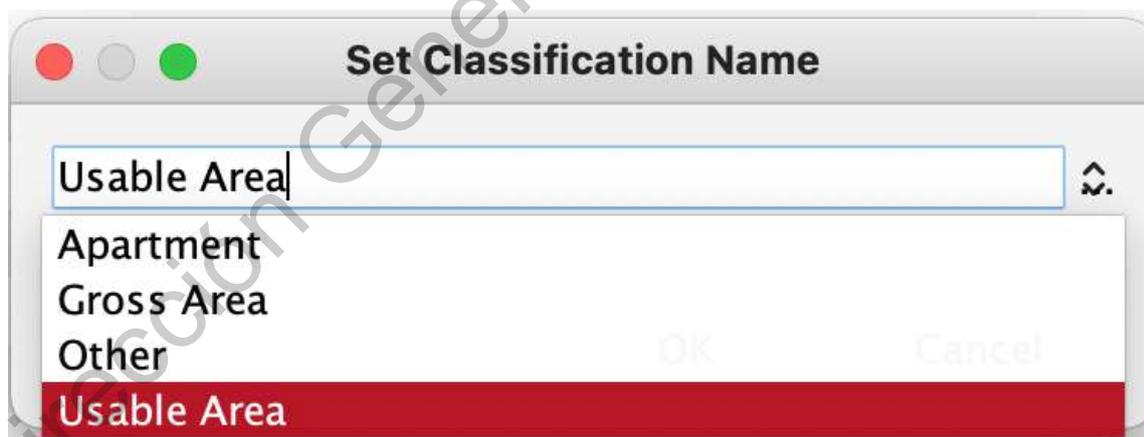


Figura 171 Menú para designación de clasificación.

Una vez realizado los pasos anteriores, se debe aceptar las configuraciones hechas y volver a realizar la validación.

ANEXO H: Simbología de tabla tipo árbol

Tabla 105 Simbología de Simbología de tabla tipo árbol

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
Problemas de baja gravedad	La categoría presenta problemas muy bajos para los parámetros de la norma sin embargo, no ha sido aprobada.	
Problemas críticos	La categoría presenta problemas serios para los parámetros de la norma, se recomienda ser los primeros a evaluar de forma manual.	
Problemas moderados	La categoría presenta problemas moderados para los parámetros establecidos en la norma.	
Aprobado	La regla ha sido aprobada de forma manual, por parte del revisor.	
Indefinido / Irrelevante	La regla ha sido evaluada de forma manual, pero no ha sido aprobada ni negada.	-
Rechazado	La regla ha evaluada y rechazada de forma manual.	
Error	La categoría evaluada presenta errores y/o rechazos, pero la norma en general ha sido aprobada.	
OK	La norma ha sido evaluada y aprobada, sin necesidad de una revisión detallada por parte del revisor.	

ANEXO I: Tabla tipo árbol resultados de proyecto 001

CHECKING		Check Model	Report
Ruleset - Checked Model			△ △ △ × ✓
▶	BIM Validation - Architectural		
▶	General Space Check		
▶	Intersections Between Architectural Component		
▼	Ruler set - Municipio de Qro.		
▼	Requerimientos del proyecto arquitectónico		
§	Requisitos mínimos de ventilación.		△
§	Requerimientos mínimos de altura		△
§	Requisitos mínimos para estacionamiento		—
§	Requisitos mínimos para escaleras		OK
§	Componentes requeridos	☰	△
§	Requerimientos mínimos de servicios sanitarios		OK
§	Dimensiones mínimas de puertas		OK
▼	Requerimientos mínimos de habitabilidad y confort		
§	Los espacios deben tener un nombre		OK
§	Revisión de áreas mínimas	☰	△
▼	Coefficientes del suelo		
§	Coefficiente de ocupación del suelo	☰	△
§	Coefficiente de utilización del suelo		△

Figura 172 Resultados del proyecto 001, tabla tipo árbol.

ANEXO J: Tabla tipo árbol resultados de proyecto 002

CHECKING		Check Model	Report
Ruleset - Checked Model			
▶	BIM Validation - Architectural		
▶	General Space Check		
▶	Intersections Between Architectural Component		
▼	Ruler set - Municipio de Qro - Revit.		
▼	Requerimientos del proyecto arquitectónico		
§	Requisitos mínimos de ventilación.		OK
§	Requerimientos mínimos de altura		Warning
§	Requisitos mínimos para estacionamiento		—
§	Requisitos mínimos para escaleras		OK
§	Componentes requeridos	Table	OK
§	Requerimientos mínimos de servicios san		OK
§	Dimensiones mínimas de puertas		OK
▼	Requerimientos mínimos de habitabilidad y		
§	Los espacios deben tener un nombre		OK
§	Revisión de áreas mínimas	Table	Warning
▼	Coeficientes del suelo		
§	Coeficiente de ocupación del suelo	Table	Warning
§	Coeficiente de utilización del suelo		Error

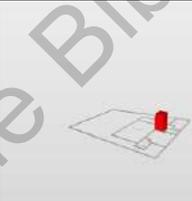
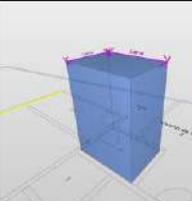
Figura 173 Resultados del proyecto 002, tabla tipo árbol.

ANEXO K: Reporte de proyecto 001

Tabla 106 Reporte de proyecto 001.

