

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



TESIS

**“PROPUESTA DE METODOLOGÍA PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA BIM EN LA
EMPRESA INMOBILIARIA GRUPO LAR”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

BRADY HARTMANN LIZARME CORONADO

ASESOR

Ing. WALTER HERMÓGENES RODRIGUEZ CASTILLEJO

Lima- Perú

2019

© 2019, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

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

Lizarme Coronado, Brady Hartmann

E-mail: bhlizarmec@gmail.com

Celular: 959040400

Dedicatoria:

A mis padres Maximiliano y Sara.

A mis hermanos Leidy y Max.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su cariño y amor inmensurable, por confiar en mí y aconsejarme en mis momentos más vulnerables.

A la Universidad Nacional de Ingeniería, alma mater de los más ilustres ingenieros del Perú, por brindarme una formación integral.

A mi asesor Walter H. Rodríguez Castillejo, por su disposición, consejos profesionales y tiempo invertido en la revisión continua en aras de un mejor trabajo de investigación.

A Julio César Trujillo Minaya, Gerente Técnico de Grupo Lar, mi mentor profesional, por asignarme la responsabilidad de Coordinador Técnico del proyecto Multifamiliar Elant.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
PRÓLOGO	7
LISTA DE TABLAS.....	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS.....	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	13
1.1 GENERALIDADES	13
1.2 PROBLEMÁTICA.....	13
1.2.1 Problema General.....	16
1.2.2 Problemas Específicos.....	16
1.3 OBJETIVOS.....	16
1.3.1 Objetivo General.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
1.4 HIPÓTESIS.....	17
1.4.1 Hipótesis General	17
1.4.2 Hipótesis Específicas.....	17
CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO	18
2.1 MODELAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN (BIM)	18
2.1.1 Reseña histórica sobre la evolución de BIM.....	18
2.1.2 Definiciones sobre BIM	19
2.1.3 Estado de adopción de tecnologías en el Perú y a nivel internacional ...	21
2.1.3.1 <i>Estados Unidos</i>	21
2.1.3.2 <i>Reino Unido</i>	21
2.1.3.3 <i>Chile</i>	23

2.1.3.4 Perú	27
2.1.4 Nivel de Desarrollo (LoD).....	31
2.1.5 Herramientas BIM	33
2.1.6 Plan de ejecución BIM (BEP)	37
2.1.7 Etapas de la implementación BIM.....	40
CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO Y SITUACIÓN ACTUAL	45
2.1 LA EMPRESA INMOBILIARIA GRUPO LAR	45
3.1.1 Cultura Organizacional.....	51
3.1.1.1 Estructura Organizacional.....	51
3.1.2 Procesos internos para la gestión de proyectos.....	52
3.1.2.1 Estudio de Compra	53
3.1.2.2 Due Diligence Técnico	54
3.1.2.3 Desarrollo del Anteproyecto en Consulta	55
3.1.2.4 Elaboración del Encaje Económico.....	56
3.1.2.5 Desarrollo del Proyecto Municipal.....	57
3.1.2.6 Desarrollo del Proyecto Ejecutivo de Obra.....	58
3.1.2.7 Elaboración del Presupuesto de Obra.....	59
3.1.2.8 Licitación del Proyecto	60
3.2 CASO DE ESTUDIO: PROYECTO MULTIFAMILIAR ELANT	61
CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN BIM	63
4.1 ALCANCES DE LA PROPUESTA.....	63
4.1.1 Político.....	65
4.1.1.1 Identificar el Organigrama.....	65
4.1.1.2 Definición y aprobación de los Objetivos BIM	65
4.1.1.3 Matriz de Responsabilidad y Grados de Participación.....	66
4.1.1.4 Actualización de la Matriz de Responsabilidad y Grados de Participación	68

4.1.2	Procesos.....	69
4.1.2.1	Identificar los grupos de procesos en la gestión técnica inmobiliaria.....	69
4.1.2.2	Interrelación con otras áreas.....	71
4.1.2.3	Elaborar la EDT	71
4.1.2.4	Actualizar la EDT en función de los objetivos BIM aprobados.....	72
4.1.2.5	Definición de una secuencia lógica de actividades.....	75
4.1.2.6	Definición del plazo de las actividades.....	76
4.1.2.7	Flujo de grupo de proceso	76
4.1.3	Tecnología	76
4.1.3.1	Definir el manejo documental.....	76
4.1.3.2	Definir los softwares y hardware	82
4.1.3.3	Estrategias de intercambio de información.....	82
4.2	IMPLEMENTACIÓN BIM EN EL PROYECTO ELANT	82
	CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS	97
5.1	ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN	97
5.2	MÉTRICAS DE DESEMPEÑO	97
5.2.1	Cantidad de Observaciones	97
5.2.2	Estado y Tipo de Observaciones	98
5.2.3	Relevancia de las Observaciones	99
5.2.4	Potencial Ahorro	100
5.3	ANÁLISIS DEL IMPACTO EN LOS PROCESOS.....	100
5.3.1	Validación de la fachada empleando el modelo paramétrico.....	101
5.3.2	Definición de partidas de control presupuestal con el modelo paramétrico	104
5.3.3	Validación del modelo paramétrico	106
5.3.4	Compatibilización a detalle empleando el modelo paramétrico	108
5.3.5	Empleo del modelo paramétrico en el concurso de obra.....	108

CONCLUSIONES.....	109
RECOMENDACIONES.....	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
ANEXOS	115
A: EJEMPLOS DE REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN TÍPICOS	116

RESUMEN

La tesis consta de cinco capítulos, inicialmente presenta las generalidades de la investigación y demarca la problemática que debe afrontar el promotor inmobiliario en el mercado local; continúa con los objetivos que motivaron su desarrollo y el planteamiento de la hipótesis. En el segundo capítulo se delimita el Marco Conceptual que enfatiza en la definición de conceptos en relación a las tecnologías BIM y su implementación.

En el tercer capítulo se da a conocer al promotor inmobiliario Grupo Lar, su estructura organizacional y flujo de procesos en la gestión técnica de proyectos (la cual prescinde del uso de tecnologías BIM); además se muestran las características más relevantes del proyecto Multifamiliar “Elant” (ubicación, número de fases de construcción, cantidad de departamentos, área construida, área vendible, entre otras características), el cuál será el caso de estudio.

En el cuarto capítulo se desarrolla la metodología para la implementación BIM en la empresa Grupo Lar basada en el análisis del capítulo anterior y estructurada en directrices de índole político, tecnológico y de procesos; además de exponer su aplicación al proyecto Multifamiliar presentado.

En el quinto capítulo se cuantifican los resultados de la implementación BIM en el proyecto Multifamiliar Elant (se examina el análisis de la inversión y las métricas de desempeño) y el impacto BIM en la gestión del proyecto. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones, las referencias bibliográficas e información complementaria en el Anexo.

ABSTRACT

The thesis consists of five chapters, initially presents the generalities of the research, defining the problem that must face the real estate developer in the local market; continues with the objectives that motivated its development and the hypothesis to solve the problem. In the second chapter The thesis delimits the Conceptual Framework, thus presenting concepts in relation to BIM technology and its implementation.

In the third chapter, the GRUPO LAR real estate company is informed about its organizational structure and the current process flow that eliminates the use of BIM technologies; Likewise, the Multifamily housing project "Elant" (location, number of construction phases, number of apartments, built area, salable area, among other characteristics) is presented.

In the fourth chapter, the methodology for BIM implementation in the real estate company GRUPO LAR is developed, based on political, technological and process guidelines; This methodology will be applied to the Multifamily project presented.

In the fifth chapter the results of the BIM implementation are quantified in the Multifamily Elant project, the cost of its implementation and the metrics of its results are announced. Finally, the conclusions and recommendations of the research, the bibliographical references and complementary information referred to in the Annexes are presented.

PRÓLOGO

La industria inmobiliaria está en un proceso de transición tecnológica; consecuencia del uso de nuevas tecnologías de Información. Particularmente, el empleo del BIM suma usuarios cada vez con más frecuencia, debido a las ventajas demostradas en trabajos de investigación a nivel internacional, y en menor medida, a nivel nacional.

Los promotores inmobiliarios y constructoras que emprenden el camino de la transición tecnológica cuentan con algunos obstáculos, los más usuales se relacionan con la primitiva legislatura nacional en temas de normalización BIM, poco expertis en el uso del BIM de los principales stakeholders del proyecto, etc. Entre estos, uno de los más relevantes es la falta de una metodología adecuada, que maximice los recursos invertidos, y permita evaluar la implementación desde una perspectiva general.

En ese sentido, la presente tesis es una contribución importante para el promotor inmobiliario peruano por dos motivos. Por un lado, propone una metodología sistemática de implementación BIM, la cual acarrea definir un plan de acción identificado las necesidades de uso, objetivos e indicadores para poder medir los resultados. Si bien esta es derivada de la investigación de los procesos de la gestión técnica de la Multinacional Grupo Lar, empresa con más de cincuenta años dedicada a la gestión e inversión de activos inmobiliarios y presencia en siete países, la estructura de análisis es fácilmente extrapolable.

Por otro lado, aplica dicha metodología a un proyecto que constará de más de 44 000 m² distribuidos en cinco sótanos y dos torres, una de dieciocho y la otra de veintiocho pisos. Como resultado da a conocer, principalmente, el análisis de la inversión, las métricas de evaluación y el impacto en la gestión de procesos.

Ing. Walter Rodríguez Castillejo.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 2.1 Conteo de proyectos por área construida y Tipo de Proyecto	28
Tabla N° 2.2 Herramientas BIM	34
Tabla N° 3.1 Información técnica del proyecto Elant	62
Tabla N° 4.1 Definición de Objetivos del BIM	66
Tabla N° 4.2 Propuesta de abreviaturas de Cargos en el área Técnica	67
Tabla N° 4.3 Propuesta de Grados de Participación	67
Tabla N° 4.4 Propuesta de Grados de Matriz de Responsabilidades	68
Tabla N° 4.5 Propuesta de Grados de Matriz de Responsabilidades	69
Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant	83
Tabla N° 5.1 Inversión de la implementación BIM	97
Tabla N° 5.2 Observaciones Según Especialidad	98
Tabla N° 5.3 Estado de Observaciones	99
Tabla N° 5.4 Tipo de Observación	99
Tabla N° 5.5 Relevancia de Observaciones	100
Tabla N° 5.6 Umbral Mínimo de Ahorro	100

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1.1 Hogares que tienen déficit habitacional a nivel Nacional.....	14
Figura N° 1.2 Venta histórica de departamentos en Lima	15
Figura N° 2.1 Adopción del BIM en el Reino Unido a lo largo del Tiempo	22
Figura N° 2.2 Herramientas de uso BIM en el Reino Unido	23
Figura N° 2.3 Nivel de Implementación BIM en Organizaciones del Reino Unido	23
Figura N° 2.4 Niveles de adopción BIM en Chile	24
Figura N° 2.5 Herramientas BIM Usadas en Chile	24
Figura N° 2.6 Usos de BIM en usuarios directos chilenos	25
Figura N° 2.7 Usos de BIM en usuarios indirectos chilenos	25
Figura N° 2.8 Nivel de beneficios del uso BIM según usuarios regulares chilenos	26
Figura N° 2.9 Usos de BIM en Beneficios económicos y de proyecto según usuarios chilenos	27
Figura N° 2.10 Usos de BIM en Lima y el Callao por tipo de Proyecto	28
Figura N° 2.11 Especialidades Modeladas en Lima y Callao	29
Figura N° 2.12 Etapas en la que inician la compatibilización con BIM los proyectos de edificación urbana	29
Figura N° 2.13 Modelo Conceptual de un Plan de decisión en base al LoD	33
Figura N° 2.14 Esquema de maduración BIM	42
Figura N° 2.15 Estados de adopción del BIM	43
Figura N° 2.16 Campos de la Actividad BIM	44
Figura N° 3.1 Países donde opera GUPO LAR	45

Figura N° 3.2 Diversificación geográfica (millones de Euros)	46
Figura N° 3.3 Diversificación de activos gestionados (m ²)	46
Figura N° 3.4. Evolución del Grupo Lar en el segmento residencial	47
Figura N° 3.5 Fachada del Proyecto Multifamiliar Hara	48
Figura N° 3.6 Fachada del Proyecto Multifamiliar Midtown	48
Figura N° 3.7 Fachada del Proyecto Multifamiliar Eres	49
Figura N° 3.8 Fachada del Proyecto Multifamiliar Elant	49
Figura N° 3.9 Fachada del Proyecto Multifamiliar Duplo	50
Figura N° 3.10 Fachada del Proyecto Multifamiliar Nesta	50
Figura N° 3.11 Estructura Organizacional Grupo Lar	51
Figura N° 3.12 Estructura Organizacional de Grupo Lar en Perú	51
Figura N° 3.13 Ejemplo de un Proceso	52
Figura N° 3.14 Fases del proyecto Elant	62
Figura N° 4.1 Metodología Para implementar BIM	64
Figura N° 4.2 Propuesta de Organigrama para la Gestión BIM	65
Figura N° 4.3 Retroalimentación de Etapas	70
Figura N° 4.4 Ejemplo de EDT	72
Figura N° 4.5 EDT de la gestión Técnica en el proceso inmobiliario	73
Figura N° 4.6 Actualización de la EDT en función de los objetivos BIM	74
Figura N° 4.7 Plazo de los grupos de procesos	77
Figura N° 4.8 Flujograma de Procesos del Anteproyecto	78
Figura N° 4.9 Flujograma de Procesos de Licitación.....	79
Figura N° 4.10 Árbol de carpetas	80
Figura N° 5.1 Rejillas de ventilación en la Fachada del proyecto Elant	102

Figura N° 5.2 Terminación de las mamparas en la fachada	102
Figura N° 5.3 Incompatibilidad de columna en fachada	103
Figura N° 5.4 Omisión del Banco de medidores y Reguladores en la fachada	103
Figura N° 5.5 Iluminación de la fachada del proyecto Elant	104
Figura N° 5.6 Terma de acumulación del Proyecto Elant	107
Figura N° 5.7 Terma de Paso del Proyecto Elant	107
Figura N° 5.8 Cocina de Pie del Proyecto Elant	108

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

ASOBIM:	Asociación Colombiana del BIM
ACI:	Agua Contra Incendios
BEP:	Plan de Ejecución BIM
BIM:	Modelado de Información de la Edificación/ Gestión de la Información de la Edificación
CCTV:	Circuito Cerrado de Televisión
CIFE:	Centro de Ingeniería de Instalaciones Integradas
EIA:	Estudio de Impacto Ambiental
EIC:	Estudio de Contaminación de Suelos
EIV:	Estudio de Impacto Vial
FIC:	Consejo de Información de Instalaciones
FUE:	Formulario único de Edificaciones
GSA:	Administración de los Servicios Generales de Estados Unidos
IIEE:	Instalaciones Eléctricas
IAI:	Alianza Internacional de Interoperabilidad
IFC:	Industry Foundation Classes
LoD:	Nivel de Desarrollo
NBS:	National BIM Standard
PBS:	Servicio Público de Edificaciones de Estados Unidos
PoA:	Punto de Adopción.
PTC:	Corporación Tecnológica Paramétrica
RFI:	Requerimiento de Información
NBS:	Estándar BIM Nacional

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

El empleo globalizado de tecnologías BIM está impulsando su adopción en el sector público y privado, debido a que se han comprobado sus beneficios en la reducción de incertidumbres para la gestión de proyectos de construcción, detección de interferencias previas a la ejecución de obra, aumento de productividad, transparencia en el acceso de información, entre otros beneficios.

Por un lado, en el sector público países como el Reino Unido, mediante el empleo de las especificaciones PAS 1192, a partir del 2016, incorporan modelos BIM para los proyectos; Francia, en el 2014, inició la implementación de un plan de transición digital basados en modelos BIM que les tomará tres años; Finlandia focaliza esfuerzos para que los stakeholders asuman posturas BIM; Panamá, Chile y Perú avanzan a pasos firmes para el fortalecimiento de una política pública que incorpore procedimientos BIM, entre otros.

Por otro lado, en el sector privado, existe la necesidad de desarrollar proyectos que no excedan los costos y plazos previstos en la planificación inicial, ni comprometan la calidad del producto; por lo cual las empresas inmobiliarias y constructoras están constantemente evaluando el flujo de sus procesos para tratar de optimizarlos y así mejorar o mantener su ventaja competitiva.

El presente trabajo de investigación tiene por finalidades dar a conocer los conceptos relacionados con tecnologías BIM; mostrar el flujo de procesos en la gestión técnica del promotor inmobiliario Grupo Lar; y en base a ello proponer una metodología de implementación, que será aplicada al proyecto Multifamiliar Elant. Posteriormente se expondrán las métricas de los resultados, así como los beneficios económicos estimados de la identificación temprana de interferencias e incompatibilidades.

1.2 PROBLEMÁTICA

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Programas Presupuestales 2011-2017 el problema del déficit habitacional ¹ a nivel nacional es del 11.2%, siendo el área rural el de mayor porcentaje de déficit habitacional con 19.5%, mientras que el área urbana presenta 8.7% (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018)

En la Figura N° 1.1 se expone el porcentaje del déficit habitacional entre los años 2013 y 2017.

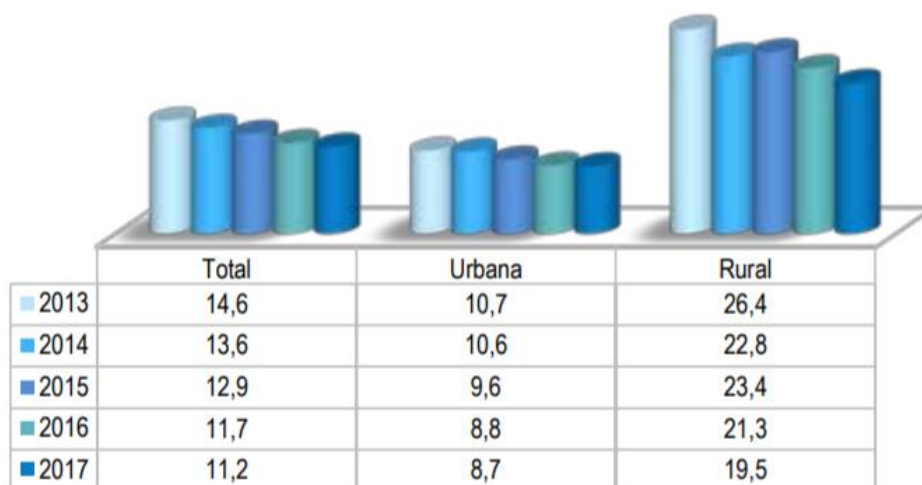


Figura N° 1.1 Hogares que tienen déficit habitacional a nivel Nacional. Fuente: Encuesta Nacional de Programas Presupuestales 2013-2017, p.182

En Lima Metropolitana el déficit habitacional del año 2016 correspondía a 612, 464 unidades de vivienda (HGP Group, 2016). De esta cantidad el déficit cuantitativo² representa el 41%, mientras que al déficit cualitativo³ le corresponde el 59%. El mismo informe asevera que el déficit habitacional por distrito es liderado por San Juan de Lurigancho con el 15.6% que equivale a 95, 314 unidades inmobiliarias; mientras que en La Victoria el Déficit habitacional es del 1.9% equivalentes a 11,637 unidades inmobiliarias. Al momento de la elaboración de la tesis no se dispone de información estadística más reciente que la mencionada.

Los promotores inmobiliarios del mercado de departamentos de Lima tienen el objetivo principal de recortar la brecha del déficit habitacional cuantitativo y cualitativo.

¹ definido, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática como el conjunto de requerimientos que tiene la población para contar con una vivienda digna. Sus componentes son de índole cuantitativo y cualitativo.

²El componente cuantitativo considera a carencia de viviendas patas para cubrir las necesidades habitacionales de los hogares que no poseen viviendas, de tal manera que cada vivienda pueda albergar en su interior a un solo hogar.

³El componente cualitativo considera las deficiencias en la calidad de la vivienda ya sea material (paredes, pisos), espacio habitable (hacinamiento) y servicios básicos (agua potable, desagüe y electricidad).

El mercado inmobiliario peruano, y en particular el sector correspondiente al mercado de departamentos de Lima, tuvo un auge en ventas en el año 2011 y 2012; sin embargo, esta disminuyó significativamente en el año 2013 y 2014. Al momento de la elaboración de la tesis, año 2018, dicho mercado se encuentra en un proceso de reactivación que se estima deberá continuar en ritmo ascendente. De acuerdo a las estimaciones de Tinsa y el BBVA research las ventas de los departamentos al 2017 tuvieron un alza de entre el 15% al 20% respecto a la venta del año 2016, lo cual representa ventas de entre 12 500 y 13 000 unidades (la proyección se hizo con información al 3T del 2017), esta tendencia se muestra en la Figura N° 1.2 (Tinsa & BBVA Research, 2017). Así mismo, dicha fuente consigna que la oferta de departamentos en el año 2017 aumentó en 4% (con un total de 25,471 unidades) con respecto a la cantidad registrada en el 2016.

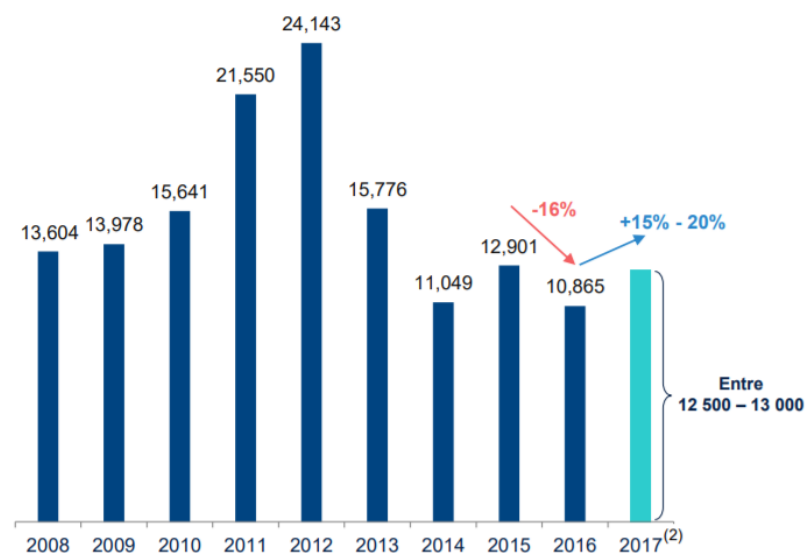


Figura N° 1.2 Venta histórica de departamentos en Lima. Fuente: Tinsa & BBVA Research, 2017, Perú situación Inmobiliaria 2017, p.11

Por lo cual, ante la limitante de contar con un mercado en proceso de recuperación y una mayor oferta en la cantidad de departamentos, el promotor inmobiliario que minimice las pérdidas económicas en el proceso constructivo (adicionales de obra), adopte un sistema de gestión técnica que integre sus procesos, prevea los cambios de diseño por requerimientos comerciales; logrará una mayor ventaja competitiva, la cual le permitirá un incremento de participación en el mercado.

En ese sentido, la adopción de tecnologías BIM, siempre que responda a un profundo análisis de directrices a nivel político, tecnológico y de procesos, es una oportunidad de alcanzar este diferenciador para el promotor inmobiliario.

1.2.1 Problema General

¿Cómo la Propuesta de metodología para la implementación de tecnologías BIM en la empresa inmobiliaria Grupo Lar y su aplicación al proyecto multifamiliar Elant beneficiará al usuario final?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuáles son los grupos de procesos internos en la gestión técnica de la empresa Grupo Lar que determinan el costo de construcción del proyecto para el usuario final?
- ¿Cuáles son los procesos internos en la gestión técnica que se modificarán por la implementación de tecnología BIM en la empresa inmobiliaria Grupo Lar para beneficiar al usuario final del proyecto multifamiliar Elant?
- ¿De qué manera los usuarios finales del proyecto Elant se benefician por la detección temprana de interferencias e incompatibilidades causadas por la implementación de tecnología BIM en la empresa inmobiliaria Grupo Lar?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Proponer una metodología para la implementación de tecnologías BIM en la empresa inmobiliaria GRUPO LAR, y aplicarla al proyecto multifamiliar "ELANT".

1.3.2 Objetivos Específicos

- Describir los grupos de procesos internos en la gestión técnica de la empresa Grupo Lar que determinan el costo de construcción del proyecto.
- Determinar los procesos internos en la gestión técnica que se modificarán o añadirán por la implementación de tecnología BIM en la empresa inmobiliaria Grupo Lar para beneficiar al usuario final del proyecto multifamiliar Elant en las etapas del proyecto municipal, ejecutivo y licitación.

- Determinar de qué manera los usuarios finales del proyecto Elant se beneficiarán por la detección temprana de interferencias e incompatibilidades causadas por la implementación de tecnología BIM en la empresa inmobiliaria Grupo Lar.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 Hipótesis General

La Propuesta de metodología para la implementación de tecnología BIM en la empresa inmobiliaria Grupo Lar y su aplicación al proyecto multifamiliar Elant beneficiará al usuario final. El beneficio será la reducción del costo y aseguramiento de la funcionalidad de la unidad inmobiliaria.

1.4.2 Hipótesis Específicas

- Los grupos de procesos internos en la gestión técnica de la empresa Grupo Lar que determinan el costo del proyecto inmobiliario para el usuario final son el estudio de compra técnico del terreno, Due diligence técnico, Anteproyecto en consulta, encaje económico, proyecto municipal, proyecto ejecutivo, presupuesto de obra, licitación, construcción del proyecto y post venta.
- Los procesos internos en la gestión técnica que se modificarán o añadirán por la implementación de tecnología BIM en la empresa inmobiliaria Grupo Lar para beneficiar al usuario final del proyecto multifamiliar Elant en las etapas de proyecto Municipal, proyecto ejecutivo y licitación son la compatibilización, validación de fachada y validación del modelo paramétrico
- Los usuarios finales del proyecto Elant se benefician por la reducción del costo y aseguramiento de la funcionalidad de la unidad inmobiliaria, consecuencia del control de potenciales adicionales de obra e incompatibilidades por funcionalidad y normativa.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 MODELAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN (BIM)

2.1.1 Reseña histórica sobre la evolución de BIM

Las actuales herramientas BIM de uso arquitectónico, incluyendo Autodesk Revit® Architecture and Structure, Bentley Architecture y su conjunto asociado de productos, el conjunto Graphisoft ArchiCAD®, y Gehry Technology's Digital Project™ así como las herramientas BIM a nivel de fabricación, como Tekla Structures, SDS/2 y Structureworks se basan en el modelamiento paramétrico de objetos inicialmente desarrollados para el diseño de sistemas mecánicos. Estos conceptos emergieron como una extensión de las tecnologías CSG y B-rep, una mezcla de investigación universitaria y desarrollo industrial, particularmente impulsada por la Corporación de Tecnología Paramétrica (PTC) en la década de 1980 (Eastman, 2008).

En el Modelamiento Paramétrico de objetos, según Chuck Eastman, en lugar de centrar esfuerzos en cada elemento, se define una familia modelo que es un conjunto de relaciones y reglas para controlar los parámetros que gobiernan al elemento, pudiendo realizar variaciones individuales si el contexto lo requiere. Por tanto, mientras que un sistema CAD 3D tradicional cada aspecto de la geometría de un elemento debe ser editado manualmente por los usuarios, la forma y geometría de ensamblaje en un modelo paramétrico se ajusta automáticamente a los cambios que el usuario realice al parámetro.

Uno de los hitos en el desarrollo del BIM se dio en el año 1986, cuando de manera oficial se publicó un artículo donde se mencionan las palabras Building Information Model refiriéndose al uso del software para la construcción del tercer terminal del aeropuerto Heathrow de Londres; otro hito en el desarrollo del BIM se dio en el año 1988 con la fundación del Centro de Ingeniería de Instalaciones Integradas (CIFE) en Stanford por Paul Teicholz, pues es en donde estudiantes del doctorado y colaboradores de la industria comenzaron a fomentar el desarrollo de modelos de construcción con atributos de tiempo, lo que en las dos siguientes décadas marcaría la cuarta dimensión del BIM.

En 1987, Graphisoft ArchiCAD desarrolla el concepto de Virtual Building. En 1994 se funda la Internacional Alliance of Interoperability (IAI) (EE. UU), iniciativa para crear un consorcio de empresas para unas clases de C++ para soportar el

desarrollo integrado de aplicaciones. Generan el primer estándar de intercambio, el IFC – Industry Foundation Classes el cual es el archivo de salida de intercambio de todos los softwares que están avalados como BIM. Sin embargo, los términos “Building Information Model” y “Building Information Modelling” (incluyendo el acrónimo “BIM”) no se utilizaron hasta 8 años más tarde. En 2002, Autodesk publicó un libro titulado “Building Information Modelling” y otros proveedores de software también empezaron a afirmar su participación en el campo.

En el año 2003, GSA, Public Building Service (PBS) y Office of Chief Architect (OCA), establecen el Programa Nacional 3D-4D-BIM (EE. UU). Dos años más tarde, en 2005 La IAI se renombra como Building Smart (EE. UU). En el 2007 se publica la primera parte del National BIM Standard la cual se basa en las guías BIM federales, estatales y locales que existen actualmente en Estados Unidos de Norteamérica, pero orientado a una Instalación genérica, con requisitos uniformes y para uso por parte del gobierno, del propietario institucional o comercial del edificio.

En la actualidad se están sumando esfuerzos colectivos a nivel internacional para fomentar la estandarización, difusión e investigación del BIM en los proyectos de desarrollo público.