	Reporte LCOBIM000000001_001_JVH_H3_ARQ_PDM_ONH
---	---

Model Name	LCOBIM000000001_001_JVH_H3_ARQ_PDM_ONH Version: 9.12
Checker	jetor77714@ddwfp.com
Organization	UAQ
Date	April 19, 2021
LCOBIM000000001_001_JVH_H3_A	Date: 2021-01-09 17:32:49 Application: ARCHICAD IFC: IFC2X3

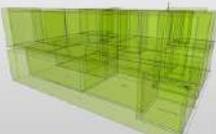
Presentation 2						
Number	Id	Location	Date	Title	Picture	Issue Description
1	3	Planta Baja Bar[4]	19-Apr-2021	Revisión manual		El espacio puede ser ventilado por otro espacio cumpliendo la norma Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 6 Requisitos mínimos de ventilación. Sección IV.
2	4	2. Piso Baño[11]	19-Apr-2021	Error de modelado		Es necesario cambiar la clasificación de uno de los elementos. Se incumple la norma Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 3 Requerimientos mínimos de habitabilidad y funcionamiento I Habitación
3	5	Planta Baja Baño[5]	19-Apr-2021	Incumplimiento de norma		El espacio genera un error con respecto a la norma del reglamento de construcción de estado. Título séptimo Normas técnicas

ANEXO L: Reporte de proyecto 002

Tabla 107 Reporte de proyecto 002.

	Reporte LCOBIM000000002_002_JVH_H3_ARQ_PDM_ONH_V01
---	---

Model Name	LCOBIM000000002_002_JVH_H3_ARQ_PDM_ONH_V01 Version: 9.12
Checker	jetor77714@ddwfp.com
Organization	UAQ
Date	April 20, 2021
LCOBIM000000002_002_JVH_H3_A	Date: 2021-01-07 16:50:03 Application: Autodesk Revit 2020 (ESP) IFC: IFC2X3

Presentation 1						
Number	Id	Location	Date	Title	Picture	Issue Description
1	1	Nivel Azotea SALA DE TV[8]	20-Apr-2021	Error de modelado		Es necesario cambiar la clasificación de uno de los elementos. Se incumple la norma Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 3 Requerimientos mínimos de habitabilidad y funcionamiento I Habitación
2	2	Nivel 2 SALA DE TV[8]	20-Apr-2021	Revisión manual		El espacio no figura dentro del reglamento de construcción del estado. Título séptimo Normas técnicas complementarias Sección 3 Requerimientos mínimos de habitabilidad y funcionamiento I Habitación Se considera como estancias con un área equivalente mínima de 7.30 m2
3	3	Nivel 2, Nivel 1 SALA[3], ACCESO[14], VOLADO[15], CUARTO DE LAVADO[4], BAÑO[5].	20-Apr-2021	Revisión manual		El área debe ser menor a la estipulada en la norma para ser aceptada.

ANEXO M: Planimetría de proyecto 001.