2.1.2 Definiciones sobre BIM

El acrónimo BIM se interpreta fundamentalmente de dos maneras. La primera, Building Information Modeling o “Modelo de Información de la edificación”; la segunda Building Information Management o “Gestión de Información de la Edificación”. Por tanto, no existe una única e inequívoca definición para el BIM ya que estará condicionada, a la interpretación que se tenga del acrónimo. A continuación, se presentan algunas definiciones relacionadas:

El comité Norteamericano de Modelos de Información Digital define BIM como La Representación Digital de las características físicas y funcionales de una edificación, un recurso que condensa conocimientos, para el intercambio de información sobre una edificación que forma una base confiable para la toma de decisiones durante su ciclo de vida (buildingSMART, 2010).

De acuerdo al documento emitido por la Institución Inglesa de Estándares para la Especificación de la gestión de Información de los proyectos de construcción BIM

es el proceso de diseño, construcción y uso de la información del edificio representados por medio de objetos virtuales. (PAS 1192, 2013).

Según el Comité BIM peruano, BIM por sus siglas en inglés Building Information Modeling significa Modelado Inteligente de Edificaciones y es una tecnología basada en datos gráficos (Comité BIM del Perú, 2014).

Según el National BIM Estándar (NBS) BIM es una representación de las características físicas y funcionales de una infraestructura. Un modelo BIM es una fuente compartida de información acerca de la infraestructura, formando una base confiable para decisiones durante su ciclo de vida (desde la concepción más temprana hasta la post venta) (National Institute of Building Sciences , 2015).

De acuerdo a la compañía Autodesk, BIM es un proceso basado en el modelo inteligente que proporciona una visión para ayudar a planificar, diseñar, construir y gestionar edificios e infraestructura. Este proceso produce el modelo de Información del Edificio y abarca la geometría del edificio, las relaciones espaciales, la información geográfica, así como las cantidades y las propiedades de los componentes (Autodesk).

El Modelado de Información de la Construcción es la expresión actual de innovación en la industria de la construcción, un conjunto de tecnologías, procesos y políticas, que afectan los resultados relaciones y roles de la industria. Los conceptos y herramientas BIM fomentan la revolución y evolución simultánea de cambios en la escala de la organización; desde individuos y grupos; a través de organizaciones y equipos de proyectos, a industrias y mercados enteros. (Succar & Kassem, 2015).

Según el Gobierno General de Administración de Servicios de Estados Unidos de Norteamérica, BIM es el desarrollo y uso de un modelo multifacético. Este modelo es generado por medio de softwares de computadora no solo para documentar el diseño del edificio, sino también para simular la construcción y operación de una nueva edificación o de una remodelación.

Para efectos del presente trabajo de investigación se enmarcará la definición de BIM según la propuesta de Succar & Kassem.

2.1.3 Estado de adopción de tecnologías en el Perú y a nivel internacional

2.1.3.1 Estados Unidos

En estados Unidos de Norteamérica el uso del BIM está más generalizado que en la región Sudamericana, según el ASOBIM(Asociación Colombiana BIM) En Estados Unidos se estableció para el año de 1992 el Facility Information Council (FIC) como una iniciativa del National Institute of Building Sciences (organización no gubernamental, pero autorizada por el congreso estadounidense) que buscaba facilitar la integración del ciclo de vida de una edificación a partir de un modelo de información que incluyera la arquitectura, ingeniería, construcción y operación. En el año 2003, la Administración de Servicios Generales de los Estados Unidos (GSA), el servicio de Edificios Públicos (PBS) establecieron el programa Nacional 3D-4D-BIM. Para el año 2005 el FIC publica la primera versión del documento National BIM Standard con el fin de promover la interoperabilidad del BIM. En el 2007, GSA hizo objetivos para IFC BIM en proyectos para mejorar la calidad del diseño y la entrega de la construcción. En el 2008 consolida su misión y los servicios en línea de la página buildingSMART Alliance para promover los estándares diseñados por el FIC. A partir del 2015, se han publicado 47 estándares BIM desarrollados para el sector público en los Estados Unidos que se encuentran a disposición del público en general. Entre ellos, 17son de organismos gubernamentales, mientras que 30 de ellos son de organismos sin fines de lucro.

2.1.3.2 Reino Unido

El Reino Unido, es considerado uno de los países con mayor grado de adopción de tecnologías BIM; tal es así que en el año 2016 se aprobó la implementación BIM nivel 2 como requisito para la construcción (incluye estándares y requisitos de conformidad de proyectos). El nivel 2 requiere de un trabajo colaborativo, un proceso de intercambio de información que sea específico para ese proyecto y esté coordinado en diferentes sistemas. La estrategia del gobierno, acerca de la adopción BIM nivel 2, fue publicada por la oficina del gabinete el 31 de mayo del 2011, y a partir de ello el gobierno y las empresas privadas incursionaron en un programa de modernización de cuatro años con un objetivo principal: reducir el costo de capital y la huella de carbono por la construcción y operación del entorno construido en un 20%. La principal política para lograr este objetivo es la adopción BIM.

En la encuesta publicada por la NBS el año 2017 revela que más de 60% ahora usa BIM, y se espera que dentro de tres años la adopción sea del 95%. La Figura 2.1 se expone el nivel de adopción BIM a lo largo del tiempo; desde el 2011 al 2017 hubo un incremento del 42% en el uso del BIM, a consecuencia de que un 10% de informados sobre el uso del BIM lo adoptaron y un 32% de quienes no usaban o tenían información del BIM migraron a su uso frecuente.

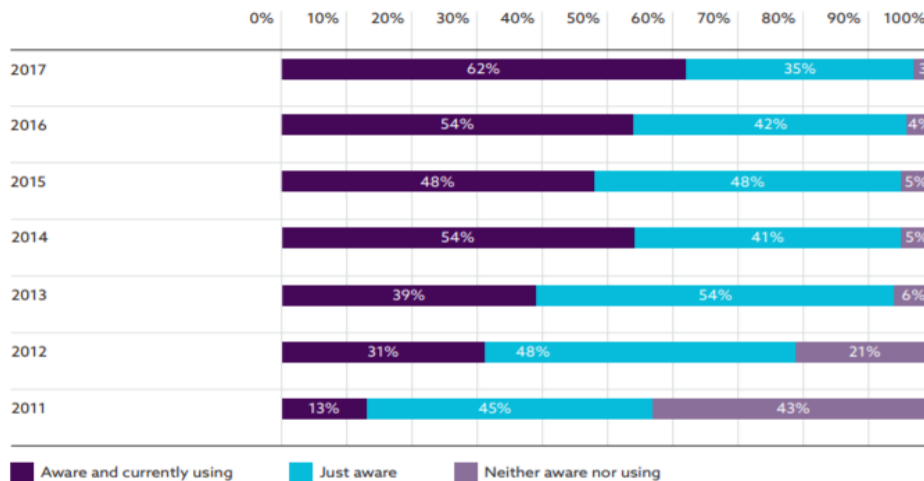


Figura N° 2.1 Adopción del BIM en el Reino Unido a lo largo del Tiempo. Fuente: NBS, 2017, National BIM Report 2017, p.13

Así mismo, la encuesta revela que cuando se producen dibujos o modelos, la herramienta más usada es el Autodesk Revit con un 26% de diferencia respecto al otro software de mayor uso, Graphisoft ArchiCAD, ambas herramientas BIM; estas superaron en la frecuencia de uso incluso al Autodesk AutoCAD, el cual no es considerado un software BIM. Esta información se muestra en la Figura N° 2.2

Respecto al nivel de adopción BIM, según los encuestados, es el Nivel 2 el de mayor concentración con un 70%; existen registros del nivel 3 del BIM con un 7%, se superó el nivel 0 completamente y solo el 2% se encuentran en el nivel 1. Esto se expone gráficamente en la Figura N° 2.3.

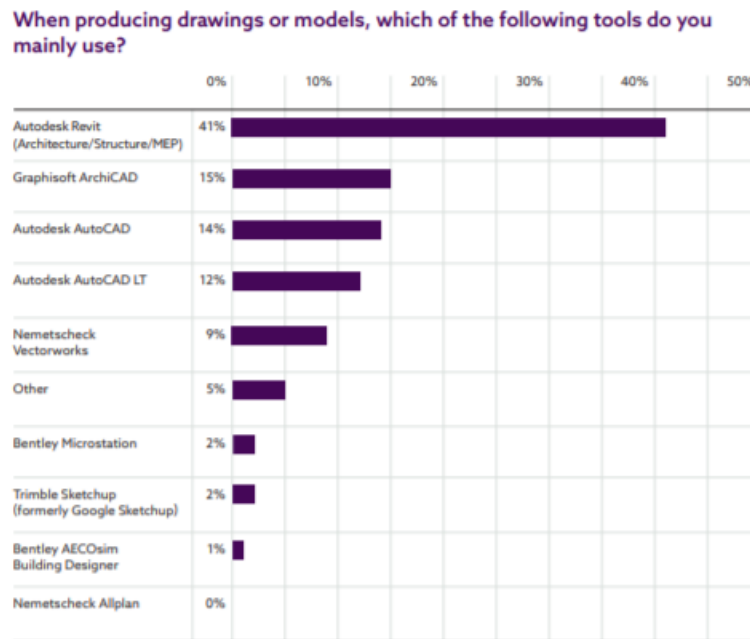


Figura N° 2.2 Herramientas de uso BIM en el Reino Unido. Fuente: NBS. 2017 National BIM Report 2017, p.16

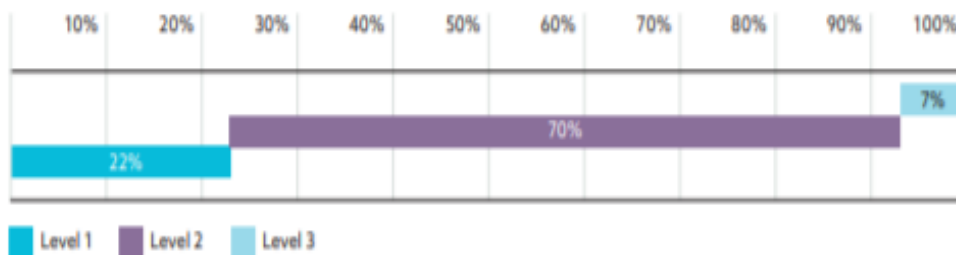


Figura N° 2.3 Nivel de Implementación BIM en Organizaciones del Reino Unido. Fuente: NBS, 2017, National BIM Report 2017, p.17

2.1.3.3 Chile

Según la encuesta Nacional BIM 2016, el nivel de adopción BIM es del 53%. Un 22% del total declaran ser usuarios regulares de la tecnología, es decir, que han utilizado BIM en varios o en la mayoría de sus proyectos en los últimos 12 meses. Un 27% del total se declaran como usuarios ocasionales, es decir, que han usado BIM sólo en un par de proyectos. Un 4% son usuarios indirectos, es decir, que han usado BIM sólo a través de una empresa externa de modelación o coordinación BIM. Sin embargo, las diferencias entre disciplinas que lo usan son evidentes, y se ilustran en la Figura 2.4. El 63% de los arquitectos señala ser usuario, comparado con sólo el 45% de los ingenieros y 39% de los constructores. Los

arquitectos tienen la mayor proporción de usuarios regulares (28%), mientras que los constructores tienen la mayor cantidad de usuarios indirectos (7%). Un análisis más fino muestra diferencias entre especialidades de ingeniería: un 57% de los ingenieros estructurales declara ser usuario de BIM, lo que contrasta con sólo un 39% de usuarios especialistas en ingeniería eléctrica, sanitaria o climatización (MEP) (LOYOLA, 2016).

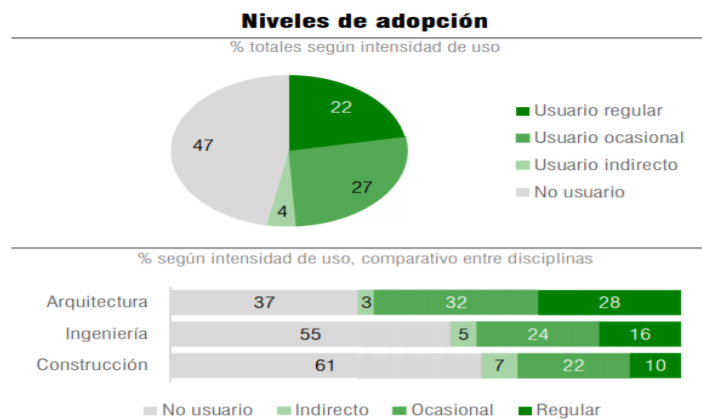


Figura N° 2.4 Niveles de adopción BIM en Chile. Fuente: Loyola Mauricio, 2016, Encuesta Nacional BIM 2016, p.3

La mencionada encuesta, revela que la herramienta BIM más usada en Chile es el Autodesk Revit, seguida por Graphisoft ArchiCAD y Autodesk Naviswork, esto se expone en la Figura 2.5.

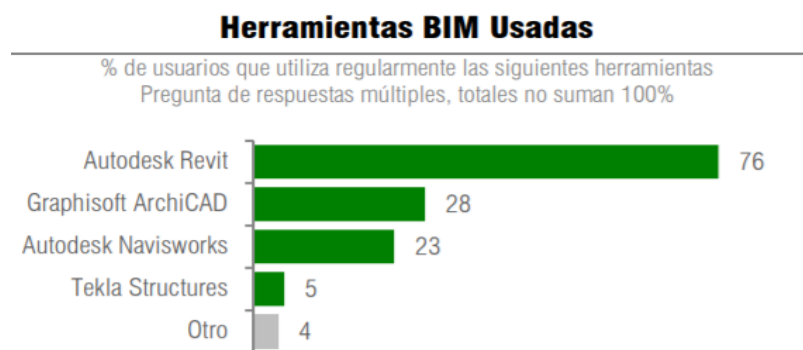


Figura N° 2.5 Herramientas BIM Usadas en Chile. Fuente: Loyola Mauricio, 2016, Encuesta Nacional BIM 2016, p.3

Los principales usos de BIM para usuarios directos, ilustrados en la Figura 2.6, son para visualización durante diseño y para elaboración de planos generales. El uso para planos de detalles es mayor en ingenieros estructurales que en otras disciplinas. La coordinación de estructuras es más frecuente que la coordinación

de instalaciones eléctricas y sanitarias. Los usos asociados a la etapa de construcción (programación, gestión de obra) son los menos frecuentes, incluso entre constructores, y son casi inexistentes en usuarios ocasionales.

En usuarios indirectos, es decir aquellos que han usado BIM sólo a través de una empresa externa de modelación o coordinación BIM, ilustrado en la Figura 2.7, los productos o servicios más requeridos son informes de conflictos o interferencias (50%), planos generales o de detalles (45%) y plantas de coordinación de especialidades (45%). Sólo un 17% de usuarios indirectos ha requerido los archivos BIM nativos u originales a la empresa externa (LOYOLA, 2016).

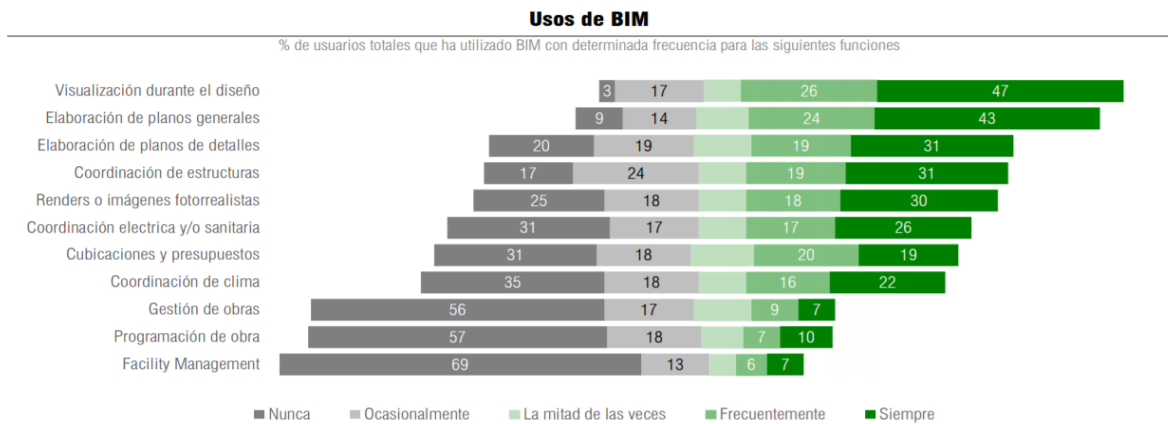


Figura N° 2.6 Usos de BIM en usuarios directos chilenos. Fuente: Loyola Mauricio, 2016, Encuesta Nacional BIM 2016, p.4

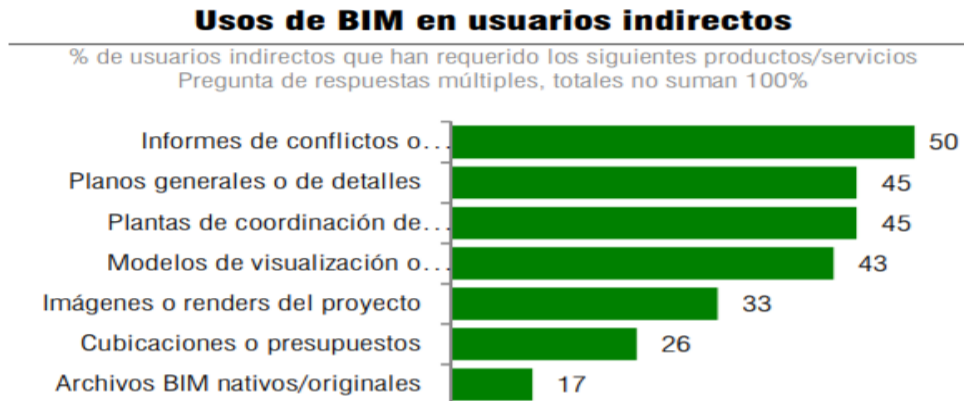


Figura N° 2.7 Usos de BIM en usuarios indirectos chilenos. Fuente: Loyola Mauricio, 2016, Encuesta Nacional BIM 2016, p.4

Los resultados de la encuesta muestran que el principal método de trabajo es primero en CAD, luego en BIM; y que es durante el desarrollo de especialidades la principal fase de integración BIM en usuarios indirectos.

Con referencia a los beneficios, La reducción de errores en los documentos y la mejora de calidad del proyecto final son los principales beneficios percibidos transversalmente por todos los usuarios. Otros beneficios difieren según tipo de usuario. Los beneficios de proyecto (tales como reducción del tiempo de desarrollo y construcción, o reducción de conflictos en obra) aumentan con el nivel de uso (regulares 70%, ocasionales 47%, indirectos 39%). Los beneficios económicos (aumento de honorarios y margen de ganancia) son percibidos principalmente por usuarios regulares (45% altos/muy altos), mientras que usuarios ocasionales e indirectos muestran niveles inferiores similares (27%). Los Beneficios económicos del proyecto según el usuario se ilustran en la Figura 2.8 y en la Figura 2.9 se leen los Nivel de beneficios del uso BIM según usuarios regulares (LOYOLA, 2016).

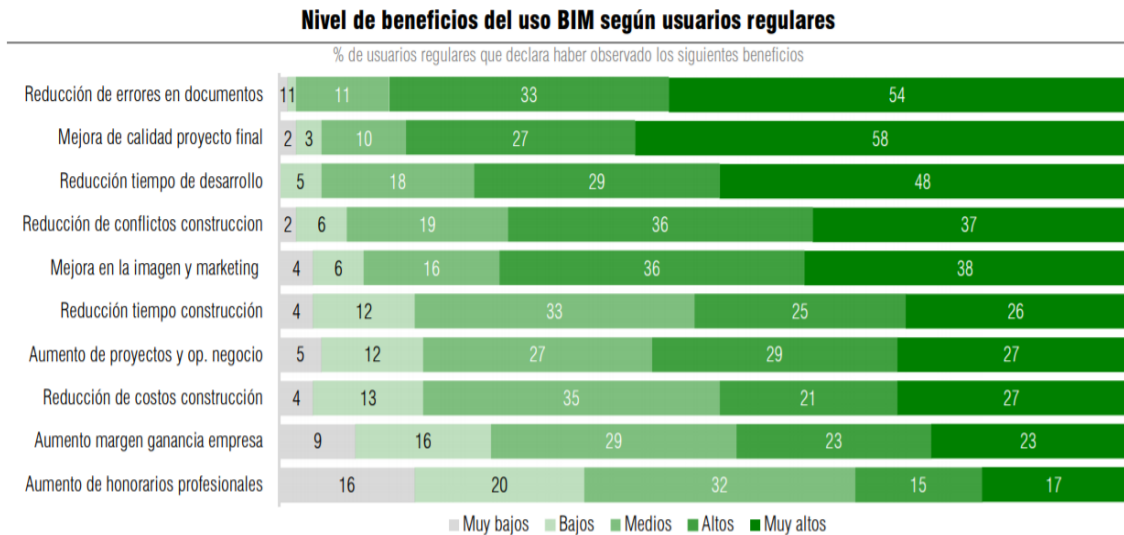


Figura N° 2.8 Nivel de beneficios del uso BIM según usuarios regulares chilenos. Fuente: Loyola Mauricio, 2016, Encuesta Nacional BIM 2016, p.5

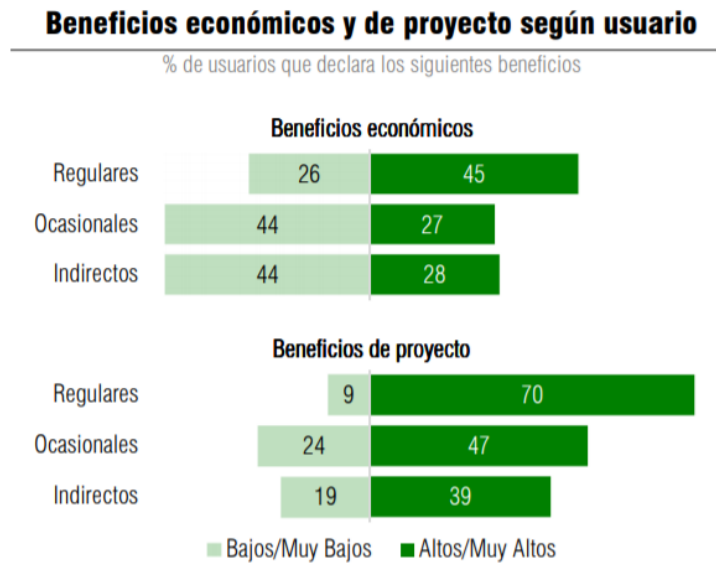


Figura N° 2.9 Usos de BIM en Beneficios económicos y de proyecto según usuarios chilenos.

Fuente: Loyola Mauricio, 2016, Encuesta Nacional BIM 2016, p.5

2.1.3.4 Perú

En el Perú el uso del BIM en edificaciones tiene registro desde el 2010; a partir de la fecha el uso del BIM se viene masificando, impulsado en gran medida por empresas privadas y el Comité BIM del Perú. Al momento de la elaboración de la tesis, el gobierno viene promoviendo la base legal para estandarizar el BIM (por ejemplo, la Guía para el modelado de la información de los edificios. 1ª Edición código PNTP-ISO/TS 12911). Según un estudio de Adopción BIM en proyectos de Edificación en Lima y Callao del 2017, uno de cada cuatro obras en Lima Metropolitana tiene algún uso de BIM; este estudio también muestra que el nivel de adopción BIM más bajo se encuentra en edificaciones multifamiliares y centros educativos (alrededor del 14%), mientras que los niveles más altos están en hoteles, vivienda masiva (entre 60% - 70%), y en menor medida las oficinas y centros Comerciales (entre 50%-60%), lo descrito se muestra en la Figura 2.10. Por otro lado, el uso del BIM aumenta mientras el proyecto cuente con mayor complejidad y sea de mayor envergadura. En ese sentido, se puede presumir que el nivel bajo de adopción en proyectos de edificación multifamiliar se debe a que la mayoría son de baja altura (hasta 7 pisos) y de poca área construida (menos de 5,000 m²), como se observa en la Tabla 2.1. (Murguía Sanchez, 2017).

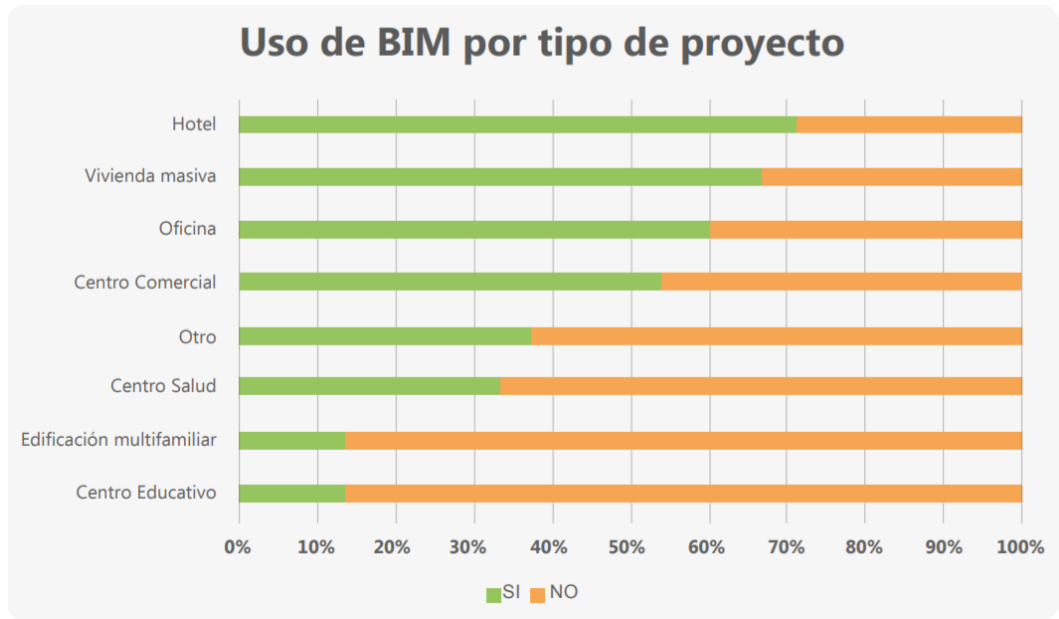


Figura N° 2.10 Usos de BIM en Lima y el Callao por tipo de Proyecto. Fuente: Murguía Sánchez, 2017, Primer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao 2017, p.10

Tabla N° 2.1 Conteo de proyectos por área construida y Tipo de Proyecto.

Uso	Área Construida en miles de m2				Número de Pisos				
	<5	5 a 10	10 a 20	>20	< 4	5 a 7	7 a 11	12 a 20	>20
Centro Comercial	5	3	2	3	10	0	0	0	0
Centro Educativo	8	3	3	1	8	4	3	0	0
Centro Salud	2	0	0	1	1	2	0	0	0
Multifamiliares	154	44	31	15	54	84	44	58	4
Hotel	3	2	1	1	1	2	2	2	0
Oficina	1	4	1	4		2	2	5	1
Otro	11	1	0	4	13	1	1	1	0
Vivienda masiva	2	5	3	5	2	2	4	7	0

Fuente: Murguía Sánchez, 2017, Primer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao 2017, p.9

Según el mencionado estudio de adopción BIM en Lima Metropolitana y el Callao, las especialidades que más se modelan cuando se opta por el uso del BIM son Arquitectura (97%), Estructura (Volumetría de concreto, 93%), Instalaciones Eléctricas y Sanitarias (84%), Instalaciones Mecánicas (77%), Estructura: acero (27%), lo mencionado se expone en la Figura 2.11.

El 61% de los proyectos inicia el uso de BIM en la etapa de diseño, 19% en la etapa de licitación (entre el diseño y la construcción), y 20% durante la obra. Cabe resaltar que ningún proyecto reporta utilizar BIM para la etapa de definición de

proyecto, que sucede en mercados más maduros (Murguía Sánchez, 2017). Los resultados de esta sección deben leerse en la Figura 2.12.

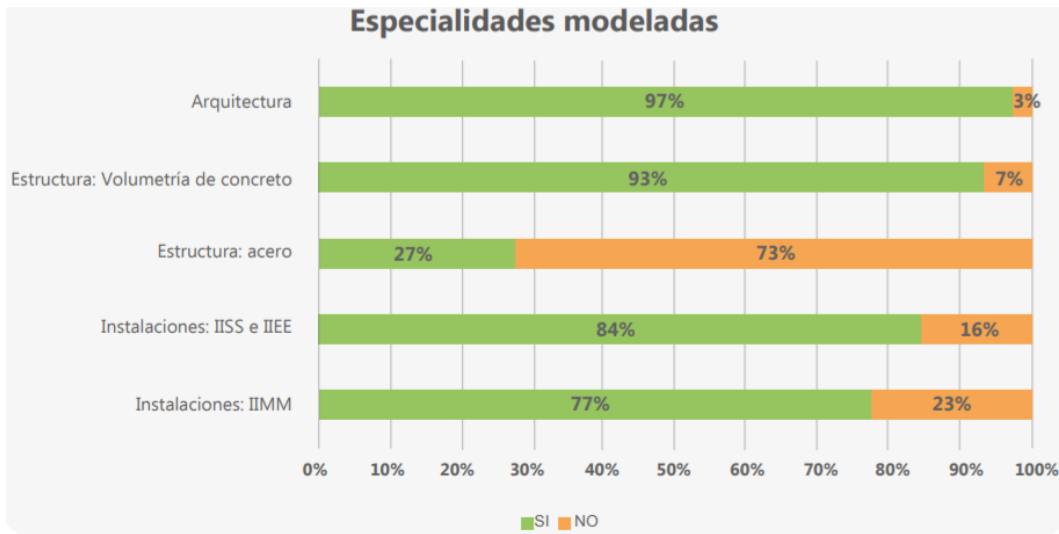


Figura N° 2.11 Especialidades Modeladas en Lima y Callao. Fuente: Murguía Sánchez, 2017, Primer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao 2017, p.12

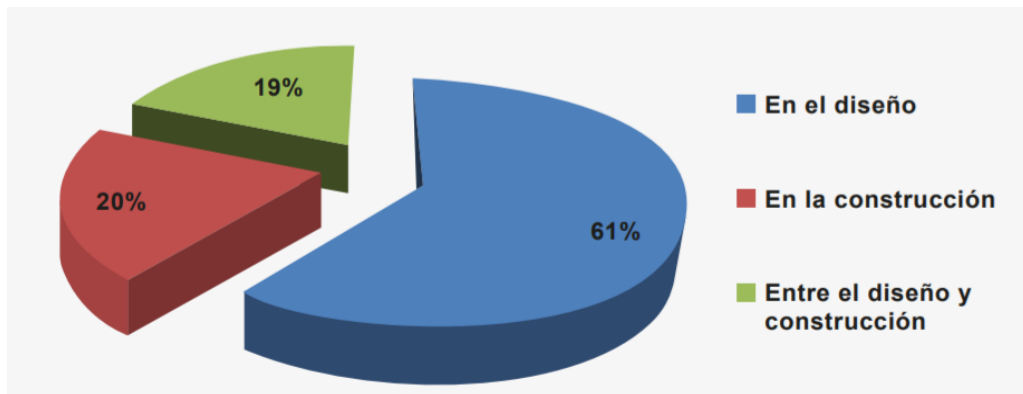


Figura N° 2.12 Etapas en la que inician la compatibilización con BIM los proyectos de edificación urbana. Fuente: Murguía Sánchez, 2017, Primer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao 2017, p.14

En la experiencia del tesista, corroborada por entrevistas a gerentes de empresas prestadoras de servicio BIM, se puede afirmar que la herramienta más usada en la actualidad es el Autodesk Revit, Autodesk Naviswork y Teckla Structure, en el orden de importancia descrito. Así mismo, a nivel local no se ha logrado usar herramientas BIM desde el diseño del anteproyecto, por lo cual su intervención es tardía (generalmente en la fase de compatibilización), limitando su uso, en muchos casos, a la detección de interferencias, reporte de incompatibilidades, visualización del modelo 3D, coordinación entre especialidades, metrado, análisis

4D, visualización de la realidad aumentada y recorridos virtuales. A continuación, se presenta el alcance del modelamiento típico ofertado por empresas prestadoras de servicio BIM:

- El nivel de detalle es LoD 300.
- El modelo es realizado en Autodesk Revit y contemplan las especialidades de Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Sanitarias, Instalaciones Eléctricas, Electromecánicas, Iluminación, Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), Agua contra Incendios (ACI), y Seguridad.
- El modelamiento de Instalaciones Eléctricas se realiza de la siguiente manera: se modelan los entubados colgados o expuestos y entubados hasta centrales y tableros. Las tuberías empotradas no se modelarán (salvo requerimiento expreso del cliente), se modelan los puntos de salida eléctrica y Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).
- El modelamiento de Instalaciones Sanitarias se realiza de la siguiente manera:
 - Agua fría: Montantes, red de distribución hasta la llave general de cada bloque o sector. Se modelan las redes internas para cada bloque.
 - Agua caliente: Montantes, red de distribución hasta la llave general de cada bloque o sector. Se modelan las redes internas para cada bloque.
 - Desagüe y ventilación: Ramales principales, ramales secundarios y montantes hasta la salida a techo y descarga a la calle.
 - ACI: Modelo de todos los puntos de rociadores, gabinetes y válvulas angulares.
- El metrado obtenido es referencial, según el itemizado del cliente y depurado por la empresa prestadora de servicios BIM.
- El entregable del servicio BIM es el modelo BIM en archivos RVT y/o archivos de Naviswork, y reporte de interferencias generadas y resueltas mediante informes periódicos.

- Usualmente en el modelamiento se excluyen filtros, colgadores, soportes, y otros elementos que por su volumen no presenten interferencias con otros elementos, salvo que alguno de estos elementos sea requerido para metrado. Tampoco se considera el modelamiento de ascensores
- Los elementos como equipos, bombas, tableros, rejillas, y similares, se modelarán de manera referencial a su volumetría sin detallar la geometría del elemento.
- El modelamiento se realizará con los planos CAD definitivos o Revisión 0, sin cambios ni actualización de láminas durante el modelado inicial.
- No se incluye el modelamiento de mobiliarios o equipos especiales que no sean necesarios para el proceso de compatibilización.

2.1.4 Nivel de Desarrollo (LoD)

Building Information Modeling (BIM) es nuevo para muchas empresas, y la implementación es, por consiguiente, un desafío. Los desafíos incluyen procesos no estructurados que a menudo conducen a aumentos en el plazo y costo previsto. Por tanto, el concepto de LoD es usado para delimitar el alcance del modelo BIM, tanto a nivel geométrico como de propiedades.

El acrónimo LoD proviene del inglés Level of Development, o nivel de desarrollo; este un concepto teórico cuya estandarización garantiza una cierta calidad de información. El concepto de LoD fue iniciado por Vico Weber en 2005 junto con una especificación de progresión de Modelo (Model Progression Specification o MPS). Después de esto, diversas versiones, con complementos, surgieron a lo largo del mundo. El último y más conocido por ser uno de los más importantes es el Formulario de Protocolo de Modelo de Información con definiciones y básicas y matriz de Responsabilidad estandarizada. A continuación, se presentan los niveles de desarrollo que consideran (de manera resumida):

- LoD 100. Información aproximada, a menudo genérica.
- LoD 200. Hace referencia a una geometría aproximada como un sistema o elemento con tamaño, forma y ubicación.
- LoD 300. Elemento representado como un sistema u objeto específico con tamaño, forma, ubicación y cantidad.

- LoD 350. El nivel de desarrollo es similar al LoD 300, pero se incluye la interfaz con otros elementos de construcción.
- LoD 400. El elemento se modela lo suficiente como para producir exactamente bases para la fabricación.
- LoD 500. El elemento proporciona una figura exacta del elemento real de construcción.

Según un estudio de Iver Gryttinga y Fredrik Svalestuen (Grytting, 2017) el uso de un plan de decisión BIM puede ayudar a los propietarios a controlar el proceso de decisión, mejorar la comprensión del producto diseñado y tomar decisiones con un riesgo reducido de cambios. El concepto teórico de LoD puede contribuir a la planificación de la estructura de las decisiones. En la figura 2.13 se presenta el modelo conceptual de decisión LoD propuesto por dichos autores. Este esquema presenta cinco fases en el eje de las abscisas los cuales corresponden al desarrollo del proyecto a nivel genérico, y los principales elementos BIM en el eje de las ordenadas. Las líneas de cada entrega están destinadas a ilustrar la progresión del modelo ya sea a nivel de propiedades o geométrico. La actividad del diseño se ejecuta en el tiempo, concluye con los plazos de entrega, los mismos que se ilustran de cada cuadrícula. El color de cada LoD está relacionado con el nivel de desarrollo (rojo corresponde a un LoD 100, naranja a un LoD 200, amarillo a un LoD 300, verde a un LoD 400 y celeste LoD 500).

Actualmente en el mercado peruano, las empresas dedicadas al rubro de modelamiento de información virtual, suelen emplear un LoD 300 para representar los modelos destinados a la etapa de compatibilización del proyecto y mantener este nivel de detalle o aumentar a un LoD 400 (según el requerimiento del cliente) para la ejecución de obra.

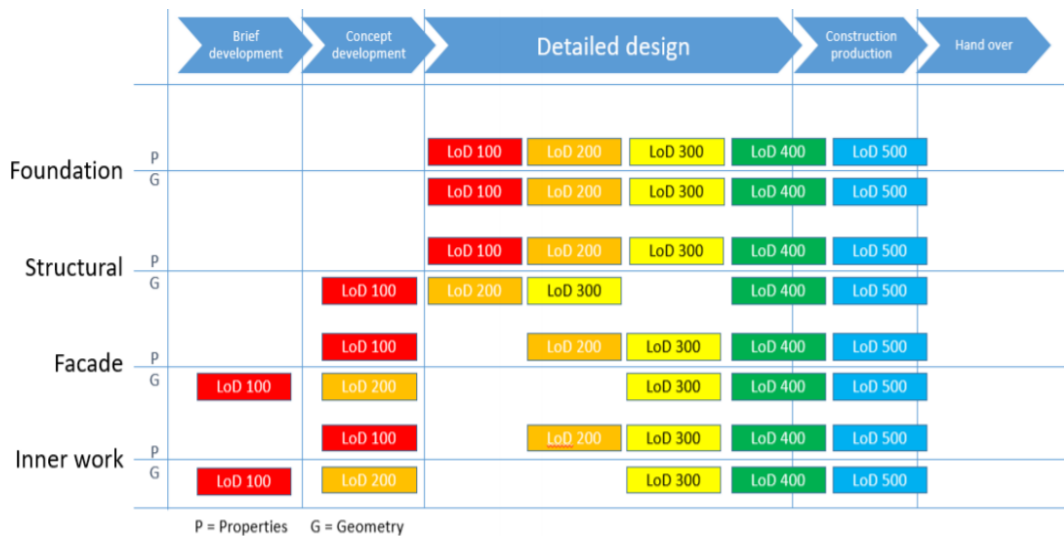


Figura N° 2.13 Modelo Conceptual de un Plan de decisión en base al LoD. Fuente: Grytting, 2017, Use of LoD decisión plan in BIM-projects, p.413

2.1.5 Herramientas BIM

En este apartado se presentará parte de una tabla, propuesta por David Barco, que enlista los desarrolladores, programas de modelamiento, cálculo de estructuras e instalaciones, planificación 4D, de control de costos 5D, de infografías y realización de videos de simulación, etc. Los desarrolladores de softwares que han calado con mayor profundidad en la comunidad BIM son los siguientes (Barco Moreno, 2018)

- Autodesk: Incluye entres su software AutoCAD Revit, Navisworks, 3DStudio, Civil 3D, Infracworks, etc.
- Nemestcket Group: Incluye Allplan, Archicad, Solibri y Vectorworks.
- Trimble: Incluye Tekla Structure.
- Bentley: Incluye Microstation, AECOSim e Inroads.

Tabla N° 2.2 Herramientas BIM.

PROGRAMA			AGENTES					
ÁREA FUNCIONAL	DESARROLLADOR	NOMBRE	Arquitecto/ Proyectista	Ingeniero	Ingeniero	Promotor/CI	Fabricante/I	Constructor
MODELADO ARQUITECTURA	Autodesk	Revit						
	Nemetscheck Group	Allplan						
	Bentley	AECOSIm						
	Nemetscheck Group	Archicad						
	Robert McNeel & Asso.	Rhinoceros						
	Dassault Systemes	Autodesk Solidworks						
	Autodesk	Autodesk Fusion 360						
	Autodesk	Autodesk Inventor						
	Nemetscheck Group	Archicad						
	Acca Software	Edificius						
	Trimble	Sketchup						
MODELO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS	Autodesk	Robot						
	Cype	CypeCAD						
	Trimble	TEKLA Structures						
	Autodesk	Autodesk Advance Steel						
	Autodesk	Autodesk Advance Concrete						
	Nemetscheck Group	Nemetscheck Scia						
MODELADO Y CÁLCULO INSTALACIONES MEP	Cype	CypeMEP						
	Autodesk	Revit MEP						
	Nemetscheck Group	MEP Modeler (Archicad)						
	Dial	DiaLux						
	Program	MagiCAD						
	Data Design System	DDS CAD						

Fuente: Barco Moreno, 2018, Guía para implementar y Gestionar Proyectos en BIM, p. 63

Tabla N° 2.2 Herramientas BIM

MODELADO OBRA CIVIL	Autodesk	Civil 3D						
	Autodesk	Infraworks						
	Autodesk	Autodesk Point Layout						
	Autodesk	BIM 360 Field						
	Autodesk	ReCap 360						
	Bentley	Inroads						
	Bentley	Railtrack						
	Buhodra Ingeniería	Instram-Ispol						
	MDT Software	Mdt, Clip-Cartomap						
SIMULACIÓN ENERGÉTICA	Autodesk	Autodesk, Green Bulding Studio						
	Autodesk	Insight 360						
	Trimble	Tekla Structural Designer						
	Open Source	Openstudio						
	DesignBuilder	DesignBuilder						
	Nemetscheck Group	Grapshisoft EcoDesigner						
	Bentley	AECOSim						
PROGRAMACIÓN VISUAL	Autodesk	Dynamo						
	Robert McNeel & Asso.	Grasshoper						
GESTIÓN DE MODELOS	Nemetscheck Group	Solibri Model Checker						
	Nemetscheck Group	Solibri Model Viewer						
	Autodesk	Naviswork Simulate						
	Autodesk	Naviswork Freedom						
	Autodesk	Naviswork Manage						
	Bentley	Projecg Wise Navigator						
	Trimble	Tekla BIMSight						

Fuente: Barco Moreno, 2018, Guía para implementar y Gestionar Proyectos en BIM, p. 63

Tabla N° 2.2 Herramientas BIM

COORDINACIÓN	Vizerra	Revit Model Review						
	Aconex	BCF Manager						
	Autodesk	Design Review						
	Nemetscheck Group	Adobe PDF 3D						
	Nemetscheck Group	Autodesk 360						
	Autodesk	Autodesk Revit Server						
	Kubus	BIMcollab						
	Nemetscheck Group	Navisworks Manage						
	Nemetscheck Group	Solibri						
PLANIFICACIÓN 4D	Synchro Software	Sunchro						
	Oracle	Primavera						
	Microsoft	Microsoft Project						
	Trimble	VICO Office						
	Itec	TCQ (Itec)						
	Autodesk	Navisworks Manage						
COSTOS 5D	Microsoft	Excel						
	RIB Spain	Presto/Cost - it						
	Cype	Arquímedes (Cype)						
	BIM Ibérica	Medit (BIM Ibérica)						
	Itec	TCQ (Itec)						
	Aktec	Gest/ Mideplan (Arktec)						
	Trimble	VICO Office						

Fuente: Barco Moreno, 2018, Guía para implementar y Gestionar Proyectos en BIM, p. 63

Tabla N° 2.2 Herramientas BIM

FOTORREALISMO /VIDEO	Lumion	Lumion						
	Autodesk	Fuzor						
	Abvent	Twinmotion						
GESTIÓN DE PROYECTOS	Micad Global Group	Gestproject						
	Bentley	Project Wise						
	Viewpoint	4BIM Projects						
	ISOTools	ISOTools						
	ICCL	Q-est						
	Earcon	KMkey						
	Autodesk	Autodesk BIM 360 Team						

Fuente: Barco Moreno, 2018, Guía para implementar y Gestionar Proyectos en BIM, p. 63

2.1.6 Plan de ejecución BIM (BEP)

Para los project Manager o empresas especializadas en gestión de proyectos no es un documento nuevo, ya que desde que existe esta disciplina está el Plan de Ejecución del Proyecto, mediante el cual se controlan las fases, las tareas, entregables, recursos, costos, plazos, riesgos y calidad del proyecto, principalmente (Barco Moreno, 2018).

Algunos puntos que definen el BEP pueden ser los siguientes:

- Es el documento específico de desarrollo y coordinación de un proyecto BIM
- Proporciona el marco necesario para todas las partes interesadas; propietarios o clientes, arquitectos, ingenieros, gestores de proyectos y obras, constructoras/contratistas, subcontrata y fabricantes, etc, que desarrollan los procesos del modelo de información.
- Debe ser consensuado; acordado por todas y cada una de las partes intervinientes.

- Es evolutivo, modificado y ajustado para acomodar el flujo de trabajo y el alcance a lo largo de las diferentes etapas del proyecto. Con revisiones periódicas en función de la duración del proyecto

Un índice tentativo para el BEP sugerido por Barco Moreno es el siguiente:

1. Información general del Proyecto:
 - a) Descripción
 - b) Alcance y retos del proyecto
 - c) Descripción de todos los agentes: clientes, proyectistas, calculistas, coordinadores
 - d) Organigrama y roles normativos
2. Objetivos del Proyecto
 - a) Objetivos BIM del proyecto
 - b) Objetivos de los agentes del proyecto
 - c) Planificación
 - d) Matriz del LOD
3. Interoperabilidad
 - a) Estándar BIM aplicable
 - b) Ubicación y gestión de coordenadas
 - c) Estándares del modelado
 - d) Protocolos de comunicación y reuniones
 - e) Protocolos de intercambio de información
 - f) Protocolos de validación de modelos y datos (auditoría)
 - g) Submodelos
 - h) Unidades de modelo y tolerancia
 - i) Prototipo de modelos de interoperabilidad BIM
 - j) Protocolos de cálculo de áreas

4. Recursos logísticos y técnicos

- a) Software BIM de los agentes y control de versiones y actualizaciones
- b) Entorno de datos compartidos
- c) Requerimientos de hardware/ Infraestructura TIC (todos los agentes)
- d) Software (todos los agentes)
- e) El contenido BIM específico del proyecto

5. Anexo de usos BIM

Las tareas para desarrollar un BEP pueden ser las siguientes:

- Definir el esquema general del BEP. Índice, secciones y anexos
- Definir la información básica del proyecto, Tabla de información de proyecto.
- Establecer los contactos clave del proyecto. Tabla de contactos.
- Incluir los usos/objetivos del proyecto BIM.
- Establecer la organización por roles y definir los equipos de personal,
- Matriz de responsabilidades. Establecer qué va a ser modelado y que no, y quién es el responsable de modelar qué para cada una de las categorías de las disciplinas del proyecto.
- Los BIM managers deben plantear las diferentes estrategias de modelado, previo consenso con los modeladores del equipo.
- El responsable de modelos (el equipo de diseño):
 - Identificar componentes de modelado por disciplinas, clasificarlas, excluir modelados inviables, transmitir la intención de diseño y viabilidad constructiva.
 - Si está el contratista, negociar los requerimientos de mediciones por fases fabricación de elementos singulares y prefabricación.

- Ponderar las demandas de modelado.
- Establecer los procesos clave del proyecto.
- Incluir el proceso de intercambio de información BIM.
- Definir los requisitos de datos para entrega FM (puesta en marcha).
- Establecer procedimientos de colaboración.
- Gestionar el control de calidad.
- Establecer las necesidades de infraestructura tecnológica.
- Gestionar el control de calidad.
- Establecer las necesidades de infraestructura tecnológica.
- Crear la estructura de los modelos (ARQ, STR, MEP, Civil)
- Establecer los entregables del proyecto, tanto en la fase del diseño como en obra y FM. Aclarar si se van a entregar
 - no el modelo nativo, así como la propiedad intelectual, porque el modelo nativo puede modificarse, a diferencia de un PDF.
 - En los casos que sea necesario, incluir la posibilidad de asesorar a los clientes sobre el manejo de los modelos enseñarles los nuevos tipos de entregables para que no sigan pidiendo exportaciones a DWG.
 - En la fase de obra, si se utilizan gestores de modelos como Navisworks u otras aplicaciones de análisis, hay que prever un adecuado modelado.
 - Para las fases de FM, el equipo de diseño tiene que tenerlo en cuenta, si se van a utilizar aplicaciones de FM,
- Establecer las estrategias de la entrega/contrato.

2.1.7 Etapas de la implementación BIM

La implementación BIM se refiere al conjunto de actividades emprendido por una unidad organizativa para prepararse, desplegarse o mejorar sus entregables BIM (productos) y sus flujos de trabajo relacionados (procesos) (Succar & Kassem,

2015). Las etapas de la implementación BIM han sido estudiadas y propuestas por diversos autores. En el presente capítulo se abordará, por un lado, de manera breve, la propuesta de Mark Bew y Mervyn Richards; por otro lado, de manera menos escueta, a la propuesta de Succar & Kassem.

Según Mark Bew y Mervyn Richards (Bew & Mervyn, 2013) existen cuatro niveles de implementación BIM, definidos desde el estado cero al estado tres, estos niveles se ilustran en la figura 2.14. El nivel 0 contiene cualquier tipo de documentación en papel, creada a mano o con programas asistidos por computadora CAD. El nivel 1 se refiere a la documentación 2D y 3D en forma de archivos digitales sin el uso de una base integrada. El siguiente nivel, el nivel 2 se puede considerar como el inicio del modelamiento de información de construcción, cuyas características son similares con el nivel 1, y que a diferencia de este existe una biblioteca de información basada en archivos que se usarán en el proyecto. Por tanto, se puede considerar que la esencia del BIM, según este autor, es el uso de una base de datos compartida para el proyecto, asignada a un modelo paramétrico 3D, cuyo uso permite obtener la documentación completa del proyecto.

El nivel 3, catalogado como Intelligent BIM (IBIM) hace posible el uso de la información a través del modelo paramétrico para la gestión de la construcción durante todo el ciclo de vida del proyecto; dicha información puede ser transferida a través de los formatos BIM, IDM, IFC, IFD. Según los niveles de adopción definidos, se considera que en nuestro medio se está atravesando una transición entre la etapa 1 y la etapa 2.

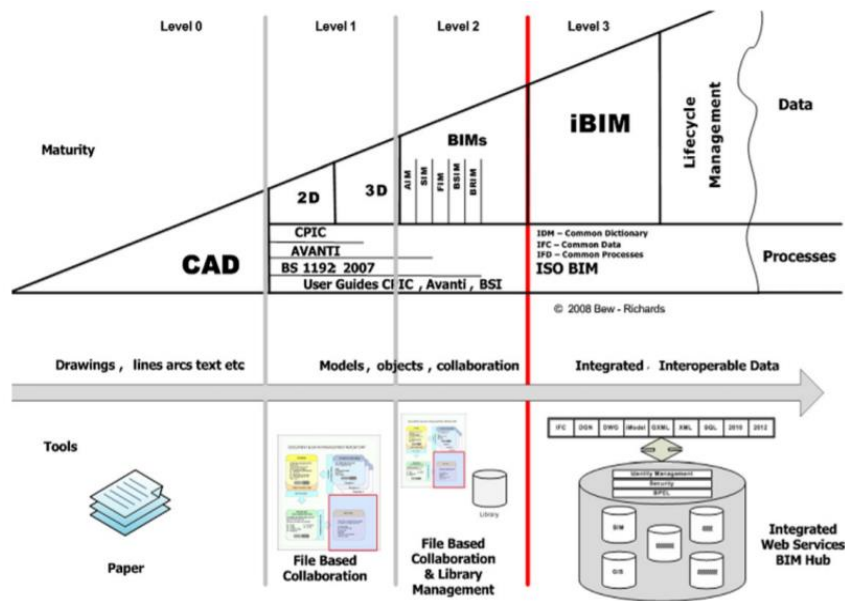


Figura N° 2.14 Esquema de maduración BIM. Fuente: Bew & Mervyn, 2013, How to measure the benefits of BIM — A case study approach, p.151

Según Succar y Kassem, La implementación BIM se presenta como un proceso de tres fases (Succar & Kassem, 2015) los cuales son la fase PRE BIM, fase de Colaboración y la fase de Integración.

La primera Fase (PRE BIM) es el estado previo a la implementación que representa la propensión de una organización o unidad organizativa para adoptar herramientas BIM, flujos de trabajo y protocolos; El readiness ramp, mostrado en la figura 2.15, expresa el nivel de preparación, el potencial de participar, o la capacidad de innovar; esta etapa se puede medir usando una variedad de enfoques, basados en entregables y procesos, y da a conocer las actividades de planificación y preparación antes de la implementación.

La segunda fase (Colaboración basada en el Objeto) representa la implementación voluntaria de herramientas BIM, flujos de trabajo y protocolos. Esta fase abarca numerosas tecnologías, procesos y políticas; se expresa como la capacidad mínima de una organización o equipo para entregar un resultado medible.

La tercera fase (Etapa de Madurez) se da posterior a la implementación BIM y se caracteriza por un desarrollo gradual; esta comprende cinco niveles de madurez o hitos de mejora del rendimiento que organizaciones, equipos y mercados enteros aspiran. Los cinco niveles de madurez son los siguientes_ [a] Ad – hoc o Poca madurez; [b] caracterizado por un nivel Medio – Bajo de Madurez; [c] media

madurez; [d] Madurez integrada o medianamente alta; y [e] Madurez óptima o alta madurez.

El Punto de adopción (PoA) es un término que identifica la unión donde la preparación organizacional se transforma en capacidad organizativa/madurez. La adopción al estado de transformación de BIM comienza en el PoA cuando una organización, después de un periodo de planificación y preparación, adopta con éxito herramientas y flujos de trabajo. El PoA2, o PoA3 marca el salto de la capacidad inicial (sin capacidad BIM) a la capacidad mínima (Nivel 1); a medida que el adoptante interactúa con otras empresas que ya adoptaron BIM, un segundo salto (Etapa 2) marca la capacidad de la organización para tener éxito en la colaboración basada en modelos. Además, cuando la organización comienza a involucrar a múltiples partes interesadas en toda la cadena de suministro, una tercera capacidad de salto (Etapa 3) es necesario para el beneficio de integrado, herramientas, procesos y protocolos basados en red. Cada uno de estos saltos van precedidos de una inversión considerable en recursos físicos, y cada etapa señala nuevas habilidades organizacionales y entregables no disponibles en saltos previos. Sin embargo, cada organización escala de manera diferente a su etapa de madurez BIM, ya que está condicionado a su experiencia, difusión interna y mejora gradual del rendimiento con el tiempo. Las curvas de madurez múltiple representadas reflejan la naturaleza heterogénea de la adopción de BIM incluso dentro de la misma organización.

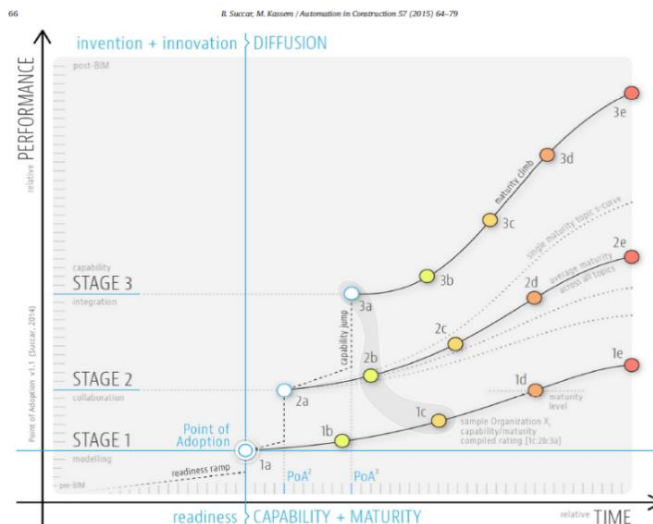


Figura N° 2.15 Estados de adopción del BIM. Fuente: Succar & Kassem, 2015, Macro-BIM adoption: Conceptual structures, p.66

El modelo de adopción BIM propuesto por Succar y Kassem analiza la difusión BIM a través de roles desempeñados por las partes involucradas, como una red de actores. Para ello, primero identifica nueve grupos de stakeholders distribuidos en tres campos del BIM (tecnología, procesos y política), tal como se muestra en la figura 2.16; estos nueve grupos de interesados son los siguientes: legisladores, instituciones educativas, organizaciones de la construcción, profesionales individuales, desarrolladores de tecnología, proveedores de servicios de tecnología, industria, comunidades y defensores de la tecnología.

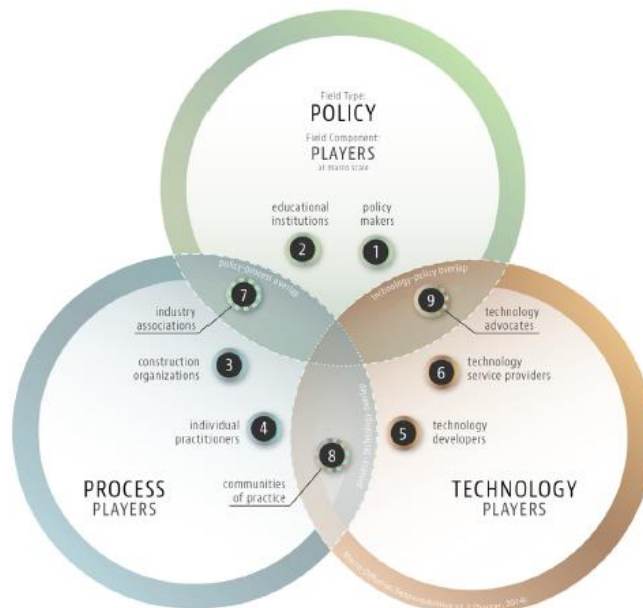


Figura N° 2.16 Campos de la Actividad BIM. Fuente: Succar & Kassem, 2015, Macro-BIM adoption: Conceptual structures, p.76

El campo de la tecnología agrupa a las compañías proveedoras de softwares, proveedores de redes y compañías de hardwares; el campo de procesos agrupa a tasadores, topógrafos, gerentes de proyectos, proveedores, fabricantes, operadores, arquitectos, ingenieros, contratistas; el campo de política agrupa a las compañías de seguros, instituciones educativas, centros de investigación, normas de construcción, proyectos de investigación, mejores prácticas y acuerdos contractuales.

CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO Y SITUACIÓN ACTUAL

2.1 LA EMPRESA INMOBILIARIA GRUPO LAR

GRUPO LAR es una empresa dedicada a la promoción, inversión y gestión de activos inmobiliarios, con 50 años de experiencia en el mercado; posee presencia destacada en siete países, los cuales son los siguientes: España, Polonia, Rumanía, México, Brasil, Alemania, Colombia y Perú; los mismos que se muestran en la figura 3.1. A nivel internacional su principal actividad inmobiliaria reside en centros comerciales, Oficinas, parques empresariales, parques industriales, y conjuntos residenciales. Grupo Lar goza de una sólida posición financiera, a pesar de que el sector inmobiliario español ha sufrido la peor crisis conocida, debido a su diversificación geográfica y de activos. En el informe anual del 2017 se registra una cartera gestionada de 3,725 millones de euros (€m). España concentra el 53% de sus operaciones, en México el 21%, en Perú 13%, en Brasil 7%, en Polonia 3% y Rumanía 1%. Lo mencionado se lee en la Figura 3.2.