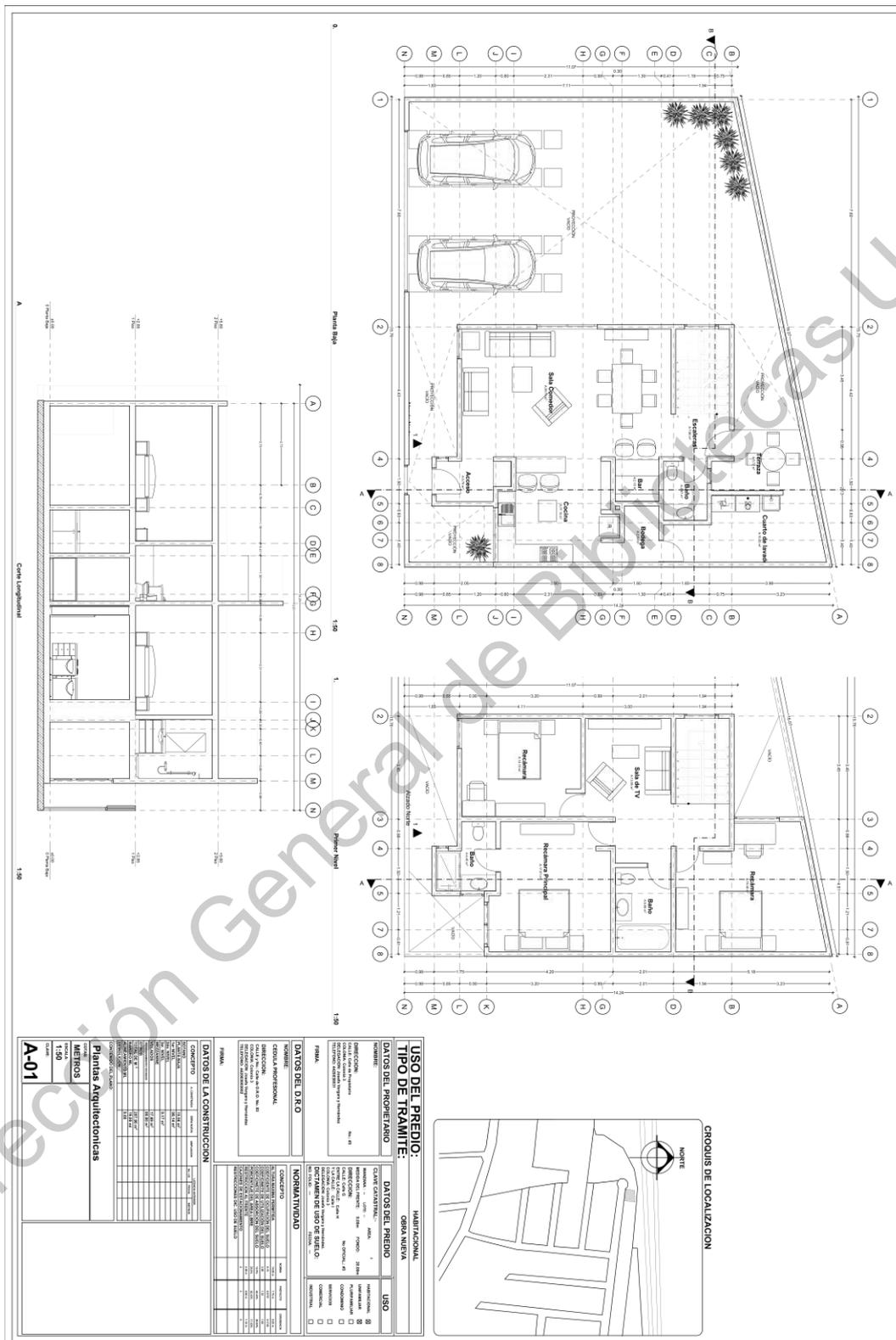


Figura 174 A-01 Proyecto 001

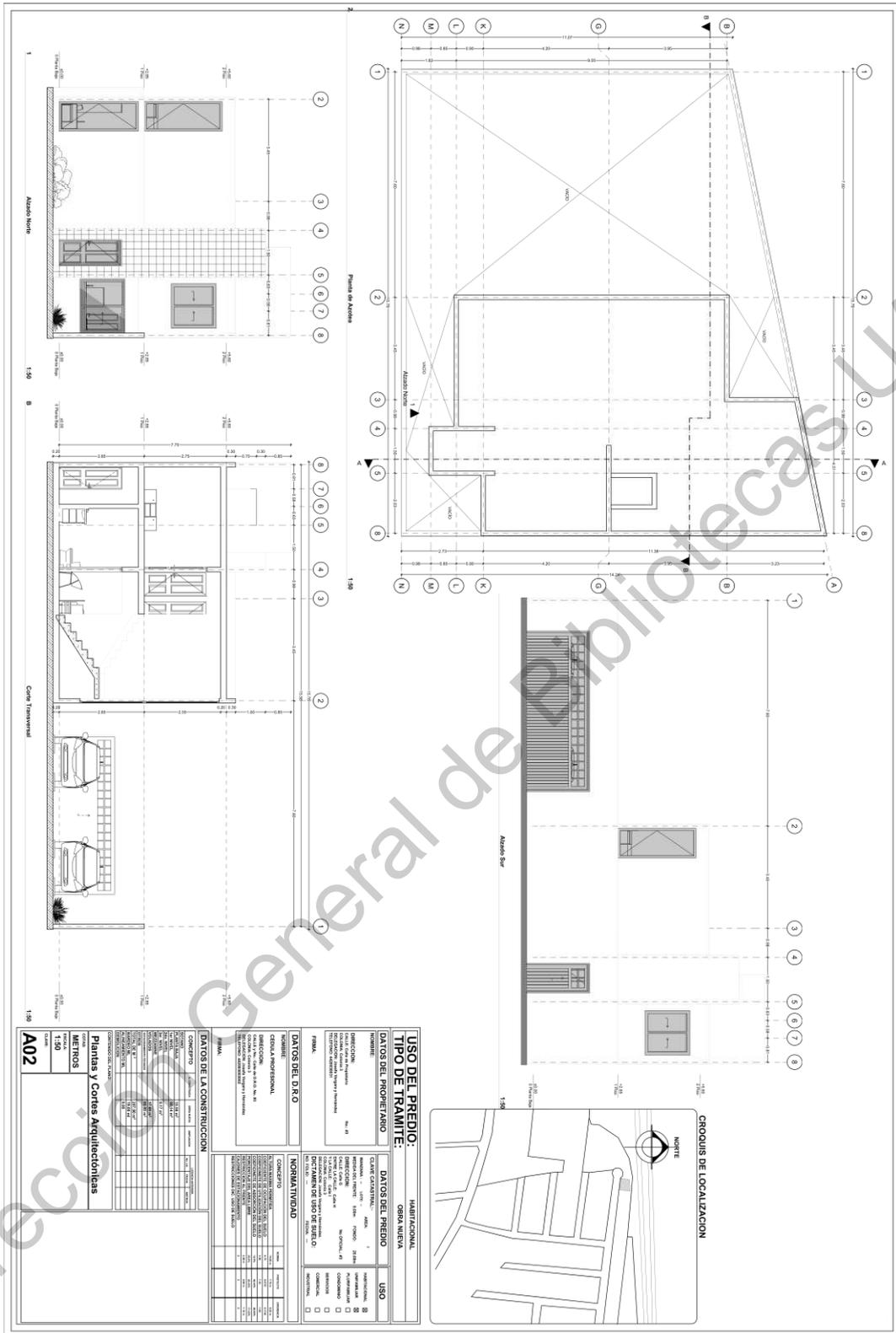