Figura N° 3.1 Países donde opera GUPO LAR. Fuente: www. Grupolar.com

El mismo informe reporta que el sector residencial es el principal producto ofertado por la empresa, 63% de la diversificación de sus activos, con una cartera de 14,325 viviendas, emplazadas en 1,711,702 m²; el rubro retail concentra el 23% de sus activos gestionados, con una cartera de 20 centros comerciales, emplazados en 616, 114 m²; el sector logístico concentra el 10% de sus activos, con una cartera de 6 centros logísticos, emplazados en 274, 654 m²; el sector de

oficinas concentra el 2% de sus operaciones, con una cartera de 4 edificios de oficinas, emplazados en 41, 967 m². Lo mencionado se ilustra en la Figura 3.3.

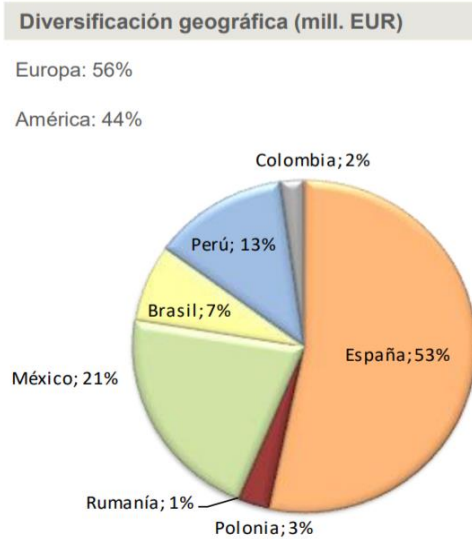


Figura N° 3.2 Diversificación geográfica (millones de Euros). Fuente: Grupo Lar, 2018, Presentación Corporativa, p.6

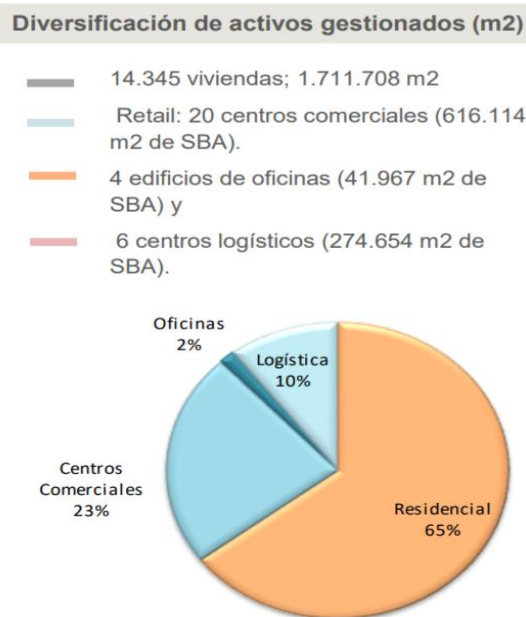


Figura N° 3.3 Diversificación de activos gestionados (m²), Fuente: Grupo Lar, 2018, Presentación Corporativa, p.6

En el sector residencial, principal actividad del promotor inmobiliario, el 2003 Grupo lar gestionaba en España todas sus inversiones, con una cartera de 8,211 unidades; en el año 2004 inicia con sus primeras inversiones en México, en el 2005 en Francia y en el 2006 en Rumanía, Hungría, Alemania y Polonia. Por tanto, en el 2007 tenía en cartera 22,739 unidades de las cuales el 48% se ubicaban en

España, el 16% en México, 24% en Francia y el 2% en Europa del Este. Entre el 2008-2013 realizó una desinversión en Francia e inició inversiones en Brasil, Colombia y Perú. Al 2017, en Latinoamérica, posee una cartera de 14,345 unidades de las cuales el 33% se ubica en México, el 29% en Perú, 13% en Brasil,

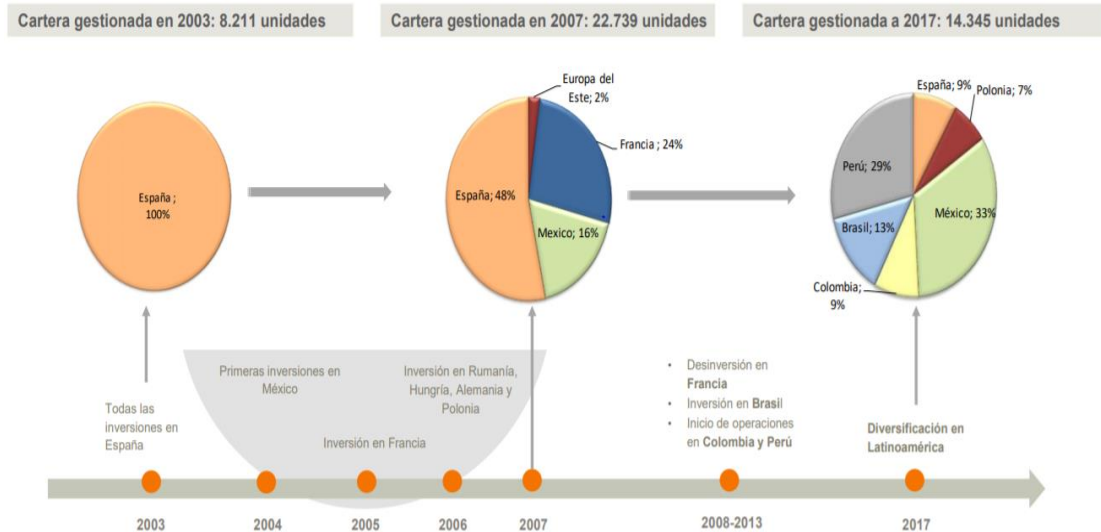


Figura N° 3.4. Evolución del Grupo Lar en el segmento residencial. Fuente: Grupo Lar, 2018, Presentación Corporativa, p.20

En el Perú, Grupo Lar se dedica a la promoción, inversión y gestión de activos inmobiliarios en proyectos Multifamiliares que se desarrollan en Lima. Posee en cartera 4062 viviendas, una cartera total gestionada de 449 millones de euros. Los proyectos que actualmente se encuentra desarrollando son los siguientes:

Proyecto Multifamiliar Hara, este proyecto se ubica en Ca. Fermín Tanguis N° 160; el proyecto se desarrollará en seis fases sobre un terreno de 4,342.93 m², contará con 592 viviendas y 403 cocheras. Al momento de la elaboración de la tesis la fase uno se encuentra en construcción. La Figura 3.5 muestra la fachada del proyecto.

Proyecto Multifamiliar Midtown, ubicado entre las Av. Miguel Aljovin, Jr. Azángaro, Av. Roosevelt y Jr. Lampa en el distrito de Cercado de Lima; el proyecto se desarrollará en cuatro fases sobre un terreno de 12,797.12 m², contará con 456 viviendas, 25 tiendas y 174 cocheras. La Figura 3.6 muestra la fachada del proyecto.



Figura N° 3.5 Fachada del Proyecto Multifamiliar Hara. Fuente: [www. Hara.pe](http://www.Hara.pe)



Figura N° 3.6 Fachada del Proyecto Multifamiliar Midtown. Fuente: [www. Midtown.pe](http://www.Midtown.pe)

Proyecto Multifamiliar Eres, ubicado Av. República de Panamá 4055,4069,4077 – Surquillo; el proyecto se desarrollará en cuatro fases sobre un terreno de 13,071 m², contará con 1,817 viviendas, y 1,817 cocheras. La Figura 3.7 muestra la fachada del proyecto.

Proyecto Multifamiliar Elant, ubicado Av. Canadá N° 115 – Calle Los Brillantes N°530 – Urbanización Balconcillo - La Victoria.; el proyecto se desarrollará en tres fases sobre un terreno de 2,355 m², contará con 448 viviendas, y 222 cocheras. La Figura 3.8 muestra la fachada del proyecto.

La información de este proyecto, por ser el caso de estudio, se detallará posteriormente.



Figura N° 3.7 Fachada del Proyecto Multifamiliar Eres. Fuente: [www. Eres.pe](http://www.Eres.pe)



Figura N° 3.8 Fachada del Proyecto Multifamiliar Elant. Fuente: [www. Elant.pe](http://www.Elant.pe)

Dos de sus primeros proyectos, Proyecto Multifamiliar Duplo y Proyecto Multifamiliar Nesta, los desarrolló en consorcio a nivel inmobiliario con la empresa COSAPI S.A.C. El proyecto duplo se ubica en la Av. Brasil 840, Distrito de Breña, departamento de Lima. El área construida es de 39,643.12 m², distribuido en dos

torres de 28 pisos, los cuales albergan 396 departamentos en su conjunto. La fachada del proyecto Duplo se muestra en la Figura 3.9



Figura N° 3.9 Fachada del Proyecto Multifamiliar Duplo. Fuente: [www. Duplo.pe](http://www.Duplo.pe)

El proyecto Nesta, cuya fachada se muestra en la Figura 3.10, se ubica en la Avenida Salaverry N°475, en el Distrito de Jesús María, Lima. Cuenta con un Área construida de 62,904 m², distribuidos en cinco torres de 20 pisos, que albergan 483 departamentos.



Figura N° 3.10 Fachada del Proyecto Multifamiliar Nesta. Fuente: [www. Nesta.pe](http://www.Nesta.pe)

3.1.1 Cultura Organizacional

3.1.1.1 Estructura Organizacional

El equipo directivo es una estructura sólida liderada por el Presidente Ejecutivo, quien es asistido por los Country Managers, el CEO y Director General; a su vez cada Country Manager, dado que es el responsable de la operación que se ejecuta en su país, es respaldado por un área de Finanzas, Proyectos, Técnico y Marketing. Lo mencionado se lee en las Figuras 3.11 y Figuras 3.12.

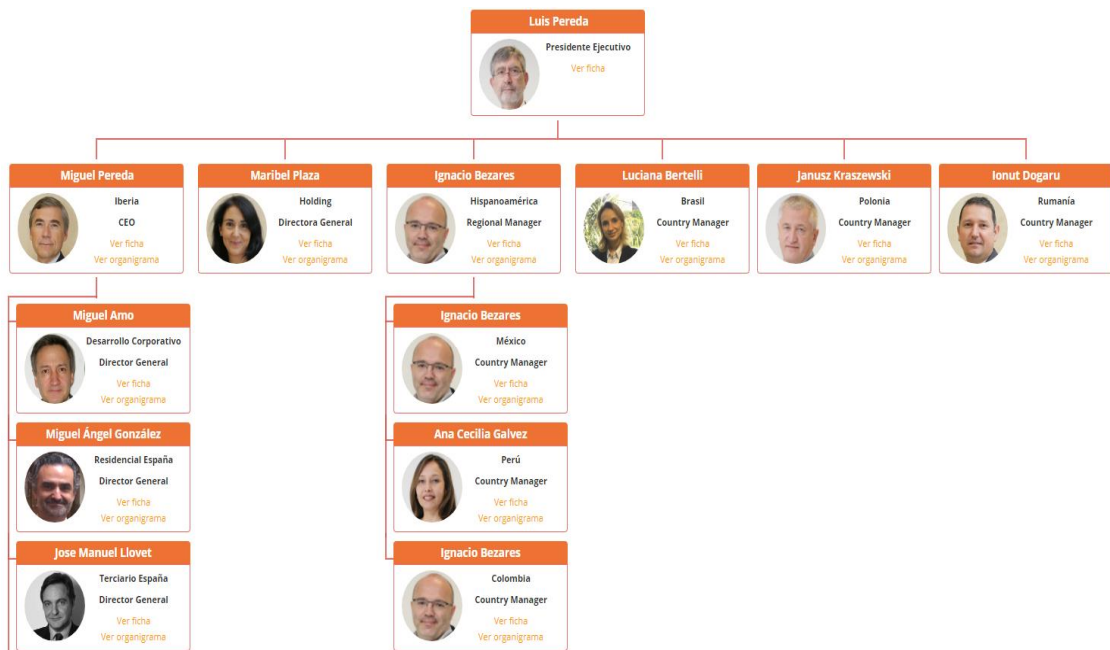


Figura N° 3.11 Estructura Organizacional Grupo Lar. Fuente:www.Grupolar.com

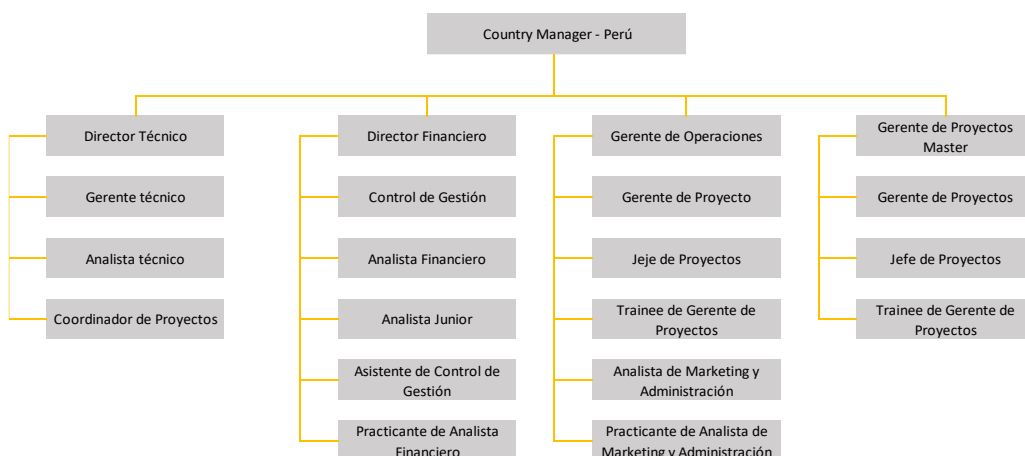


Figura N° 3.12 Estructura Organizacional de Grupo Lar en Perú. Fuente: www. Grupolar.com

3.1.2 Procesos internos para la gestión de proyectos

Los procesos vinculan actividades relacionadas o que interactúan, transformando elementos de entradas en salidas. Según la Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, en su sexta edición, los procesos de la dirección de proyectos se vinculan lógicamente entre sí a través de los resultados que producen. Los procesos pueden contener actividades superpuestas que tienen lugar a lo largo de todo el proyecto. En general, la salida de un proceso tiene como resultado: Una entrada a otro proceso, o bien Un entregable del proyecto o fase del proyecto (Guía del PMBOK, 2017). La figura 3.12 muestra un ejemplo de un proceso, el cual vincula entradas con salidas.

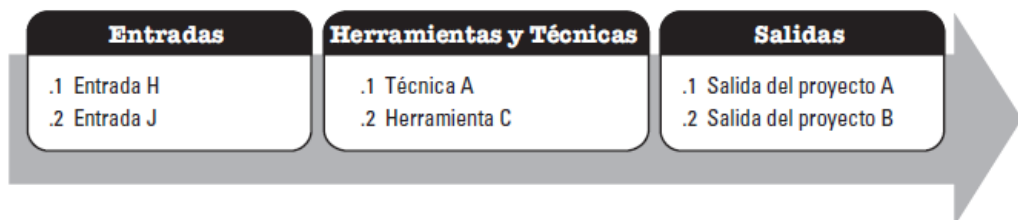


Figura N° 3.13 Ejemplo de un Proceso. Fuente: Project Management Institute, 2017, Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos, Sexta Edición, p.22

Los grupos de procesos definidos para el desarrollo técnico de un Proyecto Inmobiliario son las siguientes:

- Estudio de compra del Terreno
- Debida Diligencia Técnica (Due Diligence Técnico)
- Desarrollo del Anteproyecto en Consulta
- Elaboración del Encaje Económico
- Desarrollo del Proyecto Municipal
- Desarrollo del Proyecto Ejecutivo de Obra
- Elaboración del Presupuesto de Obra
- Licitación de Obra
- Construcción del Proyecto
- Post Venta del Proyecto

Se hace énfasis en señalar que los procesos no son estrictamente secuenciales, sino que se interrelacionan y superponen, por lo que los hitos, son los principales momentos que se presentan.

3.1.2.1 Estudio de Compra

a. Finalidad: En esta etapa se define la viabilidad técnica de la firma de opción de compra del terreno.

b. Participación: Country Manager, responsable de aprobar los resultados presentados por el gerente de proyectos y reportarlos al directorio de la empresa, actúa como el representante legal de la empresa en la firma de opción de compra del terreno.

Gerente de Proyectos, encargado de realizar la simulación de la operación y obtener los resultados de los indicadores económicos más relevantes (TIR, VAN) del proyecto. Los principales inputs para este acto son los siguientes: los ratios de construcción, área vendible y construida, el plazo de obra y la velocidad de venta.

Director Técnico, encargado de validar las ratios de construcción, el plazo de obra y el faseo³ presentados por el gerente técnico.

c. Hitos: A continuación, se describen los hitos para el área técnica en este grupo de proceso

- Validación de las áreas comunes, construidas y vendibles de la cabida arquitectónica presentado por el arquitecto proyectista.
- Validación/redefinición de las fases de construcción del proyecto.
- Estimación del plazo de construcción del Proyecto.
- Estimación de los Gastos Generales y Obras Provisionales del Proyecto.
- Cálculo del ratio de arquitectura.
- Cálculo del ratio de estructuras.
- Cálculo del ratio de especialidades.
- Estimación del costo de la compra de ascensores y equipamiento del proyecto.

³El faseo consiste en la delimitación del alcance de cada etapa constructiva del proyecto

3.1.2.2 Due Diligence Técnico

a. Finalidad: consiste en la investigación del estado del terreno en evaluación, cuyos resultados respaldan o modifican las ratios de construcción de la firma de opción de compra del terreno; y en consecuencia determinan si se producirá o no el acto de compra.

b. participación: Director Técnico, encargado de contratar a las empresas que realizan el Estudio de Mecánica de suelos, Estudio de Impacto Vial, Estudio de Contaminación de Suelos y Levantamiento topográfico, valida sus entregables y guía las actividades del gerente técnico y coordinador de proyecto.

Gerente Técnico negocia y propone el contrato a las empresas que realizan el Estudio de Mecánica de suelos, Estudio de Impacto Vial, Estudio de Contaminación de Suelos y Levantamiento topográfico, supervisa los entregables de las empresas contratadas y guía las actividades del coordinador de proyecto.

Coordinador de proyecto, realiza cuadros comparativos de la evaluación de las propuestas de los postores que faciliten y orienten la toma de decisión del gerente y director técnico para las contrataciones, responsable del cumplimiento de los plazos, el alcance y calidad de los Estudio de Mecánica de Suelos, Estudio de Impacto Vial, Estudio de contaminación de suelos, y levantamiento topográfico, realiza el trámite de la factibilidad de agua, energía y gas, reporta sus avances parciales en comités semanales con los demás coordinadores de proyecto, coordinador de obra, gerente técnico y director técnico.

c. Hitos: A continuación, se describen los hitos para el área técnica en esta etapa:

- Contratación de la empresa que realiza el Estudio de Mecánica de Suelos.
- Contratación de la empresa que realiza el Estudio de Contaminación de suelos.
- Contratación de la empresa que realiza el Estudio de Impacto Vial.
- Contratación de la empresa que realiza la topografía.
- Revisión de resultados del Estudio de Mecánica de Suelos.
- Revisión de resultados del Estudio de Contaminación de Suelos.
- Revisión de resultados del Estudio de Impacto Vial.

- Revisión de resultados de la Topografía. Ubicación de la sub estación eléctrica y punto de diseño.
- Validación de resultados de los Ratios de construcción del Proyecto.

3.1.2.3 Desarrollo del Anteproyecto en Consulta

a. Finalidad: Aprobación Municipal del Anteproyecto que a su vez satisface los estándares de Grupo LAR y que aseguran el cumplimiento de las metas estratégicas del alcance, costo, plazo y calidad del proyecto.

b. Participación: Director Técnico, encargado de contratar a los proyectistas de estructuras, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, instalaciones mecánicas, instalaciones de gas, Agua contra Incendio, proveedores estratégicos, valida sus entregables y guía las actividades del gerente técnico y coordinador de proyecto.

Gerente proyecto negocia y propone el contrato a las empresas que realizarán el diseño del proyecto, propone a los proveedores estratégicos que intervienen en este proceso, supervisa y guía las actividades del coordinador de proyecto.

Coordinador de proyecto, realiza cuadros comparativos de la evaluación de las propuestas de los postores que faciliten y orienten las tomas de decisiones del gerente y director técnico para las contrataciones, responsable del cumplimiento de los plazos, el alcance y calidad de los entregables de los diseñadores, expone sus avances parciales en comités semanales con los demás coordinadores de proyecto, BIM Manager, coordinador de obra, gerente técnico y director técnico.

c. Hitos: A continuación, se describen los hitos para el área técnica en este proceso:

- Validación de ductos técnicos de Instalaciones Sanitarias, Eléctricas, Mecánicas y Agua Contra Incendio.
- Definición de la cantidad, potencia y ubicación de los Grupos Electrógenos.
- Propuesta de INDECI de empresa dedicada al desarrollo de ingeniería de ACI.
- Validación INDECI por el arquitecto proyectista y Coordinador de Proyectos.

- Definición del tipo de losas estructurales, entrega de una planta típica de vigas, un eje de columnas y placas.
- Definición de la ubicación, volumen de cisterna, posición del agua caliente y fría, validación del cuadro de áreas usado para cálculo hidráulico.
- Definición de los equipos que usarán gas.
- Definición de las características técnicas de la cocina, campanas de extracción, ascensores y termas.
- Definición de la ubicación del cuarto de lavandería.
- Revisión del plano de alimentadores y diagramas unifilares
- Revisión de la cantidad y ubicación de jet fans.
- Revisión del recorrido del plano preliminar de gas.
- Definición del banco de medidores de los tableros.
- Definición del banco de medidores de gas.
- Revisión de la ubicación de tableros de distribución.
- Revisión de la ubicación de las válvulas de gas.
- Revisión del alcance del local comercial.
- Presentación del Anteproyecto en Consulta.
- Levantamiento de observaciones del Anteproyecto en Consulta.
- Aprobación del Anteproyecto en Consulta.
- Elaboración del cuadro de acabados.
- Revisión del plano de faseo.
- Kick off meeting del proyecto.

3.1.2.4 Elaboración del Encaje Económico

a. Finalidad: Estimar el presupuesto del costo de obra con un grado de confianza del 98%.

b. Participación:

- Director Técnico, encargado de validar y proponer optimizaciones en el encaje económico.
- Gerente técnico encargado de revisar los metrados y el análisis de costos unitarios para su optimización, alerta al director técnico causas potenciales de una desviación mayor al 2% respecto al reporte de la firma de opción de compra del terreno y sugiere qué medidas se deben tomar al respecto.
- Coordinador de proyecto, revisa y valida los metrados usados en el presupuesto, elabora el análisis de costos unitarios según itemizado, cotiza los elementos usados para el presupuesto.

c. Hitos: A continuación, se describen los hitos para el área técnica en esta etapa:

- Revisión de las obras provisionales.
- Revisión del presupuesto de estructuras/volumetría.
- Revisión de los gastos generales, utilidades.
- Revisión del presupuesto de arquitectura.
- Revisión del presupuesto de instalaciones eléctricas.
- Revisión del presupuesto de instalaciones sanitarias.
- Revisión del presupuesto de instalaciones mecánicas.
- Revisión del presupuesto de instalaciones de gas.
- Revisión del presupuesto de instalaciones de INDECI.
- Acabados en sótanos.
- Revisión del presupuesto de instalaciones de ACI.
- Aprobación de la calidad del modelo paramétrico.
- Aprobación de las partidas del control presupuestal para el modelo paramétrico.

3.1.2.5 Desarrollo del Proyecto Municipal

a. Finalidad: Aprobación Municipal del Proyecto que a su vez satisface los estándares de Grupo LAR y que aseguran el cumplimiento de las metas estratégicas del alcance, costo, plazo y calidad del proyecto.

b. Participación:

- Director Técnico, valida los documentos de la presentación Municipal y supervisa que se presenten en el plazo definido en el master plan.

- Gerente proyecto guía y supervisar los entregables del coordinador de proyectos.
- Coordinador de proyecto, gestiona los documentos para la presentación Municipal y valida su cumplimiento con los estándares corporativos.

c. Hitos: A continuación, se describen los hitos para el área técnica en esta etapa

- Contar con la copia literal del predio.
- Completar el Formulario Único de Edificaciones (FUE).
- Contar con la vigencia poder del representante legal del predio.
- Contar con la Boleta de Habilidad/ Declaración Jurada del Profesional.
- Contar con el Estudio de Impacto Ambiental.
- Contar con Estudio de Impacto Vial.
- Contar con la copia de factibilidades (agua, luz, gas, teléfono)
- Realizar pagos por derecho de revisión (Colegio de Arquitectos, Colegio de Ingenieros, y Banco de la Nación por INDECI)
- Contar con el estudio de suelos.
- Contar con el plano de sostenimiento y memoria descriptiva.
- Contar con el plano de ubicación.
- Contar con los planos y memorias descriptivas por especialidad.
- Revisión del plano de coordinaciones de instalaciones eléctricas.
- Revisión de la ventilación requerida de IIGG.
- Propuesta de intercomunicadores de Proveedor.

3.1.2.6 Desarrollo del Proyecto Ejecutivo de Obra

a. Finalidad: Contar con el expediente técnico para la construcción del proyecto que cumpla con los estándares de Grupo LAR.

b. Participación: Director Técnico, encargado de revisar y validar el expediente del proyecto ejecutivo de obra, selecciona y contrata a los proveedores estratégicos del proyecto, valida la construcción de la caseta de ventas del proyecto.

Gerente proyecto encargo supervisar y dirigir los entregables del coordinador de proyectos, propone a los proveedores estratégicos del proyecto.

Coordinador de proyecto, coordina con los stakeholders el desarrollo del expediente ejecutivo de obra teniendo en cuenta el estándar de grupo lar, coordina la construcción de la caseta de ventas.

c. Hitos: A continuación, se describen los hitos para el área técnica:

- Revisión del plano de detalles de arquitectura.
- Revisión de planos de sostenimiento y muros anclados.
- Incorporación del paisajismo.
- Incorporación del riego tecnificado.
- Incorporación de la impermeabilización.
- Incorporación de planos de detalles de amenities (piscina, coworking, zona de niños, zona de adultos, etc.).
- Revisión de la topografía post demolición.
- Trámite de la ubicación de sub estación eléctrica.
- Incorporación de sellos cortafuego.
- Construcción de la caseta de ventas.
- Conformidad de demolición parcial.
- Sesiones de compatibilización

3.1.2.7 Elaboración del Presupuesto de Obra

a. Finalidad: Estimar el presupuesto del costo de obra con un grado de confianza del 99%.

b. Participación: Director Técnico, encargado de aprobar y proponer optimizaciones en el presupuesto de obra.

Gerente técnico encargo de revisar los metrados y el análisis de costos unitarios para su optimización, alerta al director técnico de causas potenciales de una desviación mayor al 1% respecto al reporte de la firma de opción de compra del terreno.

Coordinador de proyecto, revisa y valida los metrados usados en el presupuesto, elabora el análisis de costos unitarios según itemizado, cotiza los elementos usados para el presupuesto.

c. Hitos: A continuación, se describen los hitos para el área técnica en esta etapa:

- Revisión de las obras provisionales.
- Revisión del presupuesto de estructuras/volumetría.
- Revisión de los gastos generales, utilidades.
- Revisión del presupuesto de arquitectura.
- Revisión del presupuesto de instalaciones eléctricas.
- Revisión del presupuesto de instalaciones sanitarias.
- Revisión del presupuesto de instalaciones mecánicas.
- Revisión del presupuesto de instalaciones de gas.
- Revisión del presupuesto de instalaciones de INDECI.
- Revisión del presupuesto de instalaciones de ACI.

3.1.2.8 Licitación del Proyecto

a. Finalidad: Adjudicar la construcción del proyecto a una empresa, que asegure los objetivos definidos de costo, alcance, plazo y calidad.

b. Participación: Consejo corporativo, designa a la empresa constructora a la que se le adjudica el proyecto.

Country Manager, encargado de recomendar a la empresa constructora la adjudicación del proyecto.

Director Técnico, encargado de asegurar la transparencia del proceso de licitación, propone la terna de empresas constructoras que cumplan los objetivos estratégicos del proyecto (costo, alcance, plazo y calidad).

Gerente proyecto encargado de supervisar el proceso de licitación, aprobar los criterios de la homologación de propuestas.

Coordinador de proyecto, coordina con los involucrados el cumplimiento estricto de los hitos del proceso.

c. Hitos: A continuación, se describen los hitos para el área técnica en esta etapa:

- Invitación a los postores
- Visita al terreno.
- Establecer los criterios de calificación.
- Recepción de las propuestas técnicas y económicas.
- Homologación de propuestas.
- Adjudicación de la buena pro y firma del contrato.

3.2 CASO DE ESTUDIO: PROYECTO MULTIFAMILIAR ELANT

El proyecto Multifamiliar Elant es un edificio residencial que consta de dos torres, de 28 pisos por el frente de la Av. Canadá y 18 pisos por el frente de la Calle los Brillantes y cinco sótanos, se ubica en el distrito de La Victoria, departamento de Lima. La propiedad ocupa una superficie de 2,332.65 m², y ha sido comprendida de acuerdo al Reglamento de Zonificación del distrito como Comercio Zonal (CZ), con uso permitido Residencial de Alta Densidad (RDA). Su emplazamiento en esquina le confiere no solo una connotación urbanística importante, sino que además permite una ocupación del terreno que ofrece mejores frentes de iluminación a los interiores. Los volúmenes de las torres de 28 pisos y 18 pisos encierran en el terreno un patio interior que sirve como principal pozo de luz en el proyecto, que permite la adecuada iluminación y ventilación de los ambientes y que, además, funciona como plaza interior que conecta ambas torres y que contiene los ambientes de uso común para niños.

Estructuralmente el proyecto consiste en placas principalmente y columnas de concreto armado que tienen como función principal dotar al edificio de adecuada rigidez y resistencia ante cargas laterales para asegurar un buen comportamiento ante cargas sísmicas, la cimentación se basa en cimientos corridos y zapatas aisladas y combinadas, según lo especificado en el estudio de mecánica de suelos la capacidad del terreno se determinó en 7.00 Kg/cm².

El proyecto se ejecutará en tres fases, la torre de 18 pisos es la primera fase, la torre de 28 pisos a su vez se divide en dos fases. En caso del sótano, este se construirá en dos fases. El esquema de fases se ilustra en la Figura N° 3.14 siguiente.



Figura N° 3.14 Fases del proyecto Elant. Fuente: Grupo Lar, 2018, Plano de Fases de Elant

El proyecto contempla 121 viviendas en su primera fase, 163 en la segunda y 164 en la tercera fase. El área construida total es de 44,135.66 m²; a nivel de sobre rasante el área construida es de 35 520.12 m² y a nivel de bajo rasante es de 11 615.14 m², lo mencionado se lee en la Tabla N° 3.1.

Tabla N° 3.1 Información técnica del proyecto Elant

AREA DE TERRENO		2332.65 m ²						
		Total	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4	FASE 5	FASE 6
VIVIENDA	AREA CONSTRUIDA	32,175.09	8,962.18	12,252.89	10,960.02	-	-	-
	AREA COMUN	5,448.29	1,338.32	2,620.88	1,489.09	-	-	-
	AMENITIES	362.54	220.80	72.89	68.85	-	-	-
	AREA VENDIBLE VIV	26,364.26	7,403.06	9,559.12	9,402.08	-	-	-
	AREA VENDIBLE PATIOS	-	-	-	-	-	-	-
	NRO VIVIENDAS	448.00	121.00	163.00	164.00	-	-	-
COMERCIO	EFICIENCIA	1.22	1.21	1.28	1.17	-	-	-
	AREA CONSTRUIDA	345.03	-	132.56	212.47	-	-	-
	AFREA COMUN	-	-	-	-	-	-	-
	AMENITIES	-	-	-	-	-	-	-
	AREA VENDIBLE	345.03	-	132.56	212.47	-	-	-
	NRO TIENDAS	3.00	-	1.00	2.00	-	-	-
BAJO RASANTE	EFICIENCIA	1.00	-	1.00	1.00	-	-	-
	AREA BAJO RASANTE	10,011.97	3,865.17	4,273.98	1,872.82	-	-	-
	NRO ESTACIONAMIENTOS	290.00	97.00	138.00	55.00	-	-	-
	RATIO EST X M2	34.52	39.85	30.97	34.05	-	-	-
	AREA DEPOSITOS	1,603.17	488.32	662.97	451.88	-	-	-
	NRO DEPOSITOS	302.00	81.00	154.00	67.00	-	-	-
	RATIO EST X M2	5.31	6.03	4.31	6.74	-	-	-

Fuente: Grupo Lar, 2018, Hoja técnica del proyecto Elant.

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN BIM

4.1 ALCANCES DE LA PROPUESTA

El objetivo de este capítulo es proponer una metodología para la implementación BIM en la empresa inmobiliaria Grupo Lar, la cual está basada en el diagnóstico de la situación actual y el marco teórico presentado. La propuesta contempla tres aspectos básicos enunciados por Succar y Kassem los cuales abarcan los campos a nivel político, tecnológicos y de procesos; cuya combinación, conllevará a un inicio ventajoso en el punto de adopción BIM de la empresa situándola en el segundo de los tres niveles, colaboración basada en el modelo. En esta etapa el modelo paramétrico es usado por los proyectistas dando lugar a una constante retroalimentación en el flujo de trabajo.

La propuesta considera la coexistencia de los modelos 2D y el modelo paramétrico, y a su vez cimienta las bases para la gestión integral del proyecto basado en el modelo.

Como herramientas en la implementación de BIM para la generación de la información, se propone utilizar el software Revit y Navisworks dado que son los que más han calado en el mercado nacional e internacional.

El resumen de la metodología propuesta se expone en el flujograma de la figura 4.1. y será detallado a continuación.

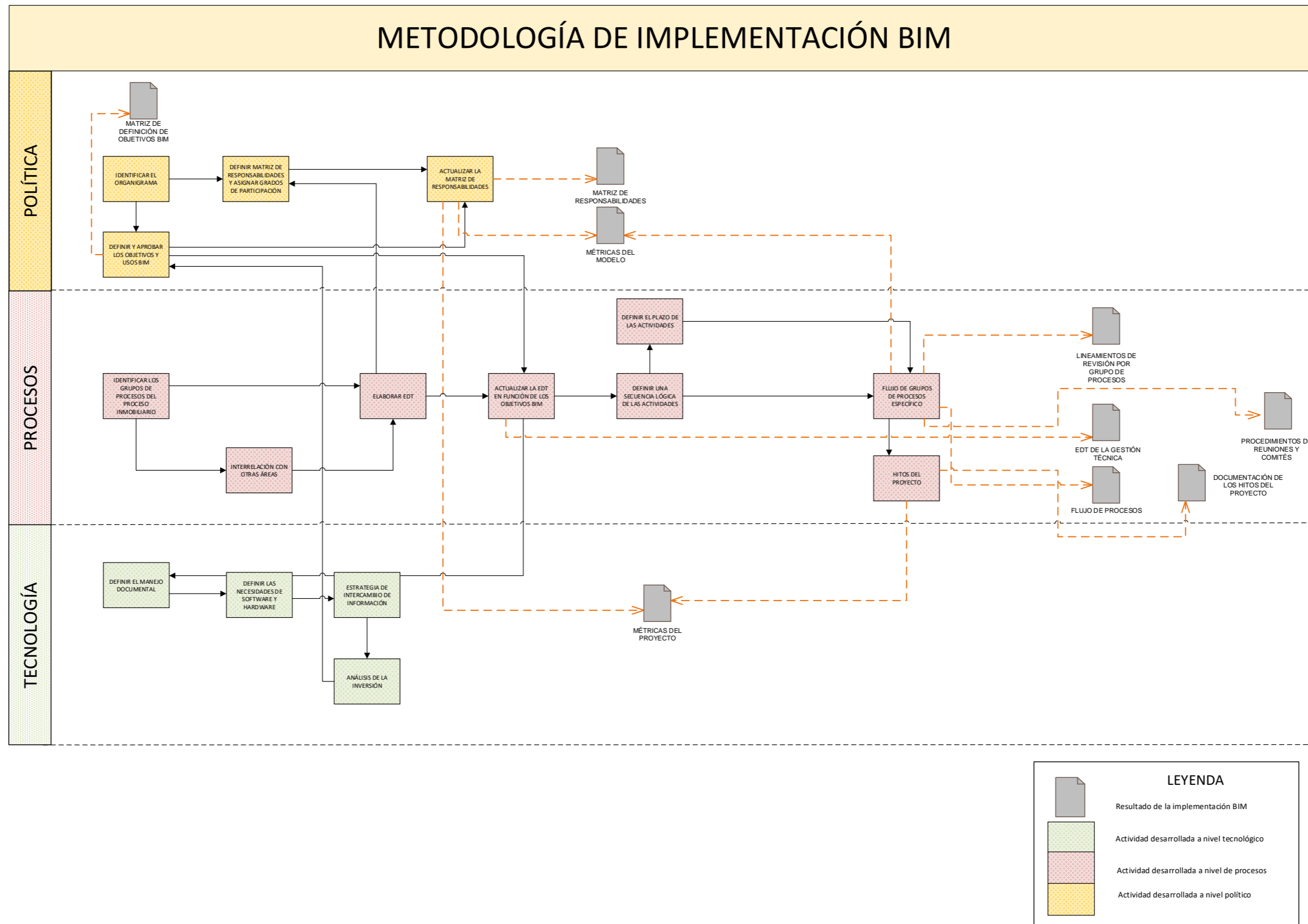


Figura N° 4.1 Metodología Para implementar BIM. Fuente: Elaboración Propia.

4.1.1 Político

4.1.1.1 Identificar el Organigrama

A nivel político la propuesta inicia con la identificación del organigrama del área o áreas vinculadas directamente con la gestión del modelo, esta actividad es trascendente pues es la alta dirección la que debe facilitar los recursos para la implementación y adaptar el sistema de gestión a la inclusión del modelo paramétrico por medio de cláusulas que comprometan a los proyectistas y al contratista general del proyecto (constructor). En esta etapa el director del área debe evaluar la contratación de una persona que se involucre a tiempo completo con la gestión del proyecto paramétrico o distribuir las actividades derivadas de la implementación entre los miembros del área. En la Figura 4.2 se muestra el organigrama con la incorporación de un BIM Manager para el área técnica de la Empresa Grupo Lar.

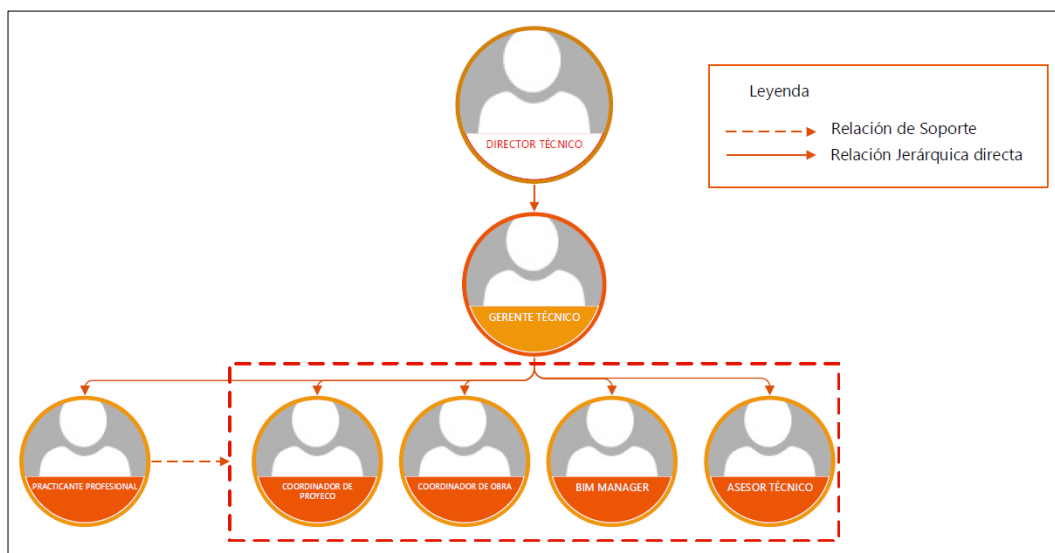


Figura N° 4.2 Propuesta de Organigrama para la Gestión BIM. Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.2 Definición y aprobación de los Objetivos BIM

Actualmente se suele limitar el uso de las tecnologías BIM al proceso de compatibilización por el desconocimiento de los procesos en la gestión inmobiliaria. Por tanto, para potenciar el uso del modelo paramétrico a lo largo del ciclo de vida del proyecto es importante identificar en qué grupos de procesos resulta útil el modelo. Para este proceso se sugiere elaborar una matriz que contemple los objetivos potenciales, y los recursos necesarios para su

implementación, y en un comité, con participación obligatoria del gerente y director técnico, se definen los objetivos BIM a mediano plazo (seis meses a un año). En la Tabla 4.1 se presenta un ejemplo de una matriz con los objetivos BIM aprobados.

Tabla 4.1 Definición de Objetivos del BIM

PROCESO	OBJETIVO	DESCRIPCIÓN / BENEFICIOS
Desarrollo del Anteproyecto en Consulta	1.- Validación normativa de ARQ y SEGURIDAD	Verificación por ambientes, ARQ, INDECI
Desarrollo del Anteproyecto en Consulta	2.- Validación de fachada	Utilizar el modelo como herramienta visual y de entendimiento del proyecto
Desarrollo del Anteproyecto en Consulta	3.- Compatibilización preliminar de ARQ y EST	Partir de una arquitectura cero. Contar con dos sesiones de compatibilización previa a la entrega Municipal.
Desarrollo del Anteproyecto en Consulta	4.- Plano de faseo	Elaboración del alcance de cada etapa tanto a nivel de BR como SR, para el desarrollo del proyecto
Encaje Económico	5.- Partidas de Control Presupuestal	Elaboración de Listado de las partidas de control que pueden ser exportadas por el Modelo BIM
Desarrollo del Proyecto Municipal	6.- Compatibilización básica de ARQ, EST y demás especialidades	Definir el alcance de cada Sesión ICE para el levantamiento de interferencias. Se está considerando 3 sesiones ICE.
Desarrollo del Proyecto Ejecutivo de Obra	7.- Compatibilización a detalle de ARQ, EST y demás especialidades	Definir el alcance de cada Sesión ICE para el levantamiento de interferencias. Se está considerando 4 sesiones ICE.
Desarrollo del Proyecto Ejecutivo de Obra	8.- Modelado del departamento piloto para fines comerciales	Elaboración del modelado de los departamentos pilotos, con un nivel de detalle mayor (LOD 400).
Desarrollo del Proyecto Ejecutivo de Obra	9.- Modelamiento del acero estructural	Puntos de control de elementos estructurales puntuales, Predimensionamiento de acero para compras. Gestionar convenio con empresas de la industria de Acero.
Desarrollo del Proyecto Ejecutivo de Obra	10.- Partidas de Control Presupuestal	Elaboración de Listado de las partidas de control que pueden ser exportadas por el Modelo BIM
Construcción del Proyecto	11. Simulación 4D con planeamiento del Contratista principal	Definir sectores de construcción y planeamiento de obra
Licitación de Obra	12. Entrega del modelo para el Concurso de Obra.	Acotar el riesgo de metrados para el presupuesto Mayor entendimiento del proyecto
Construcción del Proyecto	13. Control de ejecución liberando sectores de interferencias.	Integración del Look ahead planning

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.3 Matriz de Responsabilidad y Grados de Participación

Una vez que se identificó el organigrama, y se elaboró la Estructura de Desglose de Trabajo del proyecto⁴ (EDT) se debe proceder a realizar la Matriz de Responsabilidad y asignar los grados de participación.

La Matriz de responsabilidades es el compendio donde se visualiza el grado de

⁴En el acápite posterior se detallarán el proceso para la elaboración de la EDT

participación que tiene cada cargo de acuerdo a los procesos definidos para el desarrollo de un Proyecto Inmobiliario (en la Tabla 4.2 se muestran los cargos del

área técnica y abreviaturas relacionadas). Los grados de participación propuestos son los siguientes: Responsable, Aprobación, Apoyo Obligatorio, Apoyo Opcional, Soporte, Seguimiento e Informado. En la Tabla 4.3 se leen los grados de participación.

La característica de esta matriz es que por cada proceso de la Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT) para un proyecto, se tiene un único responsable de que se genere el entregable de ese proceso, y además se cuenta con un único cargo que es el que aprueba esta actividad. En la Tabla 4.4 se expone un extracto de una propuesta de matriz de Responsabilidades. Mediante esta matriz se podrá conocer que procesos están bajo la responsabilidad de cada cargo y de esta manera realizar un seguimiento eficaz de su cumplimiento.

Tabla N° 4.2 Propuesta de abreviaturas de Cargos en el área Técnica.

CARGOS DEL ÁREA TÉCNICA	ABREVIATURA
Director Técnico	DT
Gerente Técnico	GT
Coordinador de Proyecto	CP
Coordinador de Obra	CO
BIM Manager	BM
Asesor técnico	AT
Practicante Profesional	PP

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 4.3 Propuesta de Grados de Participación

GRADO DE PARTICIPACIÓN	SIGLAS
RESPONSABLE	R
SOPORTE	S
APROBACIÓN	A
SEGUIMIENTO	SEG
APOYO OBLIGATORIO	AO
APOYO OPCIONAL	AOP
INFORMADO	I

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 4.4 Propuesta de Grados de Matriz de Responsabilidades

ACTIVIDADES	ROLES									
	INTERNOS					EXTERNOS				
	DIRECTOR TÉCNICO	GERENTE TÉCNICO	COORDINADOR DE OBRA	COORDINADORES DE PROYECTO/ ASESOR TÉCNICO	PRACTICANTE PROFESIONAL	BIM M/ANAGER	EQUIPO DE MODELAMIENTO BIM	PROYECTISTAS	PROVEEDORES	
GRADOS DE PARTICIPACIÓN										
Definir los flujos de trabajo en los proyectos a nivel general	A	R	AO	AO	AOP	S	I	-	-	-
Contratar Proyectistas de Especialidades (Instalaciones Eléctricas, Sanitarias, Mecánicas, Agua Contra Incendio, etc)	R	AO	I	S	AOP	I	-	-	-	-
Contratar Proyectistas de Estructuras	R	AO	I	S	AOP	I	-	-	-	-
Kick off Meeting	A	R	S	S	AO	S	I	I	-	-
Definición de grupo electrógeno	A	R	S	S	AOP	S	I	S	-	-
Definición de Sub estación y medidores	A	R	S	S	AOP	S	I	S	-	-
Predimensionamiento de ductos técnicos	A	R	S	S	AOP	S	I	S	-	-
Definición de Cisterna	A	R	S	S	AOP	S	I	S	-	-
Predimensionamiento de planta típicas de estructuras	A	R	S	S	AOP	S	I	S	-	-
Ubicación de medidores de IIGG	A	R	S	S	AOP	S	I	S	-	-
Ventilación de IIGG	A	R	S	S	AOP	S	I	S	-	-
Cantidad y ubicación de ductos de extracción	A	R	S	S	AOP	S	I	S	-	-
Definición de Jet Fans	A	R	S	S	AOP	S	I	S	-	-
Volumen de cisterna ACI	A	R	S	S	AOP	S	I	S	-	-
Gabinetes, Rociaadores, detectores de humo y detectores de temperatura	A	R	S	S	AOP	S	I	-	-	S
Contrato y revisión de Estudio de Mecánica de Suelos	A	R	S	S	AOP	S	I	-	-	S
Contrato y revisión de Estudio de Impacto Vehicular	A	R	S	S	AOP	S	I	-	-	S
Contrato y revisión de Estudio de Topografía	A	R	S	S	AOP	S	I	-	-	S
Informe de Due Diligence	A	R	-	S	AOP	-	-	-	-	-
Carpeta para la Gerencia Técnica del Proyecto	A	R	AO	AO	AOP	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.4 Actualización de la Matriz de Responsabilidad y Grados de Participación

Una vez definida la Matriz de Responsabilidades y aprobados los objetivos BIM a mediano Plazo se debe asignar las actividades derivadas de este último a un Coordinador BIM o entre los miembros del equipo, la elección dependerá del análisis costo / beneficio; para fines de la presente propuesta se considera la incorporación de un BIM Manager. En la Tabla 4.5 se leen algunas actividades adicionales asignadas a la matriz de responsabilidades.

Tabla 4.5 Matriz de Responsabilidades Modificada

ACTIVIDADES	ROLES									
	INTERNOS						EXTERNOS			
	DIRECTOR TÉCNICO	GERENTE TÉCNICO	COORDINADOR DE OBRA	COORDINADORES DE PROYECTO/ ASESOR TÉCNICO	PRACTICANTE PROFESIONAL	BIM MANAGER	EQUIPO DE MODELAMIENTO BIM	PROYECTISTAS	PROVEEDORES	
GRADOS DE PARTICIPACIÓN										
Desarrollar el modelo paramétrico según las indicaciones de la empresa y ajustado a las condiciones normativas locales	I	A	AO	AO	AOP	S	R	-	-	-
Revisa que el modelo sea acorde a las indicaciones de Grupo lar y se ajuste a las condiciones normativas	I	A	AO	AO	AOP	R	S	-	-	-
Editar las familias del proyecto e incorporarlas a las carpetas de Grupo lar	I	A	AO	AO	AOP	R	S	-	-	-
Definir las configuraciones visuales (líneas, grosor y colores)	I	A	AO	AO	AOP	R	S	-	-	-
Actualizar el modelo según variaciones de obra	I	A	AO	AO	AOP	R	S	-	-	-
Auditoría Pre-construcción: detección de interferencias, coordinación de disciplinas, revisión de mediciones y costos	I	A	AO	AO	AOP	R	S	-	-	-
Control de Equipo de Modelamiento BIM y exigencia de una VT (Vigilancia Tecnológica) enfocada en el ahorro de tareas y pr	I	A	AO	AO	AOP	R	S	-	-	-
Establecer un entorno común de datos, que incluya los procesos y procedimientos que permita el intercambio fiable entre miembros del equipo del proyecto	I	A	AO	AO	AOP	R	S	-	-	-
Definir los estándares BIM	I	A	AO	AO	AOP	R	S	-	-	-
Definir y actualizar los lineamientos de revisión por cada sesión ICE	I	A	AO	AO	AOP	R	S	-	-	-
Define y actualiza el BEP (BIM Execution Plan)	I	A	AO	AO	AOP	R	S	-	-	-
Definir los flujos de trabajo en los proyectos a nivel general	I	R	AO	AO	AOP	S	-	-	-	-
Contratar Projectistas de Especialidades (Instalaciones Eléctricas, Sanitarias, Mecánicas, Agua Contra Incendio, etc)	R	AO	I	S	AOP	S	-	-	-	-
Contratar Projectistas de Estructuras	R	AO	I	S	AOP	S	-	-	-	-
Kick off Meeting	A	R	S	S	AO	S	-	I	-	-
Definición de grupo electrógeno	A	R	S	S	AOP	S	-	S	-	-
Definición de Sub estación y medidores	A	R	S	S	AOP	S	-	S	-	-
Predimensionamiento de ductos técnicos	A	R	S	S	AOP	S	-	S	-	-
Definición de Cisterna	A	R	S	S	AOP	S	-	S	-	-
Predimensionamiento de planta típicas de estructuras	A	R	S	S	AOP	S	-	S	-	-
Ubicación de medidores de IIGG	A	R	S	S	AOP	S	-	S	-	-
Ventilación de IIGG	A	R	S	S	AOP	S	-	S	-	-
Cantidad y ubicación de ductos de extracción	A	R	S	S	AOP	S	-	S	-	-
Definición de Jet Fans	A	R	S	S	AOP	S	-	S	-	-
Volumen de cisterna ACI	A	R	S	S	AOP	S	-	S	-	-
Gabinetes, Rociadores, detectores de humo y detectores de temperatura	A	R	S	S	AOP	S	-	S	-	-
Contrato y revisión de Estudio de Mecánica de Suelos	A	R	S	S	AOP	S	-	S	-	-
Contrato y revisión de Estudio de Impacto Vehicular	A	R	S	S	AOP	S	-	S	-	-
Contrato y revisión de Estudio de Topografía	A	R	S	S	AOP	S	-	S	-	-
Informe de Due Diligence	A	R	-	S	AOP	S	-	S	-	-
Carpeta para la Gerencia Técnica del Proyecto	A	R	AO	AO	AOP	AO	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Procesos

4.1.2.1 Identificar los grupos de procesos en la gestión técnica inmobiliaria

El PMI⁵ denomina “grupo de procesos” porque en cada uno de ellos engloba una cantidad de procesos que se deben ejecutar para la correcta dirección de un proyecto. Para propósitos de esta investigación se han definido una cantidad de actividades que deben realizarse para obtener un producto final que es la construcción y saneamiento de un proyecto Multifamiliar desde la gestión técnica. Tal como se comentó anteriormente, los grupos de procesos del área técnica de Grupo LAR los cuales son los siguientes:

1. Estudio de compra del Terreno
2. Debida diligencia técnica (Due Diligence Técnico)
3. Desarrollo del Anteproyecto en Consulta

4. Elaboración del Encaje Económico
5. Desarrollo del Proyecto Municipal
6. Desarrollo del Proyecto Ejecutivo de Obra
7. Elaboración del Presupuesto de Obra
8. Licitación de Obra
9. Construcción del Proyecto
10. Post Venta del Proyecto

La interrelación que plantea el PMI de estos grupos de procesos, es de tal forma que los procesos que se encuentran dentro de la etapa de Control y Cierre, que para fines del desarrollo técnico son los referidos a la construcción del proyecto y postventa, sean las que interactúen y retroalimenten (en la medida de lo posible) con el resto de etapas a lo largo del Proyecto, tal y como se lee en la siguiente figura:

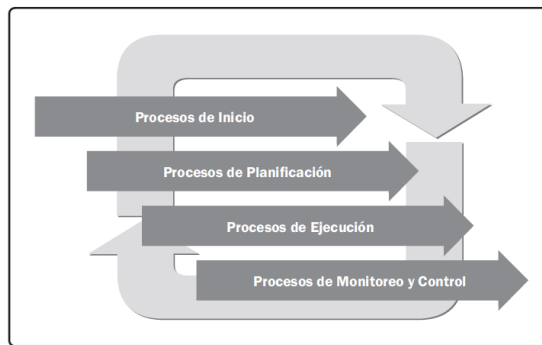


Figura N° 4.3 Retroalimentación de Etapas. Fuente: Project Management Institute, 2017, Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, Sexta Edición, p.668

⁵ El PMI define los fundamentos para la dirección de proyectos (PMBOK) como un término que describe los conocimientos de la profesión de dirección de proyectos. Los fundamentos para la dirección de proyectos incluyen prácticas tradicionales comprobadas y ampliamente utilizadas, así como prácticas innovadoras.

La Guía del PMBOK® es diferente de una metodología. Una metodología es un sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y reglas utilizado por quienes trabajan en una disciplina. La Guía del PMBOK® es una base sobre la que las organizaciones pueden construir metodologías, políticas, procedimientos, reglas, herramientas y técnicas, y fases del ciclo de vida necesarios para la práctica de la dirección de proyectos (Project Management Institute, Inc., 2017)

Los grupos de procesos definidos, pueden parecer que tienen un inicio y fin marcados, cuando en realidad los procesos que se encuentran dentro de cada uno de estos se van desarrollando, en algunos casos en paralelo. De esta manera las etapas, y por tanto los grupos de procesos, deben ser entendidas como una superposición a lo largo del desarrollo del Proyecto.

4.1.2.2 Interrelación con otras áreas

Con el objetivo de que en la EDT se enmarquen la mayor cantidad de actividades en las que interviene la gestión técnica, es necesario identificar cuáles requiere la participación de otras áreas, para cada grupo de procesos, tales como la Gerencia Financiera, o la Gerencia de Proyectos.

4.1.2.3 Elaborar la EDT

Crear la EDT/WBS es el proceso de subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar. El beneficio clave de este proceso es que proporciona un marco de referencia de lo que se debe entregar.

Según la Guía del PMBOK, La EDT/WBS es una descomposición jerárquica del alcance total del trabajo a realizar por el equipo del proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos. La EDT/WBS organiza y define el alcance total del proyecto y representa el trabajo especificado en el enunciado del alcance del proyecto aprobado y vigente. La descomposición es una técnica utilizada para dividir y subdividir el alcance del proyecto y los entregables del proyecto en partes más pequeñas y manejables. El paquete de trabajo es el trabajo definido en el nivel más bajo de la EDT/WBS para el cual se puede estimar y gestionar el costo y la duración. El nivel de descomposición es a menudo guiado por el grado de control necesario para dirigir el proyecto de manera efectiva. El nivel de detalle para los paquetes de trabajo varía en función del tamaño y la complejidad del proyecto. (Guía del PMBOK, 2017). La Figura 4.4 muestra una parte de una EDT/WBS con algunas ramas desglosadas hasta el nivel de los paquetes. La EDT propuesta se ilustra en la Figura 5.5

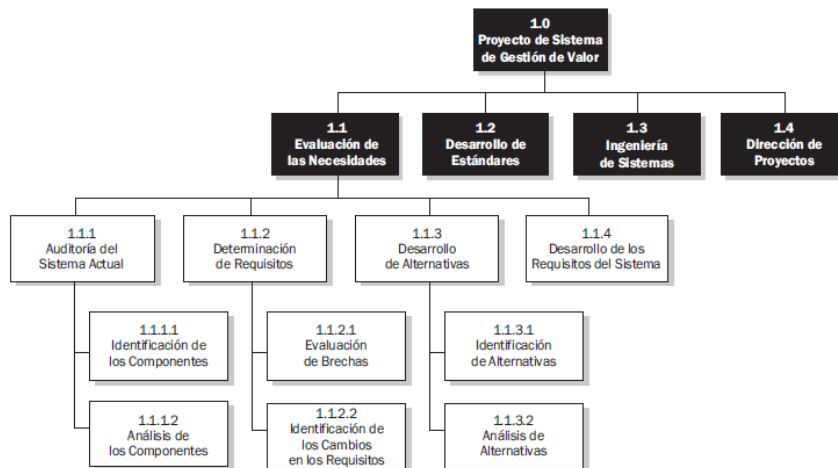


Figura N° 4.4 Ejemplo de EDT. Fuente: Fuente: Project Management Institute,2017, Guía de los Fundamentos Para la Dirección de Proyectos, Sexta Edición, p.158

4.1.2.4 Actualizar la EDT en función de los objetivos BIM aprobados

Una vez aprobados los objetivos a desarrollar, las actividades que comprometen a su desarrollo deben asociarse y situarse en el grupo de procesos en el que intervienen. De esta manera, se repotencian las actividades tradicionales y se añaden al flujo de procesos las vinculadas con el BIM. En la figura 4.6 las actividades repotenciadas por el empleo del modelo BIM tienen fondo de color rojo y las actividades nuevas están de fondos de color amarillo.