Figura 175 A-02 Proyecto 001

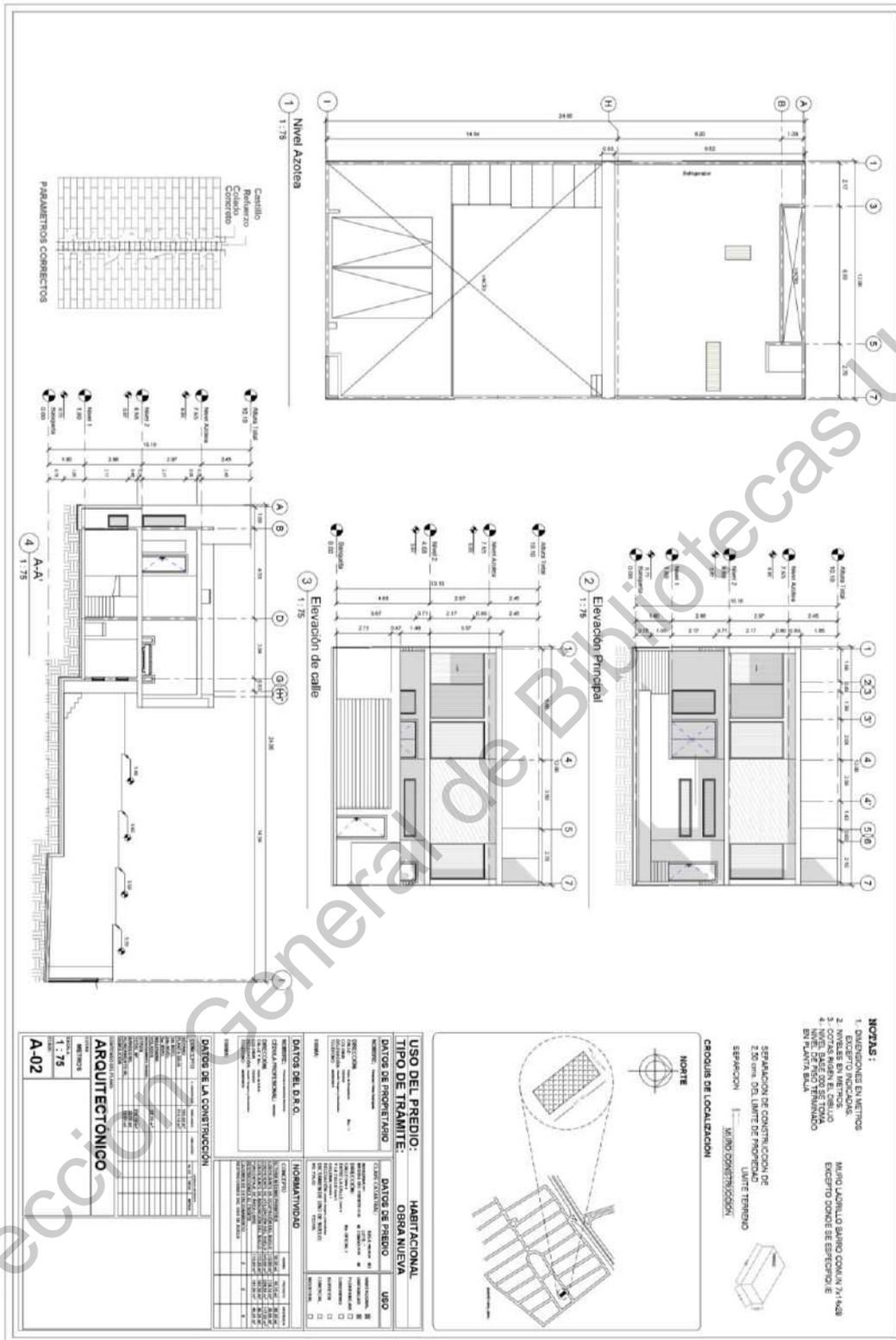


Figura 177 A-02 Proyecto 002

ANEXO O: Planimetría de proyecto 003.

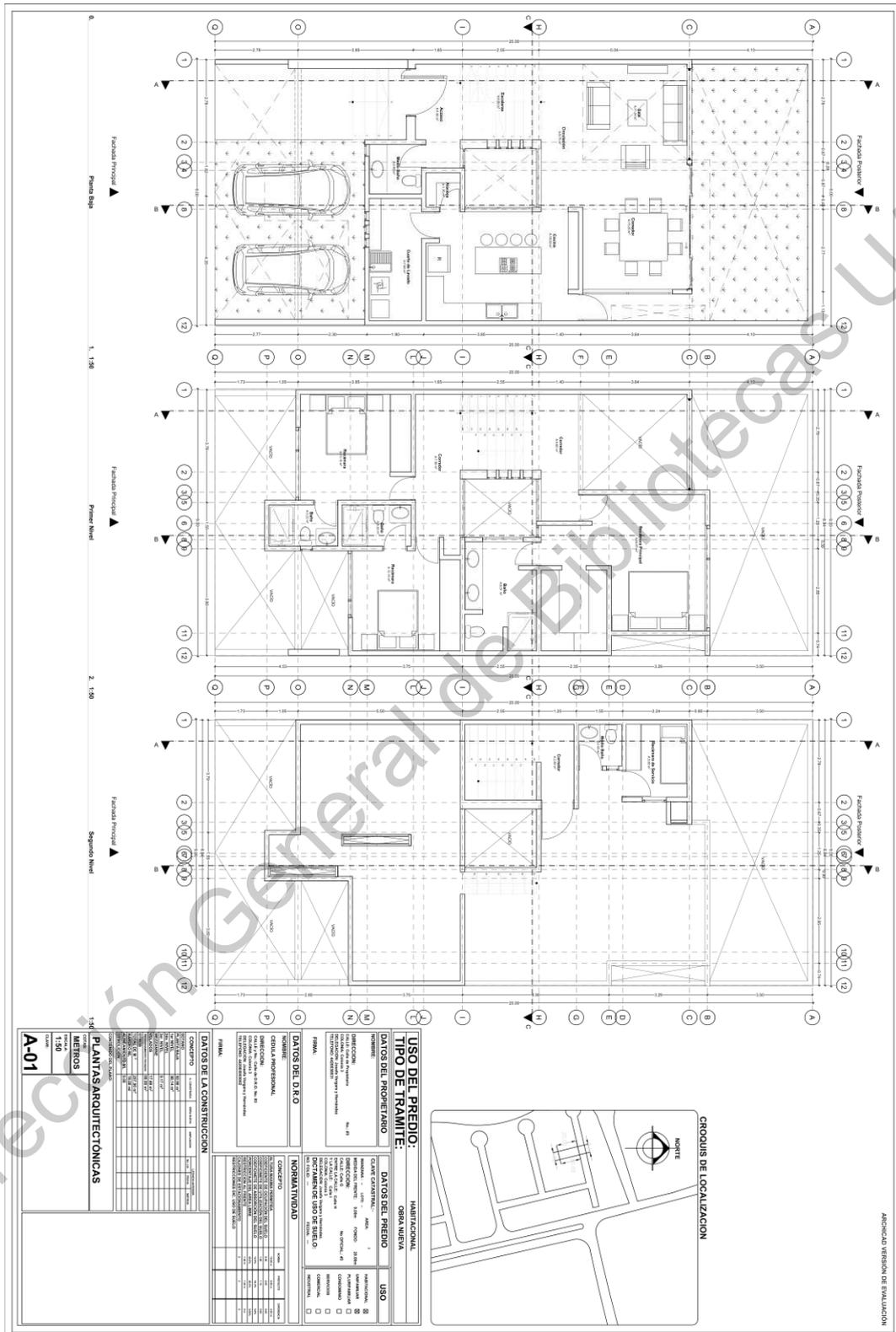


Figura 178 A-01 Proyecto 003

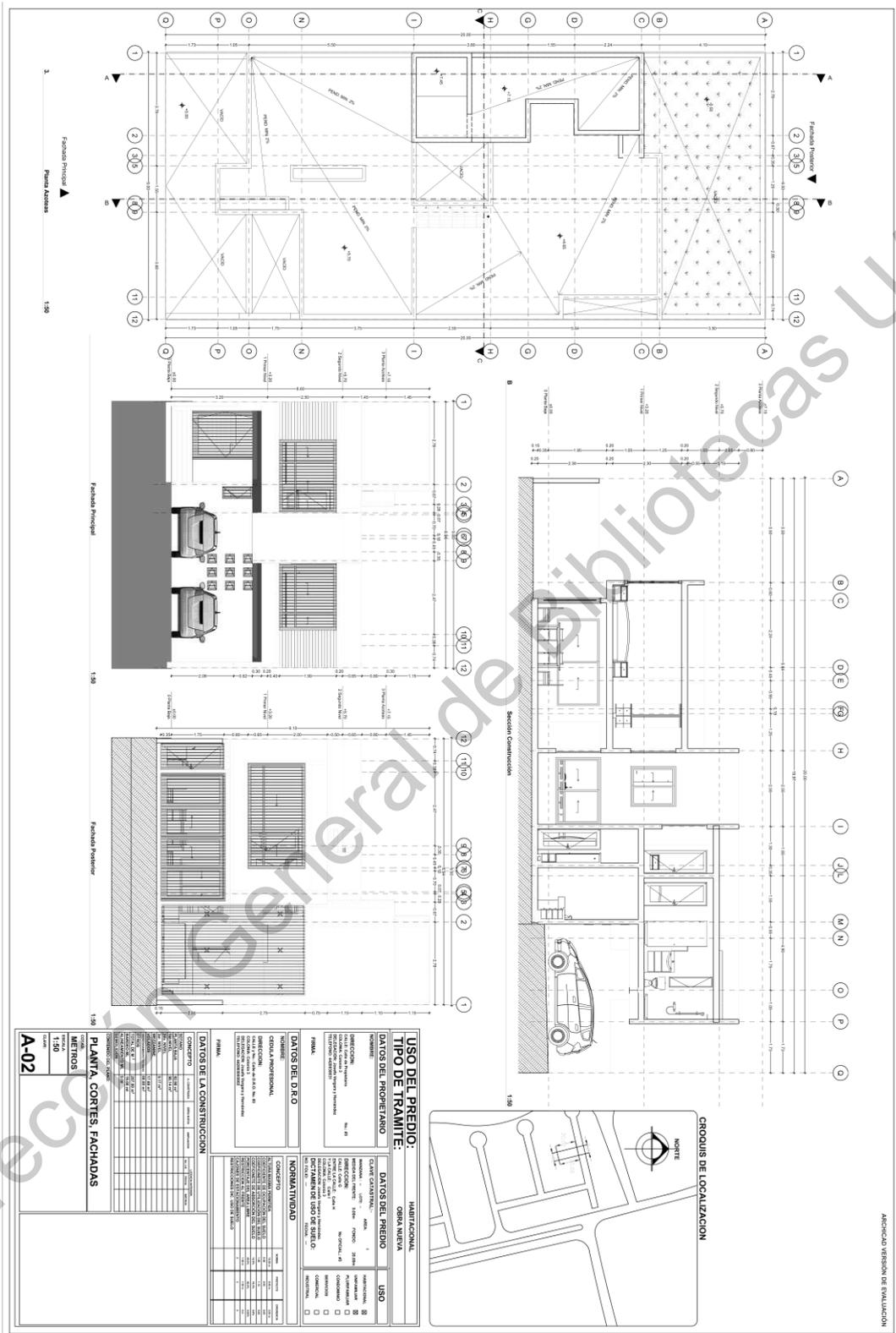