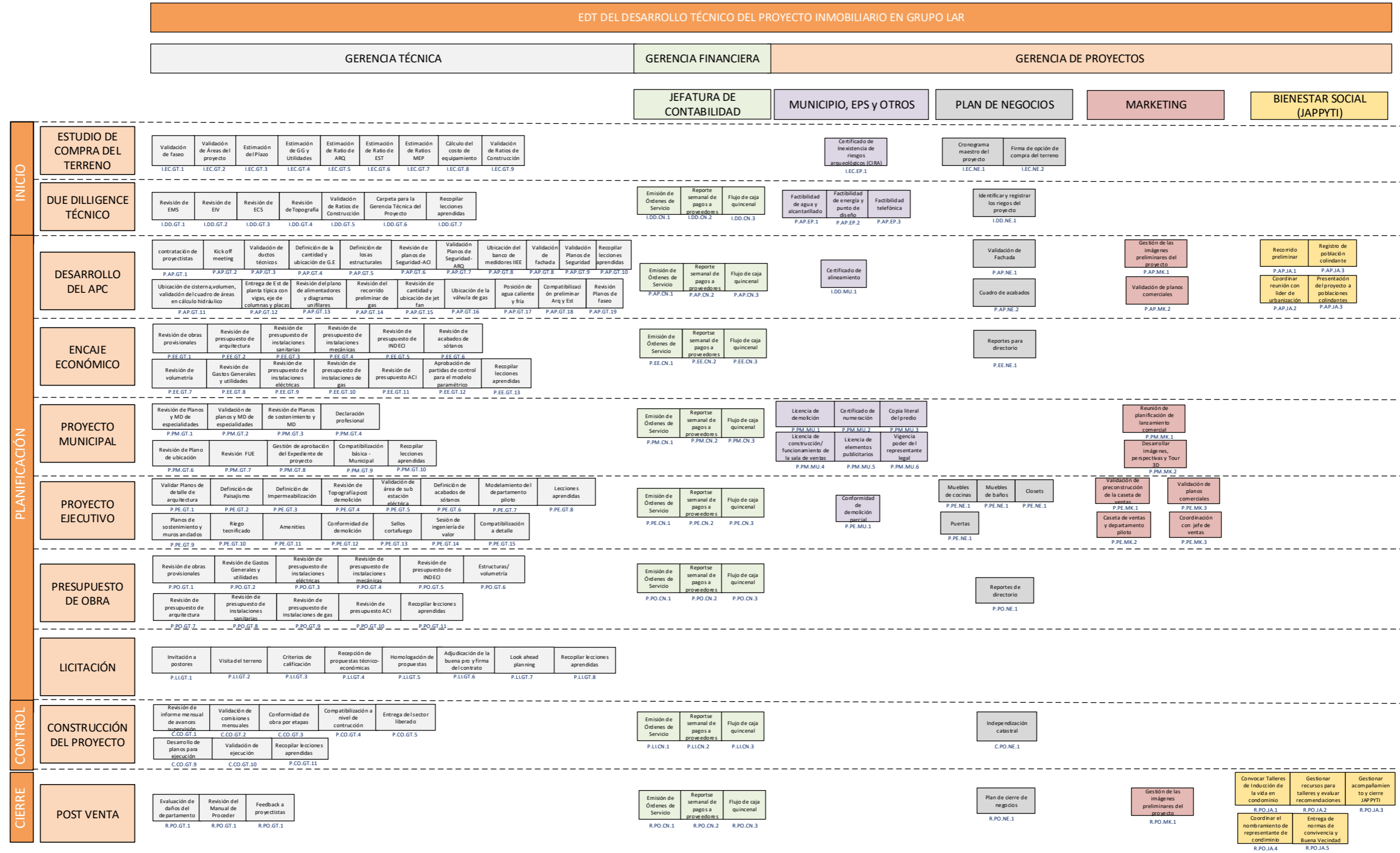


Figura N° 4.5 EDT de la gestión Técnica en el proceso inmobiliario. Fuente: Elaboración Propia

EDT DEL DESARROLLO TÉCNICO DEL PROYECTO INMOBILIARIO EN GRUPO LAR											
GERENCIA TÉCNICA											
GERENCIA FINANCIERA											
GERENCIA DE PROYECTOS											
JEFATURA DE CONTABILIDAD											
MUNICIPIO, EPS y OTROS											
PLAN DE NEGOCIOS											
MARKETING											
BIENESTAR SOCIAL (JAPPYTI)											
INICIO	ESTUDIO DE COMPRA DEL TERRENO	Validación de faseo I.EC.GT.1	Validación de Áreas del proyecto I.EC.GT.2	Estimación de Plazo I.EC.GT.3	Estimación de GG y Utilidades I.EC.GT.4	Estimación de Ratio de ARQ I.EC.GT.5	Estimación de Ratio de EST I.EC.GT.6	Estimación de Ratio de MEP I.EC.GT.7	Cálculo del costo de equipamiento I.EC.GT.8	Validación de Ratios de Construcción I.EC.GT.9	
	DUE DILLIGENCE TÉCNICO	Revisión de EMS I.DD.GT.1	Revisión de EIV I.DD.GT.2	Revisión de ECS I.DD.GT.3	Revisión de Topografía I.DD.GT.4	Validación de Ratios de Construcción I.DD.GT.5	Carpetas para la Gerencia Técnica del Proyecto I.DD.GT.6	Recopilar lecciones aprendidas I.DD.GT.7			
	DESARROLLO DEL APC	contratación de proyectistas P.AP.GT.1	kick-off meeting P.AP.GT.2	Validación de ductos técnicos P.AP.GT.3	Definición de la cantidad y ubicación de G.E P.AP.GT.4	Definición de los planos estructurales P.AP.GT.5	Revisión de planos de Seguridad-ACI P.AP.GT.6	Validación Planos de Seguridad-ARQ P.AP.GT.7	Ubicación del banco de medidores IEE P.AP.GT.8	Validación de fachada P.AP.GT.9	Validación Planos de Seguridad P.AP.GT.10
		Ubicación de cisterna, volumen, validación del cuadro de áreas en cálculo hidráulico P.AP.GT.11	Entrega de Est de planta típica con vigas, eje de columnas y placas P.AP.GT.12	Revisión del plano de alimentadores y diagramas unifilares P.AP.GT.13	Revisión de recorridos preliminar de gas P.AP.GT.14	Revisión de cantidad y ubicación de jet fan P.AP.GT.15	Ubicación de la válvula de gas P.AP.GT.16	Posición de agua caliente y fría P.AP.GT.17	Compatibilización preliminar Arq y Est P.AP.GT.18	Revisión Planos de faseo P.AP.GT.19	
	ENCAJE ECONÓMICO	Revisión de obras provisionales P.EE.GT.1	Revisión de presupuesto de arquitectura P.EE.GT.2	Revisión de presupuesto de instalaciones sanitarias P.EE.GT.3	Revisión de presupuesto de instalaciones mecánicas P.EE.GT.4	Revisión de presupuesto de instalaciones eléctricas P.EE.GT.5	Revisión de presupuesto de instalaciones de gas P.EE.GT.6	Revisión de presupuesto de acabados de sótanos P.EE.GT.7	Aprobación de partidas de control para el modelo paramétrico P.EE.GT.8	Definición de partidas de control de presupuesto y auditoría del modelo P.EE.GT.9	Recopilar lecciones aprendidas P.EE.GT.10
		Revisión de volumetría P.EE.GT.11	Revisión de Gastos Generales y utilidades P.EE.GT.12	Revisión de presupuesto de instalaciones eléctricas P.EE.GT.13	Revisión de presupuesto de instalaciones de gas P.EE.GT.14	Revisión de presupuesto de instalaciones de agua P.EE.GT.15	Revisión de presupuesto de instalaciones de gas P.EE.GT.16	Revisión de presupuesto de acabados de sótanos P.EE.GT.17	Revisión de presupuesto de acabados de sótanos P.EE.GT.18	Revisión de presupuesto de acabados de sótanos P.EE.GT.19	Revisión de presupuesto de acabados de sótanos P.EE.GT.20
	PROYECTO MUNICIPAL	Revisión de Planos y MD de especialidades P.PM.GT.1	Validación de MD de especialidades P.PM.GT.2	Revisión de Planos de sostenimiento y MD P.PM.GT.3	Validación del modelo paramétrico P.PM.GT.4	Declaración profesional P.PM.GT.5					
		Revisión de Plano de ubicación P.PM.GT.6	Revisión FUE P.PM.GT.7	Gestión de aprobación del Expediente de proyecto P.PM.GT.8	Compatibilización básica - Municipal P.PM.GT.9	Recopilar lecciones aprendidas P.PM.GT.10					
	PROYECTO EJECUTIVO	Validar Planos de detalle de arquitectura P.PE.GT.1	Definición de Paisajismo P.PE.GT.2	Definición de Impermeabilización P.PE.GT.3	Revisión de Topografía post demolición P.PE.GT.4	Validación de área de sub estación eléctrica P.PE.GT.5	Definición de acabados de sótanos P.PE.GT.6	Modelamiento del departamento piloto P.PE.GT.7	Lecciones aprendidas P.PE.GT.8		
		Planos de sostenimiento y muros anclados P.PE.GT.9	Riego tecnificado P.PE.GT.10	Amenities P.PE.GT.11	Conformidad de demolición P.PE.GT.12	Sellos cortafuego P.PE.GT.13	Sesión de ingeniería de valor P.PE.GT.14	Compatibilización a detalle P.PE.GT.15			
PRESUPUESTO DE OBRA	Revisión de obras provisionales P.PO.GT.1	Revisión de Gastos Generales y utilidades P.PO.GT.2	Revisión de presupuesto de instalaciones eléctricas P.PO.GT.3	Revisión de presupuesto de instalaciones mecánicas P.PO.GT.4	Revisión de presupuesto de instalaciones de gas P.PO.GT.5	Revisión de presupuesto de acabados de sótanos P.PO.GT.6	Validación del modelo paramétrico P.PO.GT.7				
	Estructuras/volumetría P.PO.GT.8	Revisión de presupuesto de arquitectura P.PO.GT.9	Revisión de presupuesto de instalaciones sanitarias P.PO.GT.10	Revisión de presupuesto de instalaciones de gas P.PO.GT.11	Revisión de presupuesto de acabados de sótanos P.PO.GT.12	Recopilar lecciones aprendidas P.PO.GT.13					
LICITACIÓN	Invitación a postores P.LLGT.1	Visita del terreno P.LLGT.2	Criterios de calificación P.LLGT.3	Recepción de propuestas técnico-económicas P.LLGT.4	Homologación de propuestas P.LLGT.5	Adjudicación de la buena pro y firma de Contrato P.LLGT.6	Look ahead planning P.LLGT.7	Recopilar lecciones aprendidas P.LLGT.8			
	Uso del modelo para concurso de obras P.LLCO.1										
CONTROL	Revisión de informes mensuales de avances de ejecución C.CO.GT.1	Validación de comisiones mensuales C.CO.GT.2	Conformidad de obra por etapas C.CO.GT.3	Simulación 4D con planeamiento del contratista principal C.CO.GT.4	Revisión del sector mediante el modelo C.CO.GT.5	Compatibilización a nivel de construcción C.CO.GT.6	Entrega del sector liberado C.CO.GT.7				
	Desarrollo de planos para ejecución C.CO.GT.8	Validación de ejecución C.CO.GT.9	Recopilar lecciones aprendidas C.CO.GT.10								
CIERRE	Evaluación de daños del departamento R.PO.GT.1	Revisión del Manual de Proceder R.PO.GT.1	Feedback a proyectistas R.PO.GT.1								

Figura N° 4.6 Actualización de la EDT en función de los objetivos BIM. Fuente: Elaboración Propia

Entre los procesos repotenciados por el empleo del BIM se encuentran el Kick off meeting, la validación de la fachada y la compatibilización a detalle. El proceso del Kick off Meeting⁶, el cual consiste en una reunión de coordinación inicial con los involucrados en el desarrollo del proyecto, se beneficia con una sesión de ingeniería de valor donde se puede recorrer el modelo en 3D para identificar problemas futuros de índole normativo, funcional, etc. El proceso de validación de fachada⁷, se beneficia por la rápida respuesta del modelo a las exigencias comerciales. La compatibilización a detalle se repotencia por la automatización del modelo para detectar interferencias geométricas y facilitar la comprensión de los involucrados. Los procesos nuevos derivados de la implementación de los objetivos BIM son la compatibilización preliminar, definición de partidas de control presupuestal, compatibilización básica, modelamiento del departamento piloto, validación del modelo paramétrico, empleo del modelo para la licitación de obra, simulación 4D con planeamiento del contratista principal, revisión del sector previa a la construcción mediante el modelo.

4.1.2.5 Definición de una secuencia lógica de actividades

Una vez definidas las actividades que se repotenciarán o añadirán para la gestión de proyectos empleando modelos BIM es necesario establecer las relaciones de precedencias entre ellas. Por ejemplo, en el grupo de procesos del Anteproyecto, el Kick Off Meeting está precedido por la contratación de los proyectos de especialidades y estructuras, y posterior a él se ejecutarán las actividades de la definición del grupo electrógeno, dimensionamiento de ductos técnicos, volumen

⁶ En la reunión del Kick off meeting, entre otras cosas, se explica el alcance del proyecto, se dan a conocer sus objetivos, el rol de actividades de los involucrados, se evalúa la funcionalidad de la cabida arquitectónica propuesta, la ubicación de la cisterna, la cantidad y ubicación de los grupos electrógenos, etc.

⁷ Este proceso consiste en la aprobación de la fachada por parte del gerente del proyecto, quien recibe el soporte técnico para alertar posibles sobre costos de los elementos relacionados a la fachada. Por ejemplo: el gerente de proyecto desea incluir barandas de aluminio, sin embargo, el equipo técnico alerta que en la estimación inicial del estudio de compra se consideraron barandas de fierro; en este punto es decisión del gerente de proyecto asumir el sobre costo si comercialmente este será un elemento diferenciador o continuar con las barandas de fierro.

de la cisterna de agua y cisterna ACI, ubicación de los medidores, gabinetes, rociadores, detectores de humo y temperatura, definición de jet fans, etc.

4.1.2.6 Definición del plazo de las actividades

El principal factor que determina el plazo de los grupos de procesos, y por tanto de las actividades, es la cantidad de departamentos mensuales a vender; dada la coyuntura nacional, está se encuentra en el intervalo de cinco a ocho departamentos por lo que el desarrollo del proyecto, hasta el inicio de la construcción, es de entre seis a ocho meses para un proyecto que alberga entre 100 a 135 departamentos. En la figura 4.7 se muestra la duración aproximada de los grupos de procesos.

Bajo esta premisa, y partiendo de un planning macro, se debe establecer las duraciones de las actividades por grupos de procesos; la documentación de estos permitirá su análisis posterior y su evaluación con el fin de optimizarlos.

4.1.2.7 Flujo de grupo de proceso

Una vez definidas las relaciones de precedencias entre las actividades y su duración, se debe proceder a enmarcarlas en un flujograma que permita su rápido entendimiento; así mismo se sugiere que en dicho flujograma se establezcan los documentos de ingreso y salida para cumplir con el grupo de procesos. En la figura 4.8 se muestra el flujograma de procesos del Anteproyecto y en la Figura 4.9 el Proceso de Licitación del Proyecto.

4.1.3 Tecnología

4.1.3.1 Definir el manejo documental

Debido a la gran cantidad de documentos/planos que se conciben en un proyecto y que constantemente se están actualizando, es necesario contar con un orden para ir almacenándolos y ubicar las versiones más recientes lo antes posible; así mismo se debe limitar la cantidad de caracteres en la descripción de cada carpeta pues muchas de las plataformas de almacenamiento virtual tienen una limitante al compartir el enlace de visualización. En este sentido, en la figura 4.9, se propone el siguiente árbol de carpetas que sigue un orden lógico en el desarrollo del proyecto.

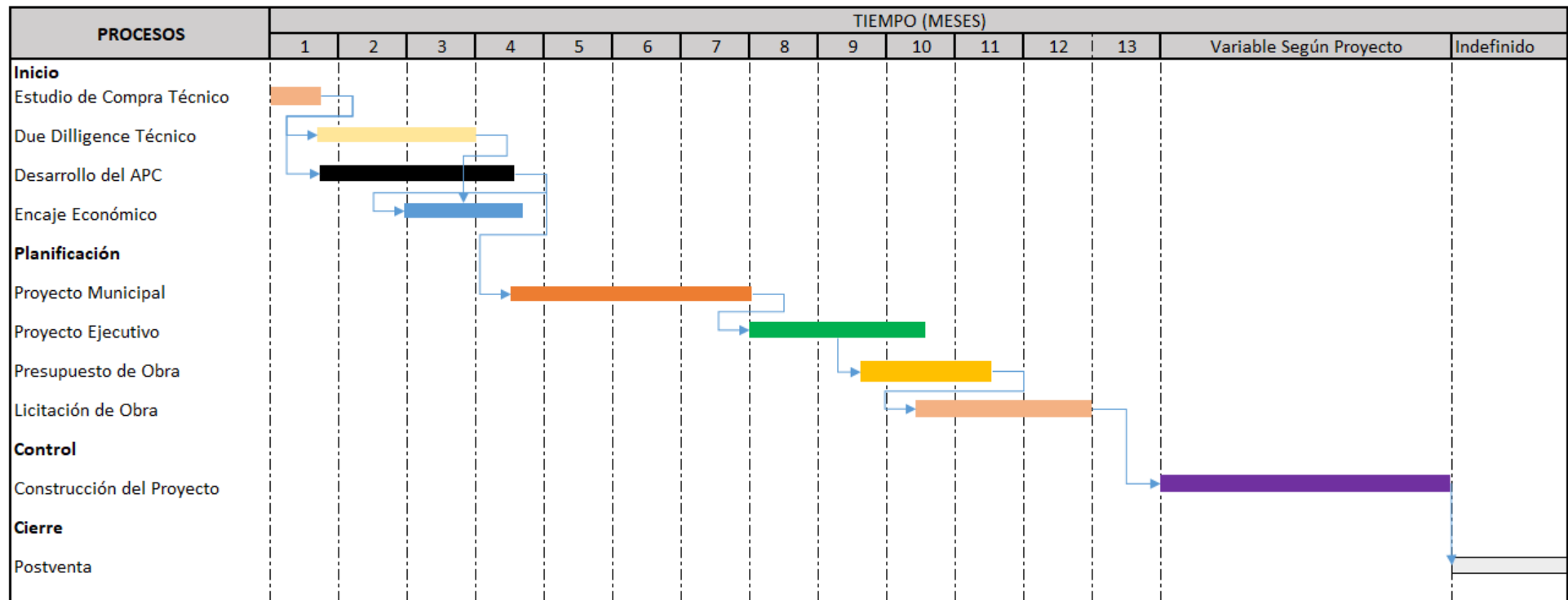


Figura N° 4.7 Plazo de los grupos de procesos. Fuente: Elaboración Propia

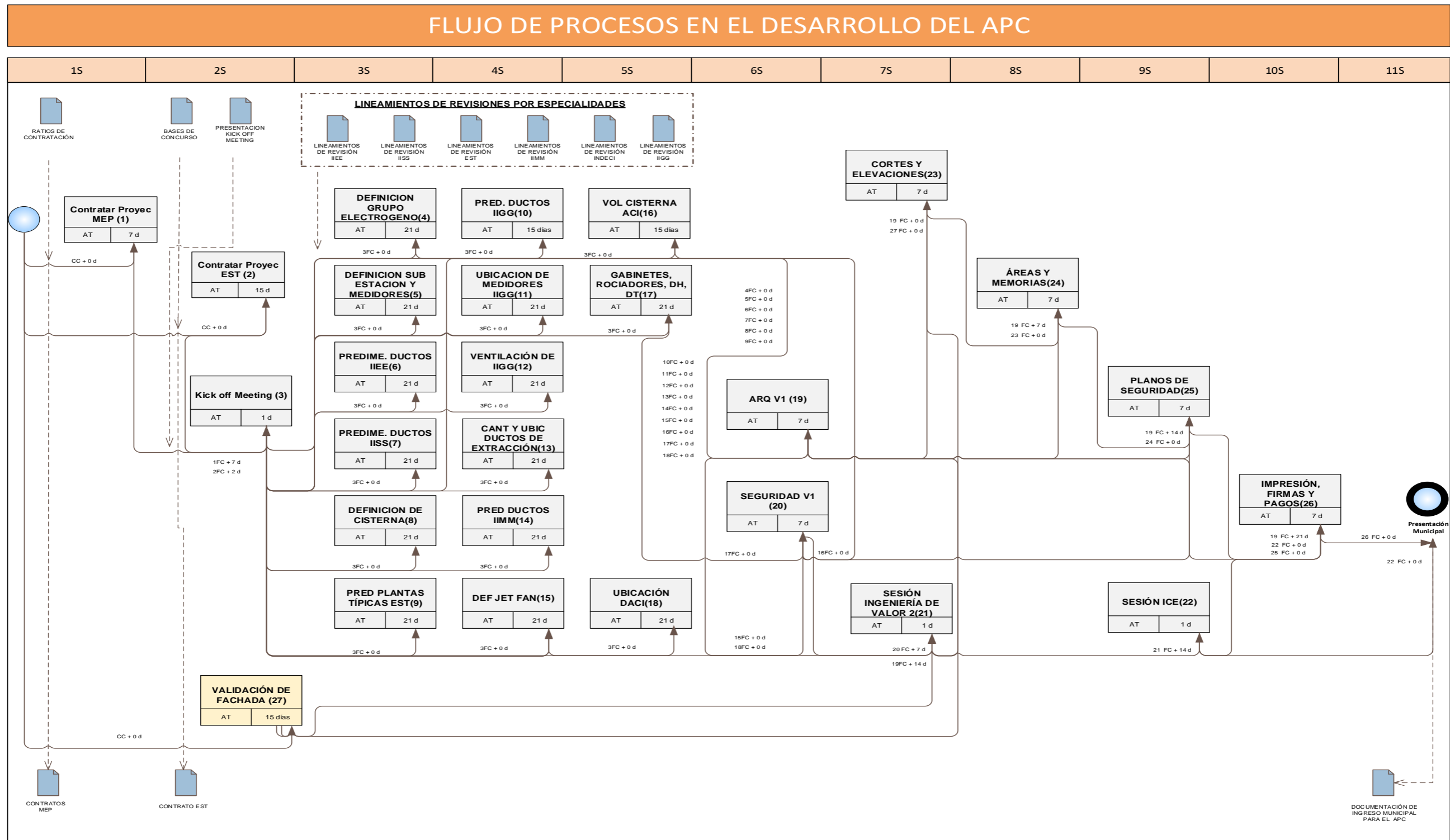


Figura N° 4.8 Flujograma de Procesos del Anteproyecto. Fuente: Propia

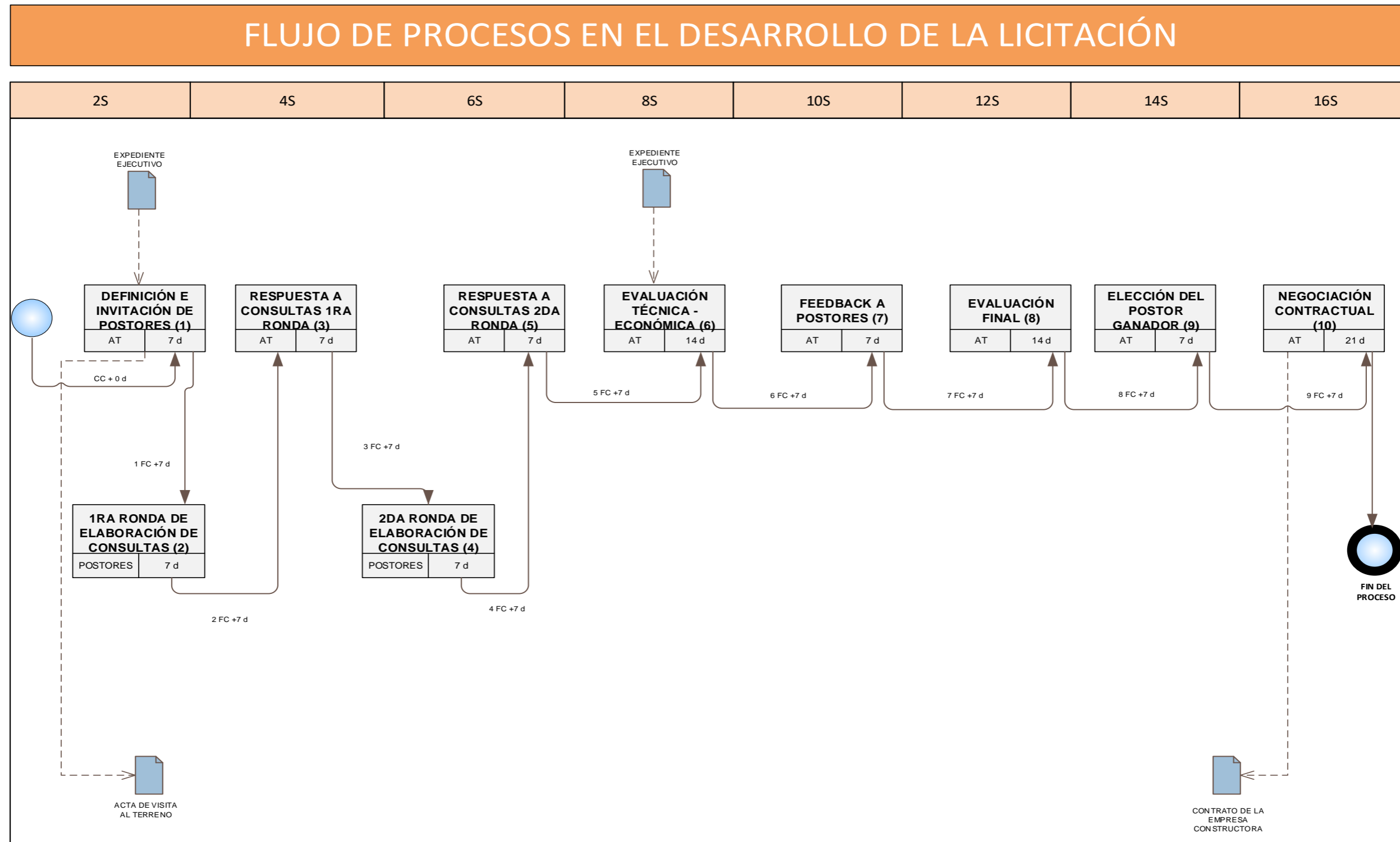


Figura N° 4.9 Flujograma de Procesos de Licitación. Fuente: Elaboración Propia

0 GT	Gestión Técnica	
1 EC	Estudio de Compra	
	1 Planos	Planos
	2 HT	Hoja técnica
2 APC	Anteproyecto en consulta	
	0 BRIEF	Briefing Comercial
	1 HT	Hoja técnica
	2 ARQ	Arquitectura
	3 EST	Estructuras
	4 INS	Instalaciones
		1 IEE Planos de instalaciones eléctricas
		2 ISS Planos de instalaciones sanitarias
		3 ACI Planos de Redes contra incendio
		4 IMM Planos de instalaciones mecánicas
		5 IGG Planos de instalaciones de gas
		6 DACI Planos de detección de alarmas contra incendio
	5 PROV	Proveedores
		1 GE Grupo Electrónico
		2 ASC Ascensores
	6 ECO	Estudios complementarios
	7 TOP	Topografía
	8 EMS	Estudio de Mecánica de Suelos
	9 ECS	Estudio de Contaminación de Suelos
	10 FAG	Factibilidad de Agua
	11 FIE	Factibilidad de energía
	12 FIG	Factibilidad de gas
	13 EMU	Entrega Municipal
	14 BIM	Gestión BIM
		1 PVIG Planos vigentes
		2MOD Modelos BIM
		3MNW Modelos Navisworks
		4PMB Planos obtenidos por medio del Modelo Paramétrico
		5 ICE Sesión ICE
		6 MET Metrado
		7 MUL Multimedia
3 EE	Encaje Económico	
	1 ET	Expediente técnico
		1 ARQ Planos de arquitectura
		2 EST Planos de estructuras
		3 CAB Cuadro de acabados
		4 FACH Esquemas de fachada
	2 MET	Metrados
	3 COT	Cotizaciones
	4 APU	Análisis de precios unitarios

Figura N° 4.10 Árbol de carpetas. Fuente: Elaboración Propia

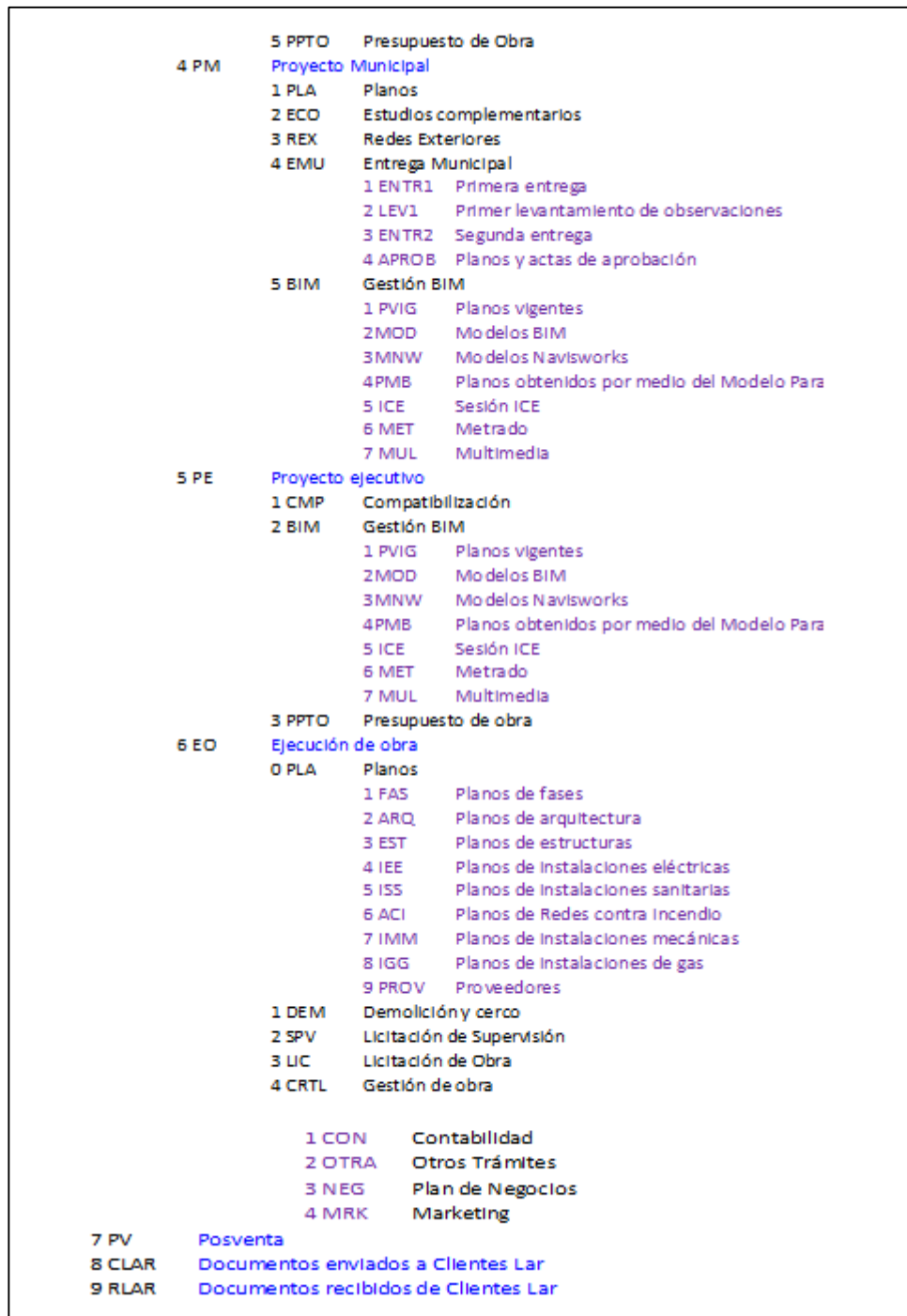


Figura N° 4.10 Árbol de carpetas. Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.2 Definir los softwares y hardware

Una vez definidos los objetivos a desarrollar, se deben de determinar las necesidades de Software y Hardware para evaluar el costo de implementación BIM asociado. Respecto a los softwares, se sugiere el empleo de los productos Autodesk debido a que las estadísticas, a través de encuestas, demuestran que la masa crítica de usuarios en el Perú y el Mundo emplean estas herramientas BIM. Según los objetivos BIM definidos previamente los softwares a emplear serán: Autodesk Revit y Autodesk Navisworks. El Hardware a adoptar será el siguiente: Corei7 7700k Quad-Core (4.20 GHZ) MSI B360M, 24GB RAM, 480GB SSD, 1TB SATA, MSI GeForce GTX1060. Además, según David Barco, se sugiere el uso de tres proyectores para el aumento de productividad en las sesiones ICE. El proyector sugerido puede tener las siguientes características: PowerLite X41+ - HDTV - 4:3 - Frontal, De Techo, Retroproyección - UHE - 210 W - 6000 Hora(s) Normal Mode - 10000 Hora(s) Economy Mode - 1024 x 768 - XGA - 15,000:1 - 3600 lm - HDMI - USB - LAN inalámbrica - 211 W + RACK.