Figura 179 A-02 Proyecto 003

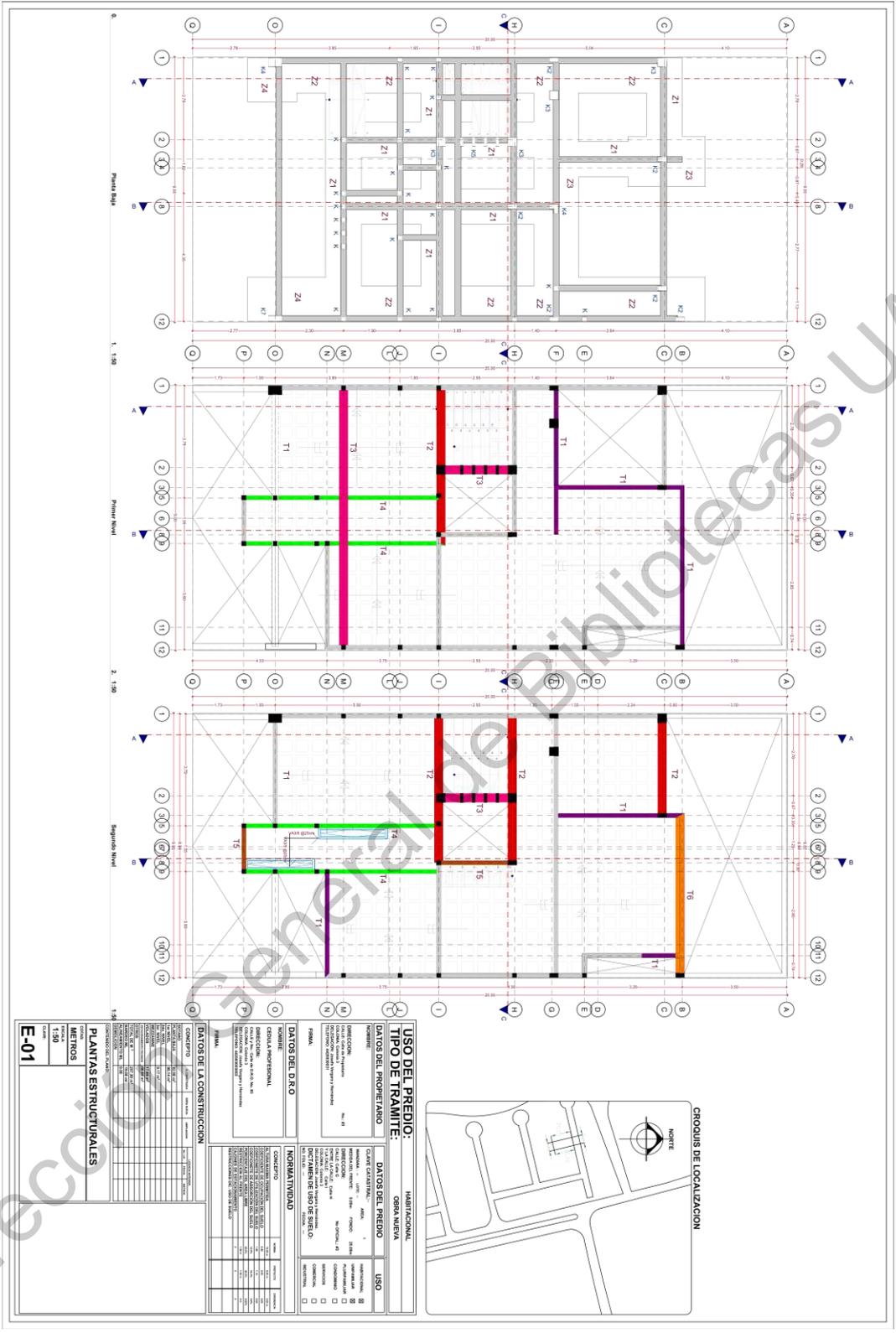


Figura 181 E-01 Proyecto 003

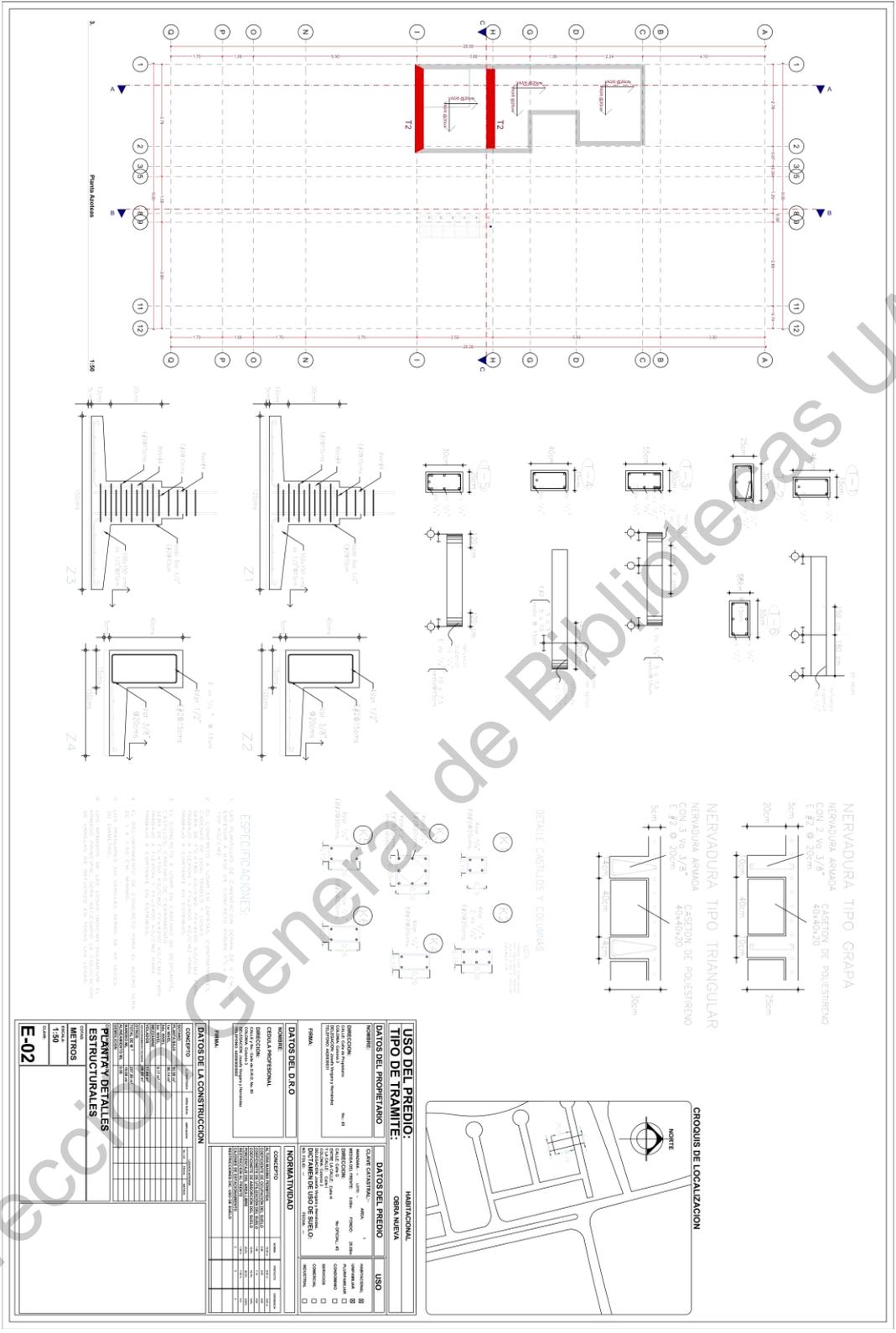


Figura 182 E-02 Proyecto 003

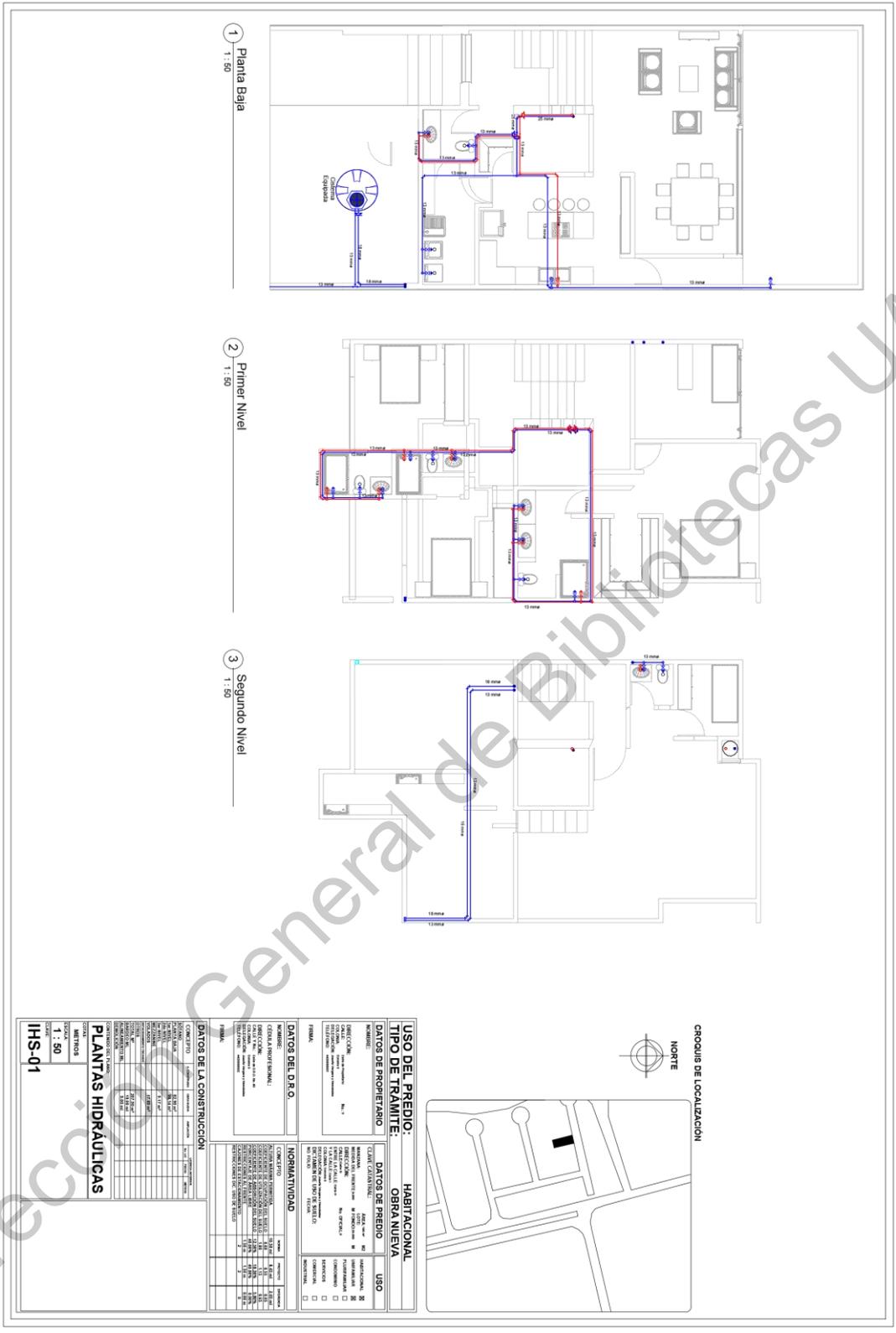


Figura 183 IHS-01 Proyecto 003