4.1.3.3 Estrategias de intercambio de información

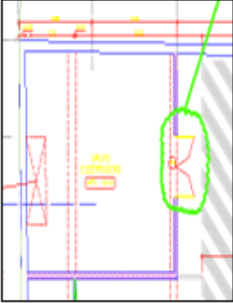


Una de las variables más importantes para una exitosa implementación BIM es el manejo del intercambio de información, para ello se sugiere emplear plataformas virtuales tales como Dropbox o Autodesk 360. Para fines de la presente investigación se empleará Autodesk 360.

4.2 IMPLEMENTACIÓN BIM EN EL PROYECTO ELANT

Debido a que el Proyecto Elant es uno de los primeros proyectos de Grupo Lar Perú que incluye tecnologías BIM en el desarrollo de su gestión, se tuvo la necesidad de crear lineamientos de revisión de los comités ICE. Estos lineamientos son consecuencia de organizar los RFI's de proyectos anteriormente desarrollados en función a la información que reportan los proyectistas en las diferentes etapas del proyecto.

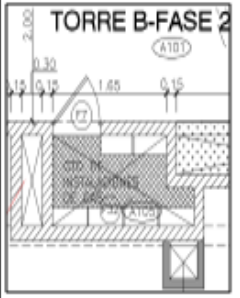
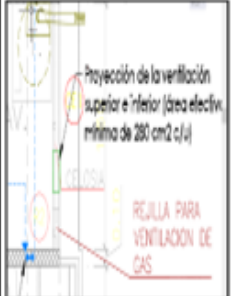

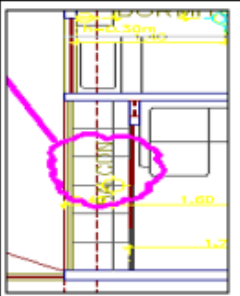
En la tabla 4.6 se enlistan algunos de los RFI's reportados en el proyecto Elant. Esta información se complementa con los RFI'S presentados en los Anexos.

Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant

OBS. N°	LÁMINA	REFERENCIA	OBSERVACIÓN	IMAGEN CONSULTA	ESPECIALIDAD VINCULADA
001	A-05	SOTANO 1	<p>Evaluar el tamaño del G.E de 200 KW para ingreso de puerta al cuarto del suministro.</p> <p>Ver Anexo A1</p>		ARQ
002	SE-02 al SE-05	Sótanos del 1 al 5	<p>Las ubicaciones de la luz de emergencia indicada en los planos de seguridad y evacuación, no coincide con la ubicación considerada en los planos eléctricos.</p>		IIEE
003	SE-02 al SE-05	Sótanos del 1 al 5	<p>Se identifica luz de emergencia en el hall de ascensores de la fase 3, que no ha considerado el proyectista de IIEE, evaluar y validar ubicación a ejecutar en obra.</p>		SEG

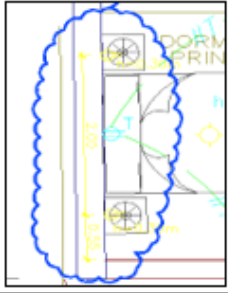
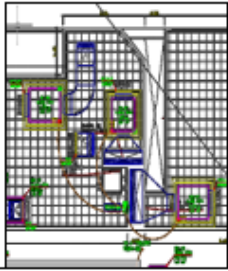
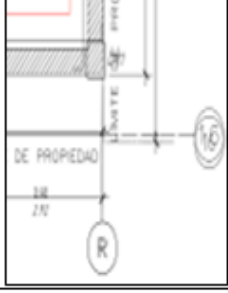
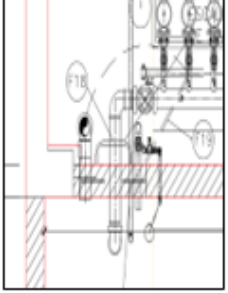
Fuente: Grupo Lar, 2018.Tablas de compatibilización de Proyecto Elant

Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant

004	A-06	Torre A Y B Cuarto de ducto de gas primer piso	Evaluar que la puerta del primer piso del ducto de gas (F7) se considera como cortafuego sin rejillas, y en el proyecto de gas presenta un rejilla		GAS
005	A-07	Dep Y-04/Y-05- Lavandería	Evaluar la reubicación de la rejilla, para que sea el pasante de la chimenea de la termaj		GAS
006	A-08	Centros de luz- Dptos. 1y 2- Fase 1	Se identifican centros de luz considerados solo en las los planos de IIEE.		SEG
007	A-08	Centros de luz- Dptos. 1y 2- Fase 1	Se identifican centros de luz planteados en plano de coordinaciones y no el plano de alumbrado de las IIEE.		IIEE

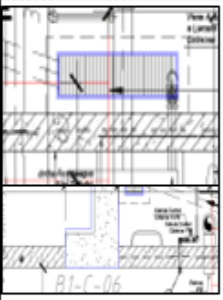
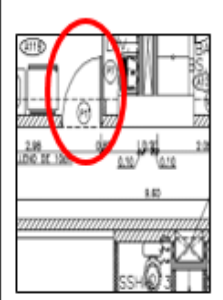
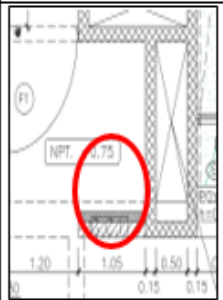
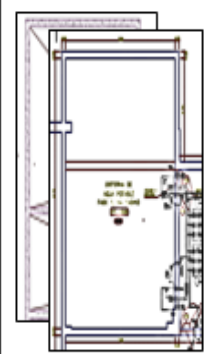
Fuente: Grupo Lar, 2018.Tablas de compatibilización de Proyecto Elant

Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant

008	A-08	Tomacorrientes- Dptos. 1y 2- Fase 1	Definir cantidad de tomacorrientes según planos de IIEE vs plano de coordinaciones.		IIEE
009	A-12	Fase N°2, Planta Azotea Eje I-J/10-11	Evaluar el impacto de que el equipos IC-06, de la escalera N°5 de la Fase N°2, se ubique en la Fase N°3		IIMM
010	E-02	Eje 16	El eje 16 del plano de cimentación presenta desfase de 10 cm con respecto al plano de arquitectura		EST
011	A-01	Cisterna y de cuarto bombas	Los muros de la cisterna y cuarto de bombas no coinciden con los planos de estructuras. Se observa diferentes anchos y geometría con respecto a los planos de arquitectura.		EST



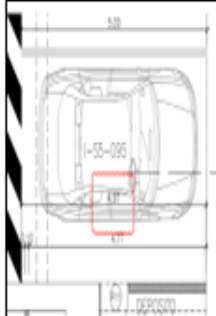

Fuente: Grupo Lar, 2018. Tablas de compatibilización de Proyecto Elant

Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant

012	E-02, IS-30, IS-31	Canaletas de sumidero y succión	En los planos de IISS se observa que las canaletas de sumideros y succión interfieren con la cimentación.		IISS/EST
013	A-06	Pasadizo fase 2 y 3	La puerta de ingreso al dpto. C-101 y el cuarto del conserje están dentro de la ruta de evacuación y no se ha considerado puerta cortafuego.		ARQ
014	A-06	Pasadizo torre fase 2	Evaluar el empotramiento del gabinete contra incendios en un muro cortafuegos		ARQ/ SEG
015	IS-30	Cisterna	Evaluar que en plano Sanitario, se están considerando dos cisterna (Cisterna Agua Potable N° 1 Bloque A y Cisterna Agua Potable N° 2 Bloque A), mientras que en el plano de arquitectura se considera una		ARQ

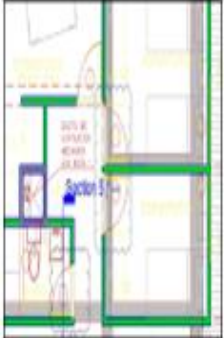
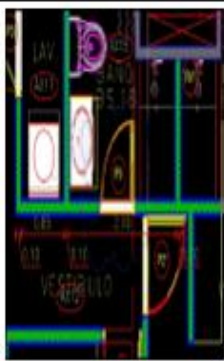
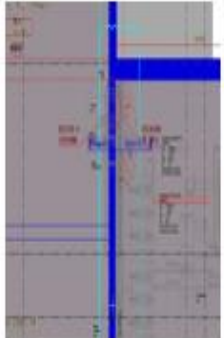
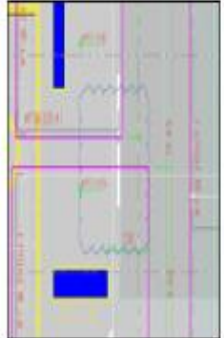
Fuente: Grupo Lar, 2018. Tablas de compatibilización de Proyecto Elant

Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant

016	IS-30	Cistema	En el proyecto sanitario se están considerando rejillas para drenajes, mientras que en el proyecto de arquitectura no lo consideran.		ARQ
017	A0-07	Planta 2° piso, Dpto. 205, Lavandería Torre A	Definir si la puerta de la lavandería es P3 (batiente contraplacada) De ser así, se observa que interfiere con la puerta de ingreso P1.		ARQ
018	A0-02	Planta Sótano, I-5S-095 Fase I	5° El estacionamiento I-5S-095 presenta un largo de 4.97 m.		ARQ
019	A0-02	Planta 5° Sótano, Eje N° y 8 Registrador Gráfico Fase I	El IGP indica que el área mínima del ambiente para el registrador gráfico debe ser de 4.00 m2. En todo caso consultar con el equipador las dimensiones mínimas para su instalación.		ARQ

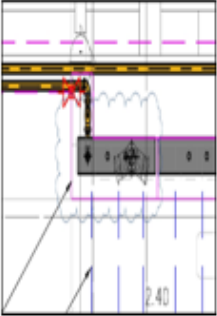

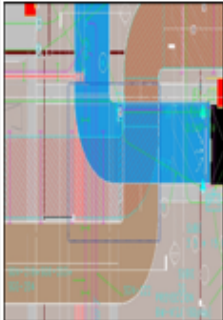

Fuente: Grupo Lar, 2018.Tablas de compatibilización de Proyecto Elant

Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant

020	A-06	10(2.75)- C(0.08)	losa interfiere por 5cm con puerta p2, cambio de altura de sobreluz a 55cm		ARQ
021	A-20	14(51.42)- E(51.4)	Interferencia de puerta p5 con viga		ARQ
022	CTO DE BOMBAS	5(17.24)- K(17.2)	incompatibilidad de planos de arquitectura y sistema, no coincide escalera de gato con ventana de inspección		IISS DES
023	E-27	13(14.76)- K'(14.72)	rampa interfiere con puerta por desnivel de relleno para almacén		EST

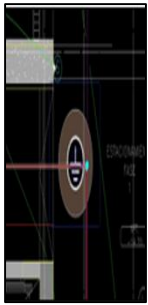
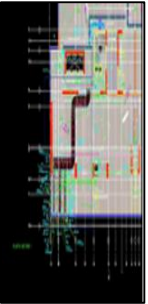
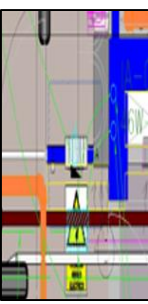
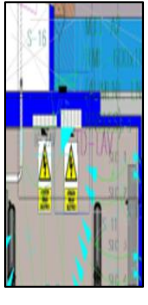
Fuente: Grupo Lar, 2018. Tablas de compatibilización de Proyecto Elant

Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant

024	CTO DE BOMBAS	12(17.23)-L(17.23)	interferencia entre medidor de gas y válvula siamesa		ACI
025	SOT 05	12(14.72)-E(14.7)	conduit atraviesa viga, se repite en sótano superiores		IIEE-RED-AUX
026	IE-16	13'(3.64)-O(3.5)	no cumple con la altura libre con la bandeja		IIEE-TC
027	IE-12	14'(14.71)-E(14.85)	Interferencia de pozo a tierra con cimentación Ver Anexo A2		EST

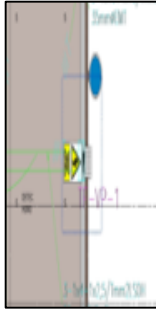
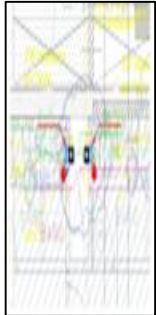


Fuente: Grupo Lar, 2018. Tablas de compatibilización de Proyecto Elant

Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant

028	IE-12	4(14.73)- N'(14.7)	Interferencia de cables de pozos a tierra con cimentación Ver Anexo A3		IIE
029	IS-16	10'(17.2)- L(17.2)	La distancia del sumidero no cumple con la reglamentaria (2.10 m) Ver Anexo A4		IIS
030	CTO DE BOMBAS	6(3.64)-L(3.5)	Interferencia entre el tablero eléctrico y la tubería de desagüe Ver Anexo A5		IIS
031	SOT 1	4(3.52)- L'(3.55)	Tablero de e=15 cm empotrada en Placa de 30 cm		IIEE-TC

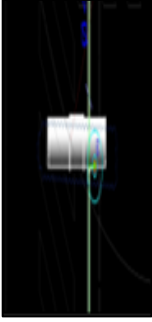
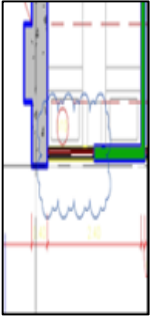
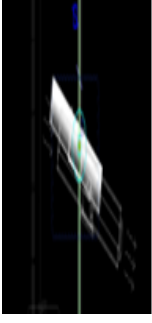
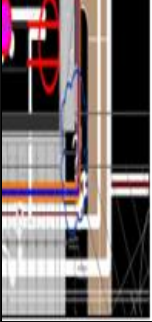
Fuente: Grupo Lar, 2018. Tablas de compatibilización de Proyecto Elant

Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant

032	TECHO B1	5(50.65)- P(50.65)	Tablero de e=21 cm empotrada en tabiquería de 10 cm		IIE-TC
033	IM-07	4(3.74)- L'(3.78)	El ducto mecánico incumple la altura mínima normativa de 2.10 m		IIMM
034	IM-05	2(4.48)- K(3.6)	Interferencia entre tubería de ventilación y extractores mecánicos		IIS DES
035	IM 05	13'(3.55)- P(3'.57)	Altura del extractor mecánico no cumple con la altura mínima normativa Ver Anexo A6		IIMM

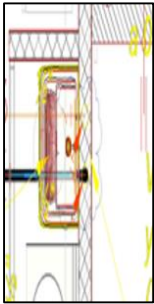

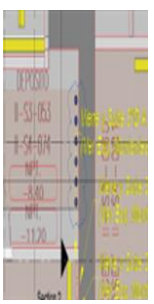
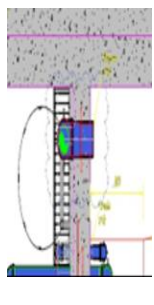
Fuente: Grupo Lar, 2018. Tablas de compatibilización de Proyecto Elant

Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant

036	A1-02	13'(14.8)- K(14.72)	Interferencia de jetfan, tubería y rociador		IISS-ACI
037	A1-02	15(14.74)- N(14.76)	Interferencia de puerta con montantes		IISS-ACI
038	A1-02	13'(14.82)- A'(14.79)	Interferencia de jetfan, tubería y rociador		IISS-ACI
039	A1-06	6(3.6)- N(3.51)	Montante atraviesa una viga		IISS-ACI

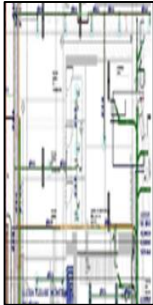
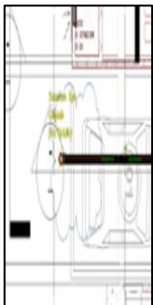
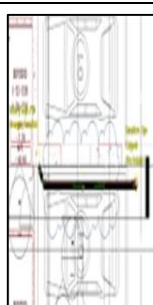
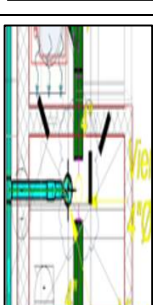
Fuente: Grupo Lar, 2018. Tablas de compatibilización de Proyecto Elant

Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant

040	IS-04	3(1.9)- M(0.1)	Saliad de Terma Interfiere con viga		IISS-AF
041	CTO DE BOMBAS	10'(17.2)- L(17.2)	Interferencia entre escalera de gato y válvula de compuerta Ver Anexo A7		ARQ
042	SOT 04	10'(11.9)- L(11.95)	Incompatibilidad de ubicación de montantes en planos de ARQ e IIS		ARQ
043	CTO DE BOMBAS	9'(17.39)- L(17.25)	Montante interfiere con escalera de gato		ARQ

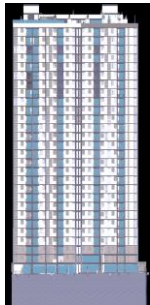

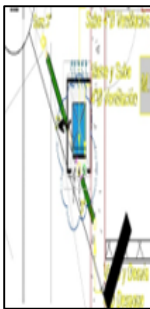

Fuente: Grupo Lar, 2018.Tablas de compatibilización de Proyecto Elant

Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant

044	SOT 01	10(4.43)- L(3.79)	Altura insuficiente para colocar rociadores		IISS-ACI
045	SOT 04	14(11.79)- P(11.94)	Indicar pase en viga		EST
046	SOT 04	6(11.9)- H'(12.01)	Indicar refuerzo del pase en viga atípico		EST
047	P3	14(6.55)- O(6.4)	No se cuenta con detalle de bajada de tubería		IISS-DES




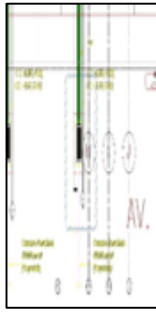
Fuente: Grupo Lar, 2018.Tablas de compatibilización de Proyecto Elant

Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant

048	P1	13(6.39)- G(6.48)	Evaluar encuentro de parapeto con mampara Ver Anexo A8		ARQ
049	AZOTEA B2	13(17.28)- G(75.29)	Espacio Insuficiente para bajada de montante de ventilación 4"		IISS-DES
050	TECHO B2	13(77.94)- L(77.93)	Espacio Insuficiente para bajada de montante de ventilación 4"		IISS-DES
051	SOT 05	6'(14.7)- L(14.76)	Colector de desagüe ubicado en la entrada al cuarto de bombas		IISS-DES

Fuente: Grupo Lar, 2018. Tablas de compatibilización de Proyecto Elant

Tabla N° 4.6 RFI's del Proyecto Elant

052	AZOTEA B2	3(0.31)- L'(0.56)	Evaluar la ubicación del inyector del aire ubicado en la jardinera Ver Anexo A09		IIMM
053	P1	4(0.76)- L(0.88)	Evaluar si el alcance de la fase 1 incluye la construcción de la plazuela Ver Anexo A10		ARQ
054	TECHO B2	9'(2.66)- K(0.88)	Interferencia del colector de montantes con viga peraltada		IISS-DES
055	SOT 05	16(1.41)- H(0.44)	Tubería de desagüe no llega a la altura a buzón		IISS-DES

Fuente: Grupo Lar, 2018. Tablas de compatibilización de Proyecto Elant

CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN

En la tabla 5.1 se presenta un análisis del costo de implementación derivados de los objetivos BIM para un año. Cabe indicar que el costo de los modeladores externo está asociado a un proyecto de las características del multifamiliar Elant (El costo aproximado es de S/ 1.22 / m2 de área construida).

Tabla N° 5.1 Inversión de la implementación BIM

RECURSO MATERIAL	Unid	Cant	Costo Unitario	Costo Parcial
Proyector LCD Epson PowerLite X41+ - HDTV - 4:3 - Frontal, De Techo, Retroproyección - UHE - 210 W - 6000 Hora(s) Normal Mode - 10000 Hora(s) Economy Mode - 1024 x 768 - XGA - 15,000:1 - 3600 lm - HDMI - USB - LAN inalámbrica - 211 W + RACK + Instalación	Und	3	\$683.27	\$2,049.81
PC-Gaming + Windows10 Professional Corei7 7700k Quad-Core (4.20 GHZ) MSI B360M, 24GB RAM, 480GB SSD, 1TB SATA, MSI GeForce GTX1060, Fuente 1000Watts, Case Teros+ Teclado + Mouse	Und	1	\$1,911.22	\$1,911.22
Armado y configuración de equipos	glb	1	\$100.00	\$100.00
Suscripción anual de Licencia Architecture Engineering Construction Collection	Und	1	\$2,760.00	\$2,760.00
				\$6,821.03
RECURSO HUMANO	Unid	Cant	Costo Unitario	Costo Parcial
BIM Manager	mes	12	\$2,000.00	\$24,000.00
Modeladores Externos	glb	1	\$12,080.18	\$12,080.18
				\$36,080.18

Fuente: Elaboración Propia

El costo total de la implementación BIM fue de S/ 145,864.

5.2 MÉTRICAS DE DESEMPEÑO

5.2.1 Cantidad de Observaciones

El proceso de compatibilización se realizó en cinco comités, se identificaron 628 observaciones de las cuales un 26% corresponde a la especialidad de Arquitectura y Seguridad, 9% a estructuras, 23% a instalaciones eléctricas, 28% a instalaciones sanitarias, 6% a Instalaciones Mecánicas, 7% a instalaciones de gas; esta información se lee en la tabla 5.2 Observaciones según especialidad.

Tabla N° 5.2 Observaciones Según Especialidad

ESPECIALIDAD	CANTIDAD	INCIDENCIA %
Arquitectura y Seguridad	163	26%
Estructuras	57	9%
Instalaciones Eléctricas	144	23%
Instalaciones Sanitarias	176	28%
Instalaciones Mecánicas	38	6%
Instalaciones de Gas	44	7%
Total	628	

Fuente: Elaboración Propia

5.2.2 Estado y Tipo de Observaciones

Los estados de las observaciones se clasificaron en Resuelto, Persistente, y Omitido; esta información permite exponer la relevancia de las observaciones (a menor número de observaciones omitidas, mayor será la calidad de las mismas), alertar la posibilidad de RFI's en la etapa de construcción (cantidad de observaciones persistentes), y obtener un ratio promedio de la cantidad de observaciones resueltas (cantidad de observaciones resueltas dividido entre el tiempo total de los comités).

El tipo de observaciones fue clasificado en Incompatibilidad, Falta de Información, Consulta y Recomendación; la observación del tipo falta de información permiten una retroalimentación de la información que debe ser solicitada al especialista en futuros proyectos, las del tipo Incompatibilidad se deben a las interferencias o requerimientos normativos. Lo descrito se lee en la Tabla 5.3 Estado de Inferencias y la Tabla 5.4 Tipo de Observación.

Tabla N° 5.3 Estado de Observaciones

ESPECIALIDAD	ESTADO			Total
	Resuelto	Persistente	Omitido	
Arquitectura y Seguridad	138	21	4	163
Estructuras	40	15	2	57
Instalaciones Eléctricas	105	33	6	144
Instalaciones Sanitarias	149	26	1	176
Instalaciones Mecánicas	34	4	0	38
Instalaciones de Gas	33	6	5	44

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 5.4 Tipo de Observación

ESPECIALIDAD	TIPO DE OBSERVACIÓN				Total
	Incompatibilidad	Falta de Información	Consulta	Recomendación	
Arquitectura y Seguridad	139	10	16	2	167
Estructuras	46	7	2	4	59
Instalaciones Eléctricas	122	12	14	2	150
Instalaciones Sanitarias	141	1	8	27	177
Instalaciones Mecánicas	32	1	4	1	38
Instalaciones de Gas	48	0	1	0	49

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3 Relevancia de las Observaciones

Las observaciones se clasificaron según su relevancia en Crítica, Modera y Leve; las observaciones críticas son las que de identificarse en la etapa de construcción y no subsanar el RFI a tiempo repercutirían en un adicional mayor a \$ 1,000, moderada de \$ 500 a \$1,000 y leve de \$100 a \$ 500. Esta información se lee en la Tabla 5.5 Relevancia de Observaciones.

Tabla N° 5.5 Relevancia de Observaciones

ESPECIALIDAD	RELEVANCIA DE OBSERVACIONES		
	CRÍTICA	MODERADA	LEVE
Arquitectura y Seguridad	41	65	57
Estructuras	20	26	11
Instalaciones Eléctricas	40	72	32
Instalaciones Sanitarias	56	60	60
Instalaciones Mecánicas	9	16	13
Instalaciones de Gas	11	23	10

Fuente: Elaboración Propia

5.2.4 Potencial Ahorro

El potencial ahorro se calculará con el umbral mínimo de la relevancia de observaciones; el potencial ahorro bruto fue de S/ 1,102,894 considerando un tipo de cambio de 3.38. El potencial ahorro neto resulta de restar el ahorro bruto menos la inversión (S/ 1,102,894 - S/ 145,864 = S/ 957,030). Las observaciones críticas representan el 54% del monto total de ahorro, las moderadas 40% y las leves 6%; esta información se presenta en la tabla 5.6. Umbral mínimo de ahorro

Tabla N° 5.6 Umbral Mínimo de Ahorro

	CRÍTICA	MODERADA	LEVE
Umbral Mínimo de ahorro	\$ 1,000.00	\$ 500.00	\$ 100.00
	\$ 177,000.00	\$ 131,000.00	\$ 18,300.00

Fuente: Elaboración Propia

5.3 ANÁLISIS DEL IMPACTO EN LOS PROCESOS

Debido a la implementación de tecnologías BIM en el desarrollo de un proyecto inmobiliario de viviendas, los procesos que se deben de modificarse y/o añadirse (bajo el enfoque de la metodología propuesta) son los siguientes:

- Reunión del Kick off meeting
- Validación de fachada empleando el modelo paramétrico
- Compatibilización preliminar empleando el modelo paramétrico
- Desarrollo del Plano de faseo empleando el modelo paramétrico
- Definición de partidas de control presupuestal del modelo paramétrico
- Validación del modelo paramétrico
- Compatibilización a detalle empleando el modelo paramétrico

- Uso del modelo paramétrico en el concurso de obra
- Simulación 4D con planeamiento del contratista principal

En el desarrollo del proyecto Elant, consecuencia de la implementación BIM en las etapas del proyecto Municipal, Ejecutivo y Licitación, los procesos que se modificaron fueron los siguientes:

- Validación de fachada empleando el modelo paramétrico
- Definición de partidas de control presupuestal del modelo paramétrico
- Validación del modelo paramétrico
- Compatibilización a detalle empleando el modelo paramétrico
- Uso del modelo paramétrico en el concurso de obra

5.3.1 Validación de la fachada empleando el modelo paramétrico

El Objetivo de este proceso es verificar que la fachada cumpla con los requerimientos de calidad y costo establecidos en la etapa del Estudio de Compra del Terreno. Los requerimientos comerciales y técnicos son señalados por el Gerente de Proyectos y el Gerente Técnico, respectivamente. A continuación, se presentan algunos de los criterios de revisión que se usaron en el proyecto Elant:

- Verificar que la ubicación, dimensiones y materialidad de las rejillas de ventilación coincida en el plano de Arquitectura y el plano de Instalaciones de Gas. En la Figura 5.1 se muestra una rejilla de ventilación de 0.25x0.20 de la fachada.
- Verificar la terminación de las mamparas con respecto a la pendiente de la calle (para lo cual se empleó el plano topográfico). En la Figura 5.2 se muestra la terminación de la mampara de la fachada.
- Verificar que las dimensiones de los elementos estructurales guarden relación en el plano de planta y la elevación de arquitectura y plano de encofrados de estructuras. En la figura 5.3 se muestra la incompatibilidad de las dimensiones de una columna en diferentes planos. Esta incompatibilidad fue detectada en el modelamiento del proyecto.
- Verificar que en el plano de la fachada de arquitectura se grafique la ubicación de medidores y reguladores de gas. En la Figura 5.4 se muestra la omisión en el proyecto Elant. Esta omisión fue detectada en el modelamiento del proyecto.