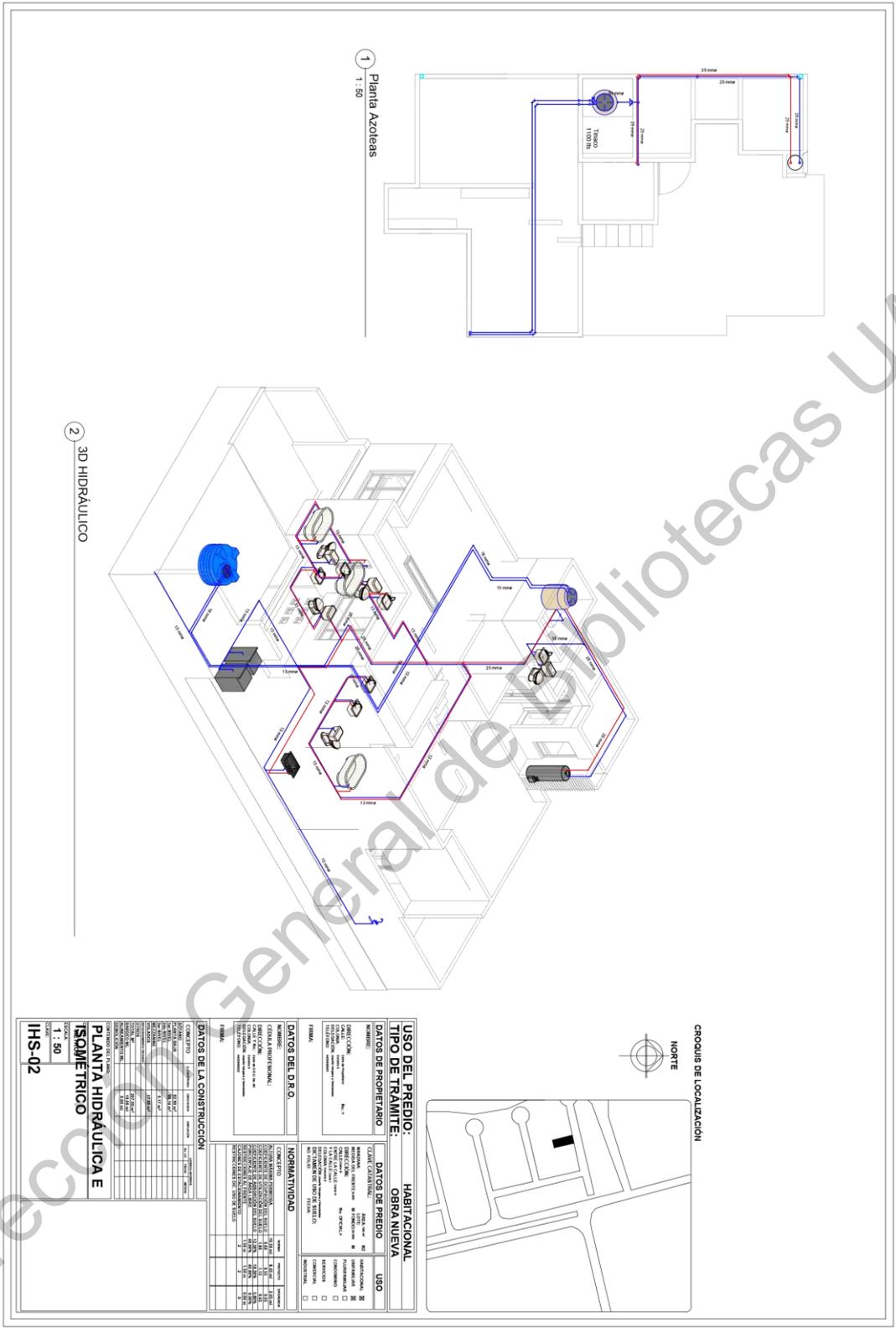


Figura 184 IHS-02 Proyecto 003

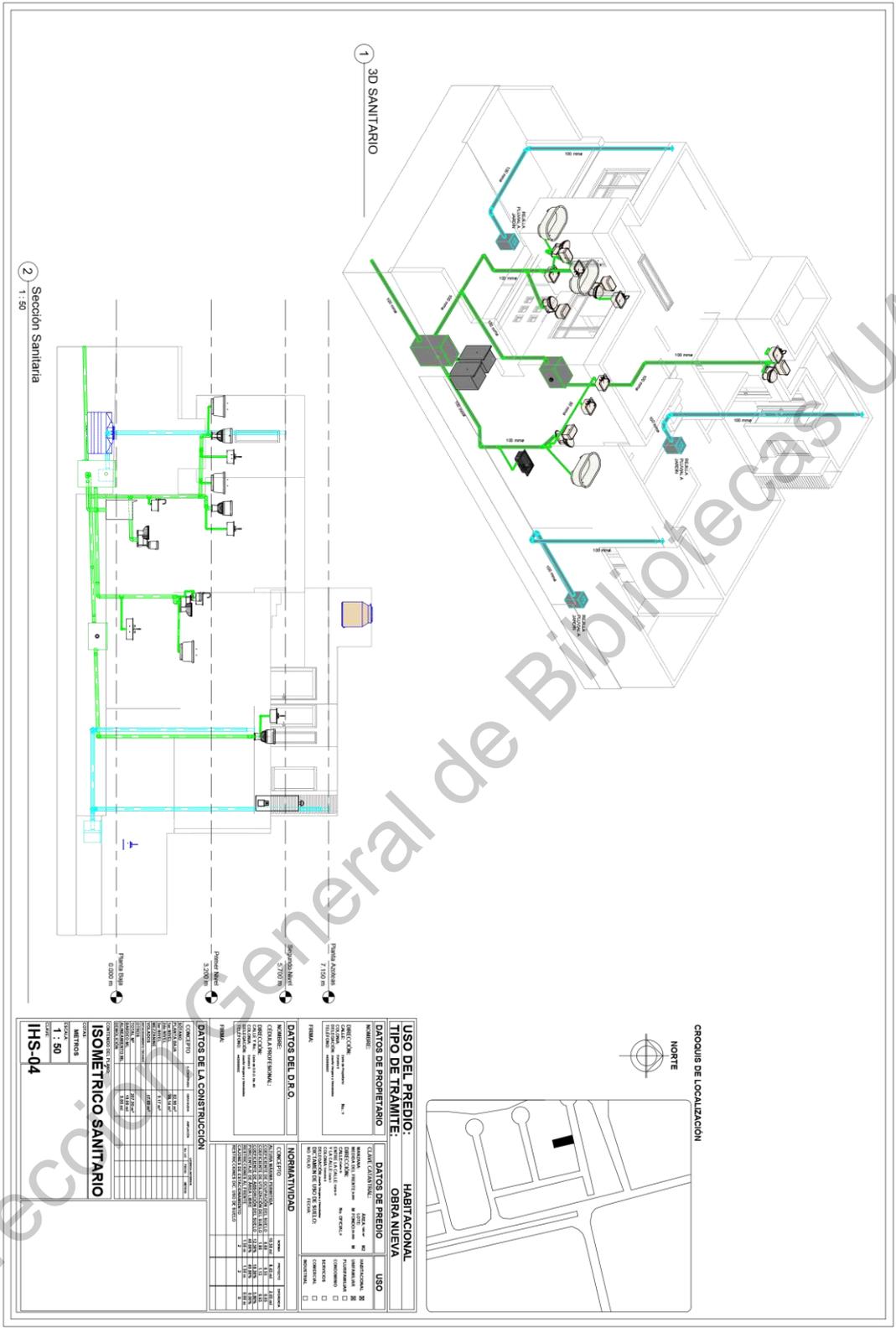


Figura 186 IHS-04 Proyecto 003