- Verificar que se indique en los planos de arquitectura se indique el texturizado y materialidad de todos los elementos.
- Verificar que la cantidad y tipo de los puntos de luz (braquetes, plafón para adosar) en los balcones coincidan en los renderizados y planos de alumbrados. En la figura 5.5 se muestra la iluminación de balcones.

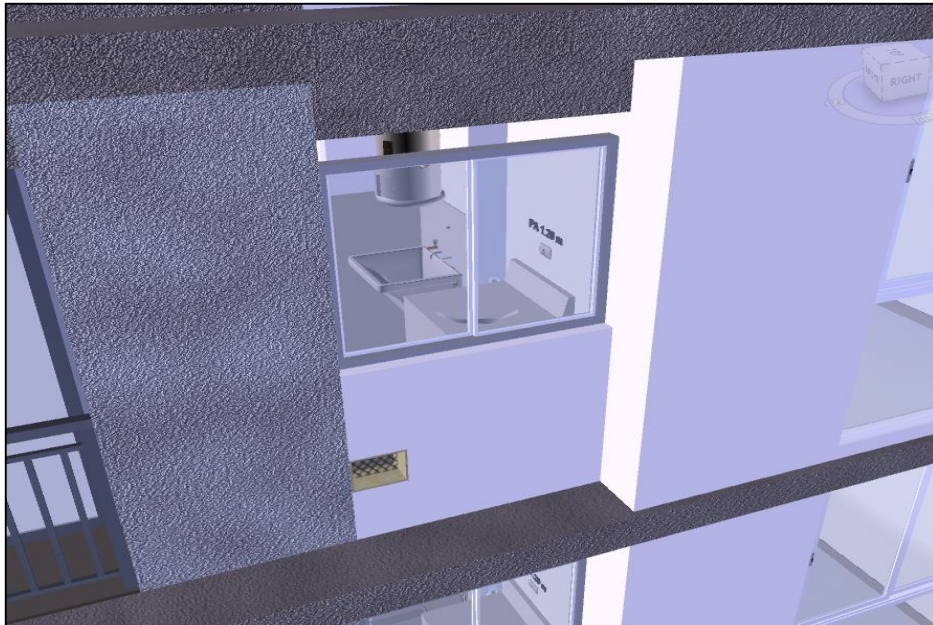


Figura N° 5.1 Rejillas de ventilación en la Fachada del proyecto Elant.
Fuente: Modelo Paramétrico Elant



Figura N° 5.2 Terminación de las mamparas en la fachada.
Fuente: Modelo Paramétrico Elant

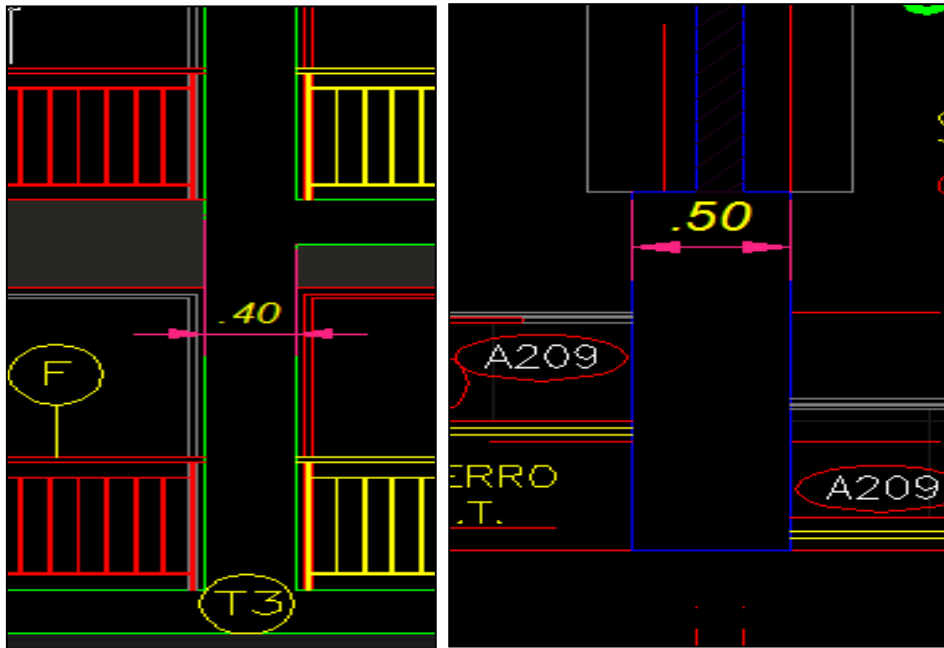


Figura N° 5.3 Incompatibilidad de columna en fachada. Fuente: Modelo Paramétrico Elant

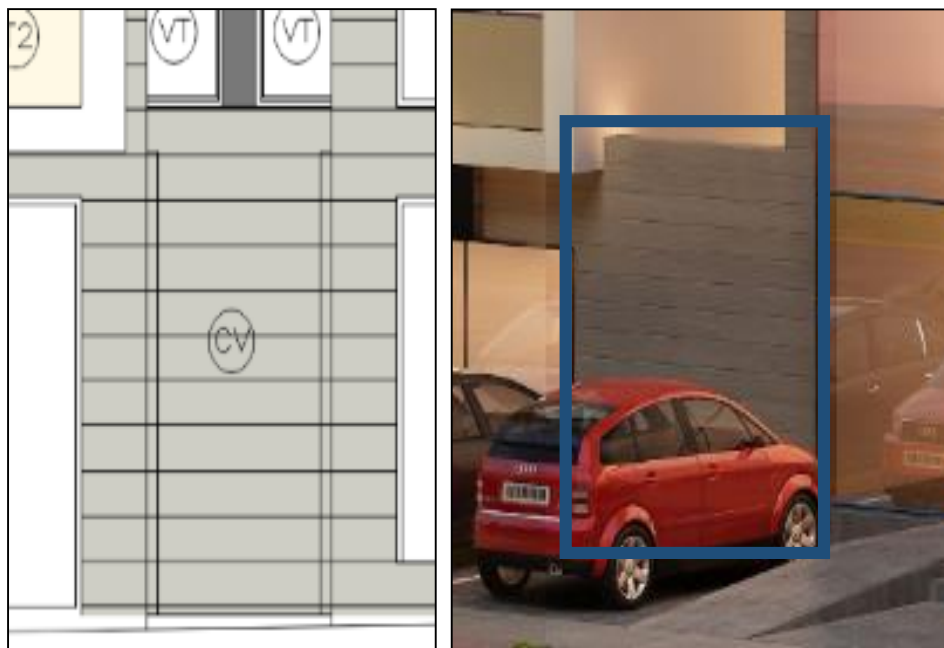


Figura N° 5.4 Omisión del Banco de medidores y Reguladores en la fachada.
Fuente: Modelo Paramétrico Elant

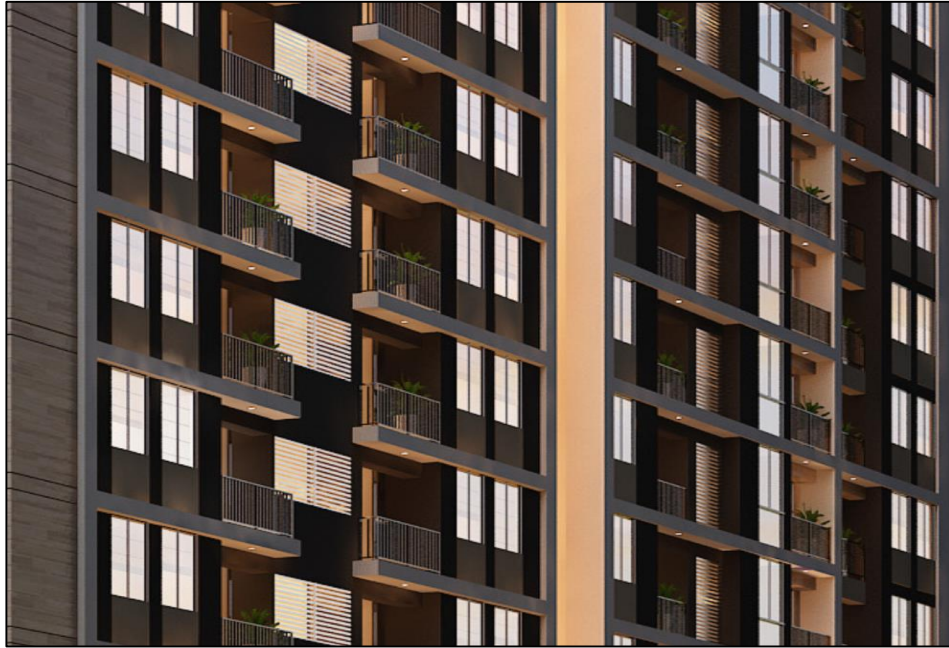


Figura N° 5.5 Iluminación de la fachada del proyecto Elant. Fuente: Modelo Paramétrico Elant

5.3.2 Definición de partidas de control presupuestal con el modelo paramétrico
Este proceso consiste en definir las partidas del presupuesto cuyo metrado será obtenido por medio del modelo paramétrico. Con este fin se definieron los siguientes parámetros por elemento:

- Descripción
- Código del elemento
- Fase
- Nivel
- Fecha a construirse
- Partida
- Sector

Debido a que el proyecto Elant fue uno de los primeros en el Área Técnica de Grupo Lar Perú en implementar tecnologías BIM en su desarrollo, las partidas modeladas cuyos metrados tuvieron una diferencia porcentual menor al 5% fueron las siguientes:

- Concreto en Solados (desviación 3.5%)
- Concreto en la cimentación Armada (desviación 2.3%)
- Concreto en Zapatas (desviación 2.7%)

- Concreto en Vigas de Cimentación (desviación 2.1%)
- Concreto en Muros Anclados (desviación 3.7%)
- Concreto en muros de Sótanos (desviación 4.1%)
- Concreto en Cisterna (desviación 1.2%)
- Concreto en Placas (desviación 2.3%)
- Concreto en columnas (desviación 3.2%)
- Concreto en vigas (desviación 2.6%)
- Concreto en corte de techos (desviación 1.8%)
- Concreto en losas macizas (desviación 1.2%)
- Concreto en losas aligeradas (desviación 2.4%)
- Concreto en poza de hidromasaje (desviación 1.3%)
- Concreto en Escaleras (desviación 1.8%)
- Concreto en Pozo Sumidero (desviación 0.7%)
- Muro sílico Calcáreo (desviación 4.2%)
- Revoques y enlucidos en elementos verticales (desviación 4.8%)
- Revoques y enlucidos en cielos rasos (desviación 2.7%)
- Piso de cemento pulido impermeabilizado – Cisterna (desviación 0.8%)
- Piso de cemento pulido (desviación 1.1%)
- Piso de cemento frotachado – Estacionamiento (desviación 2.8%)
- Piso de cemento frotachado bruñado – rampa (desviación 3.2%)
- Pisos en áreas comunes (desviación 1.9%)
- Pisos en viviendas (desviación 2.3%)
- Zócalos en áreas comunes (desviación 4.1%)
- Zócalos en vivienda (desviación 3.9%)
- Contrazócalo en vivienda (desviación 4.6%)
- Contrazócalo en áreas comunes (desviación 3.9%)
- Contrazócalo en vivienda (desviación 4.4%)
- Puertas en vivienda (desviación 0.5%)
- Puertas en áreas comunes (desviación 0.4%)
- Muebles de baño (desviación 0.7%)
- Puertas cortafuego en sótanos (desviación 1.1%)
- Puertas cortafuego sobre rasante (desviación 0.6%)
- Pasamano y escaleras (desviación 4.9%)
- Tablero de mármol y granito y cuarzo (desviación 3.4%)
- Aparatos sanitarios (desviación 0.7%)

- Griferías (desviación 0.5%)
- Luminarias (desviación 1.3%)
- Ventanas y puertas exteriores (desviación 1.9%)
- Celosías (desviación 2.7%)

5.3.3 Validación del modelo paramétrico

El objetivo de este proceso es validar el modelo paramétrico que será empleado en la compatibilización a detalle y cedida, de manera temporal, a los postores del concurso de obra. Se deberá verificar que el modelo refleje la intención de diseño de los proyectistas. A continuación, se presentan algunos criterios de revisión del modelo:

- Verificar que todos los elementos definidos en el itemizado del presupuesto sean modelados según los planos de los proyectistas
- Verificar que las familias sean modeladas según las fichas técnicas del proyecto. Al lado izquierdo de las Figura 5.6 y Figura 5.7 se muestran parte de las fichas técnicas de las termas tipo A de acumulación y Paso y al lado derecho la familia modelada en el proyecto. A l lado izquierdo de la Figura 5.8 se ilustra parte de la ficha técnica de la cocina y al lado derecho la familia usada en el proyecto.
- Verificar que los elementos cuenten con los parámetros previamente definidos (descripción, código del elemento, fase, nivel, fecha a construirse, partida, sector)



Figura N° 5.6 Terna de acumulación del Proyecto Elant. Fuente: Modelo Paramétrico Elant



Figura N° 5.7 Terna de Paso del proyecto Elant. Fuente: Modelo Paramétrico Elant



Figura N° 5.8 Cocina de Pie del proyecto Elant. Fuente: Modelo Paramétrico Elant

5.3.4 Compatibilización a detalle empleando el modelo paramétrico

La compatibilización a detalle consiste en la detección de interferencias e incompatibilidades del proyecto que comprometan la constructabilidad y/o el presupuesto de la obra. En el acápite de métricas de desempeño se muestran los resultados de la compatibilización y en el Anexo se detalla algunos RFI'S del proyecto.

5.3.5 Empleo del modelo paramétrico en el concurso de obra

En la etapa del concurso de obra se usó el modelo para la presentación de las generalidades del proyecto (la presentación se dio en la primera visita al terreno); así mismo se les cedió el modelo a los postores, derechos temporales, para que obtengan los metrados y entiendan las particularidades del proyecto.

CONCLUSIONES

- La Propuesta de metodología para la implementación de tecnología BIM en la empresa inmobiliaria Grupo Lar y su aplicación al proyecto multifamiliar Elant benefició al usuario final. El beneficio para usuario final fue el mantenimiento del costo de venta previsto en el encaje económico, así como el aseguramiento de la calidad funcional y el cumplimiento de la normativa vigente.
- La implementación de la metodología para la implementación de tecnología BIM en la empresa inmobiliaria Grupo Lar minimizó las pérdidas económicas en el proceso constructivo del proyecto multifamiliar Elant (por medio de la detección temprana de interferencias), integración el sistema de gestión técnica de sus procesos y redujo los cambios de diseño por requerimientos comerciales. La valoración cuantitativa neta de la detección de interferencias tempranas asciende a S/957,030 considerando un tipo de cambio de S/ 3.38 a enero del 2019; este monto representa el 1.48% del presupuesto del proyecto Elant. La integración de los procesos y la reducción de los cambios de diseño por requerimientos comerciales se debió al uso recurrente del modelo paramétrico para validaciones técnicas y comerciales.
- Los grupos de procesos internos en la gestión técnica de la empresa Grupo Lar que determinan el costo del proyecto inmobiliario para el usuario final son los siguientes: Estudio de compra del Terreno, Debida Diligencia técnica (Due Diligence Técnico), Anteproyecto en Consulta, Encaje Económico, Proyecto Municipal, Proyecto Ejecutivo, Presupuesto de Obra, Licitación de Obra, Construcción del proyecto, Post venta; considerando 121 viviendas y un ritmo de ventas de cinco de ellos de manera mensual. El plazo desde el Estudio de Compra del Terreno, hasta la Licitación del Proyecto es de aproximadamente trece meses (no incluye el plazo de la construcción ni la post venta). Estos no se desarrollan de manera lineal, sino que se superponen a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- El proceso de compatibilización se potenció con el uso de los Lineamientos de Revisión, el cual es un documento que recopila los Requerimientos de Información de proyectos anteriores de la empresa Grupo Lar.

- La inclusión de tecnologías BIM en el desarrollo del proceso de compatibilización potenció el entendimiento de las observaciones por parte de los involucrados en el proyecto, en consecuencia, el tiempo de respuesta promedio de las observaciones revisadas en una sesión ICE fue de 0.44 por minuto.
- Las observaciones se categorizaron por su naturaleza y relevancia. Por un lado, por su naturaleza, se dividen en falta de información, Incompatibilidad, consulta y recomendación. Las observaciones por falta de información permiten una retroalimentación de la información que debe ser solicitada al especialista en futuros proyectos, las del tipo Incompatibilidad se deben a las interferencias o requerimientos normativos críticos representaron; el 83% de las observaciones fueron por incompatibilidades, el 5% por falta de información, el 7% por consulta, el 6% por recomendación. Por otro lado, por su relevancia, se identificaron un 28% de observaciones críticas, un 42% de moderadas y un 29% de leves.
- La especialidad donde se reportaron mayor cantidad de interferencias, ordenadas de mayor a menor, fueron las siguientes: instalaciones sanitarias, arquitectura y seguridad, instalaciones eléctricas, estructuras, instalaciones mecánicas e instalaciones de gas.
- Los procesos internos en la gestión técnica que se modificaron o añadieron por la implementación de tecnología BIM en la empresa inmobiliaria Grupo Lar para beneficiar al usuario final del proyecto multifamiliar Elant en las etapas de proyecto Municipal, proyecto ejecutivo y licitación fueron los siguientes:
 - Validación de fachada empleando el modelo paramétrico
 - Definición de partidas de control presupuestal del modelo paramétrico
 - Validación del modelo paramétrico
 - Compatibilización a detalle empleando el modelo paramétrico
 - Uso del modelo paramétrico en el concurso de obra
- La metodología propuesta no limitó el empleo de tecnologías BIM al proceso de compatibilización y la redujo al empleo de herramientas tecnológicas. La metodología se basa en directrices de índole político, tecnológico y de procesos que abordan el empleo de tecnologías BIM

desde la Planificación del proyecto (Estudio de Compra técnico) hasta la Post venta, en consecuencia, involucra a los altos directivos que definen los objetivos estratégicos que se deberán desarrollar. Así mismo, La propuesta considera la coexistencia de los modelos 2D y el modelo paramétrico, y a su vez cimienta las bases para la gestión integral del proyecto basado en el modelo.

- Los usuarios finales del proyecto Elant se beneficiaron por la reducción del costo y aseguramiento de la funcionalidad de la unidad inmobiliaria, consecuencia del control de potenciales adicionales de obra e incompatibilidades por funcionalidad y normativa. De acuerdo a la valoración cuantitativa neta por la detección de interferencias tempranas se evitó el aumento de, como mínimo, S/957,030 en el costo de venta de las unidades inmobiliarias. La cantidad de incompatibilidades acumuladas (suma de las observaciones críticas, moderadas y leves) halladas en el proyecto ascienden a 622.

RECOMENDACIONES

- La Metodología propuesta puede ser complementada con un Plan de Ejecución BIM; esto favorece la identificación de los objetivos estratégicos BIM en el desarrollo del proyecto.
- Entre las cláusulas contractuales de los proyectistas se debe fijar el ratio de construcción por especialidad y las penalidades a las respuestas tardías a los requerimientos de información. Esto repercutirá a que el proyectista oriente el diseño a un costo meta y atienda a las solicitudes de los requerimientos de información con prontitud.
- Se debe planificar el contenido base de las sesiones de compatibilización en función a los lineamientos de revisión, los reportes parciales del empleo de la herramienta tecnológica, la información disponible en el desarrollo del proyecto y el número de sesiones ICE proyectadas.
- En el contrato deberán definirse la propiedad del modelo paramétrico y el alcance a modelar (en caso de no realizarse in-house).
- La gestión documental es de vital importancia en el desarrollo del proyecto, por lo que los planos deberán mantenerse actualizados en función del modelo y viceversa; de generarse un desfase de versiones puede ocasionar adicionales en obra. Al momento de la elaboración de la tesis algunas empresas importantes de diseño estructural ofrecen un servicio de modelamiento que complementa el entregable de los planos; se deberá prestar atención a que la versión de planos guarde relación con el modelo.
- Las estadísticas confirmar que el empleo de tecnologías BIM en el desarrollo de proyectos continúa en aumento; de mantenerse esta tendencia se generará una brecha competitiva entre las empresas que usen y no tecnologías BIM.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

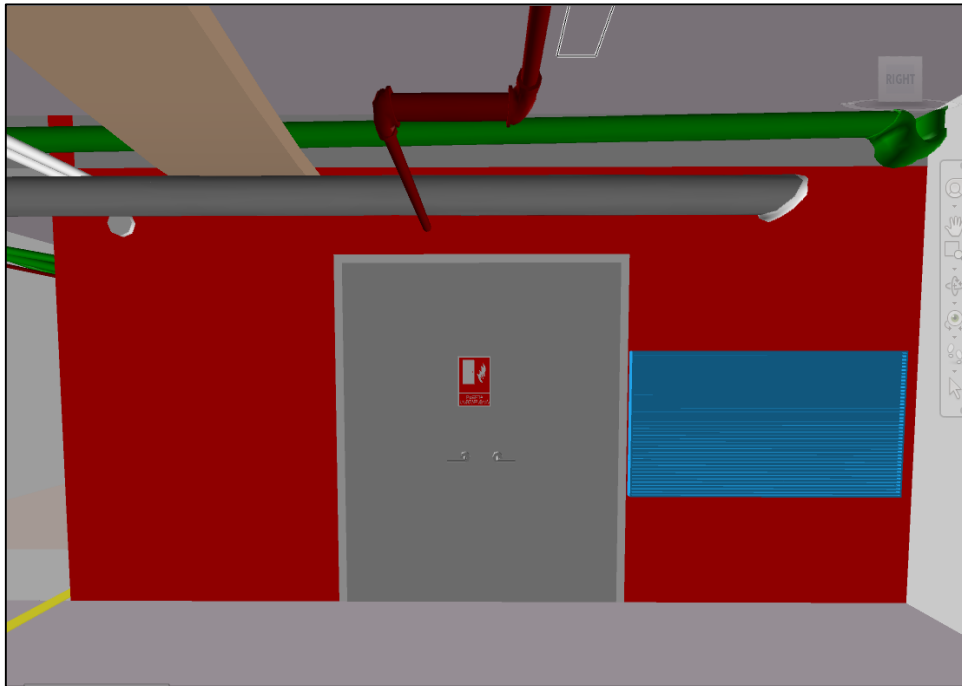
1. Almonacid, F. L, Navarro L. J., Rodas B. I: Propuesta de Metodología para la implementación de la tecnología BIM en la empresa constructora e inmobiliaria “IJ Proyecta”, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima,2015.
2. 13th Global Congress on Manufacturing and Management, GCMM 2016, Research on Application of BIM 5D Technology in Central Grand Project, School of Management and Engineering Zhengzhou University, Zhengzhou, 2017.
3. 29th World Congress International Project Management Association (IPMA) 2015, IPMA WC 2015, 28-30 September – 1 October 2015, Westin Playa Bonita, Panama, Project cost management with 5D BIM, University of Technology Sydney, Sydney, 2016.
4. Barco Moreno, David. Guía Para Implementar y Gestionar Proyectos BIM. Lima: COSTOS S.A.C, 2018.
5. Bew & Mervyn, Mark & Richards. The Structural Engineer. Vol. 91. Londres, 2013.
6. BuildingSmart. National Building Information Modeling Initiative. Australia, 2012.
7. Castillejo, W. R Gerencia de Proyectos con MSProject 2007- Tomo I – Planificación, Organización y Programación de Proyectos. Lima: ISAGRIF SRL, 2008.
8. Comité BIM del Perú, Protocolos BIM, Introducción. Lima, 2014.
9. Computer Integrated Construction Research Program at Pennsylvania State University, Project Execution Planning Guide version 2.1, CIC Research Program, Pennsylvania, 2011.
10. Eastman M. Charles, BIM Handbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, Jhon Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2008.
11. Grytting, I. Use of LoD decision plan in BIM-projects. Creative Construction Conference 2017, June 2017, Primosten, Croatia, 7-8. Croacia, 2017
12. HGP Group. (2016). Déficit Habitacional en Lima Metropolitana al año 2016. Lima.
13. Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). Encuesta Nacional de Programas Presupuestales 2011-2017. Lima.

14. Lester Albert, Project Management, Planning, and Control, Elsevier Ltd, Oxford, 2014.
15. Loyola, M. Encuesta Nacional BIM 2016: Informe de resultados. Universidad de Chile. Santiago de Chile, 2016.
16. Murgía Sanchez, D. Primer Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima Y Callao 2017. Departamento de Ingeniería PUCP. Lima, 2018.
17. National Building Specification 2017: National BIM Report 2017. RIBA Enterprises Ltd © 2017. Reino Unido, London, 2017.
18. Salinas Saavedra José, Ulloa Román Kareem, Mejoras en la implementación BIM en los Procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2013.
19. Succar & Kassem B. Macro-BIM adoption: Conceptual Structures, Change Agents Pty. Ltd., Melbourne, Australia, 2015.
20. The Computer Integrated Construction Research Program. (2011). Project Execution Planning Guide Version 2.1. Pennsylvania: Pennsylvania State University. Pennsylvania, 2011.
21. TINSA & BBVA Research. Perú Situación Inmobiliaria 2017. BBVA Research, 11. Lima, 2017.
22. Presentación Coporativa (2018). España: Presentación Corporativa <https://www.grupolar.com/informacion-financiera/>.
23. Fachada del proyecto Hara (2018). Lima: landing comercial <https://www.Hara.pe/>.
24. Fachada del proyecto Midtown (2018). Lima: landing comercial <https://www.Midtown.pe/>.
25. Fachada del proyecto Eres (2018). Lima: landing comercial <https://www.Eres.pe/>.
26. Fachada del proyecto Elant (2018). Lima: landing comercial <https://www.Elant.pe/>.
27. Fachada del proyecto Duplo (2018). Lima: landing comercial <https://www.Duplo.pe/>.
28. Fachada del proyecto Nesta (2018). Lima: landing comercial <https://www.Nesta.pe/>.

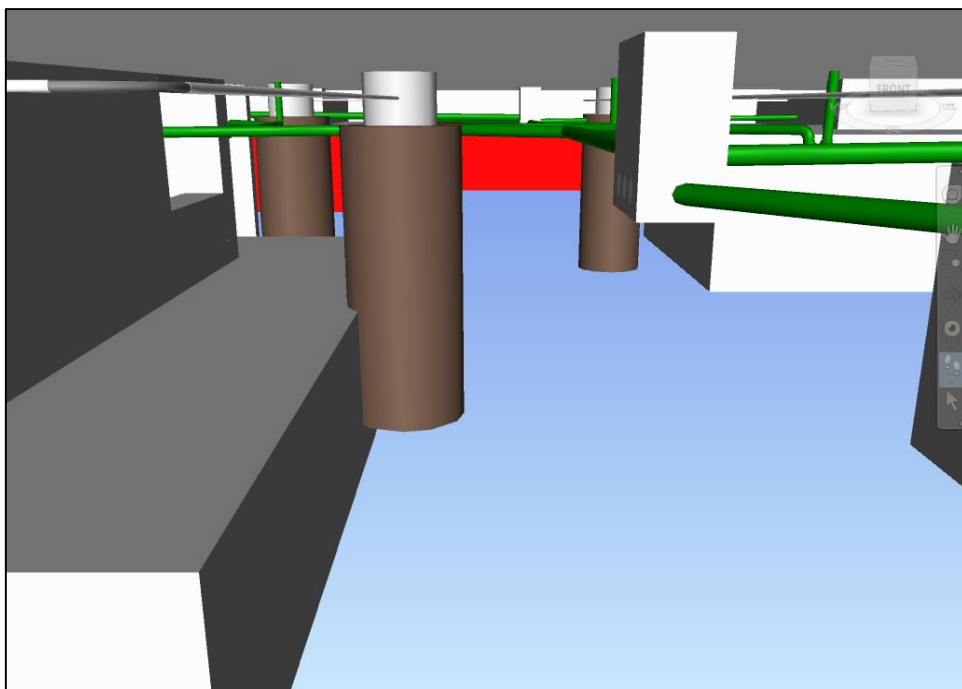
ANEXOS

A: EJEMPLOS DE REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN TÍPICOS

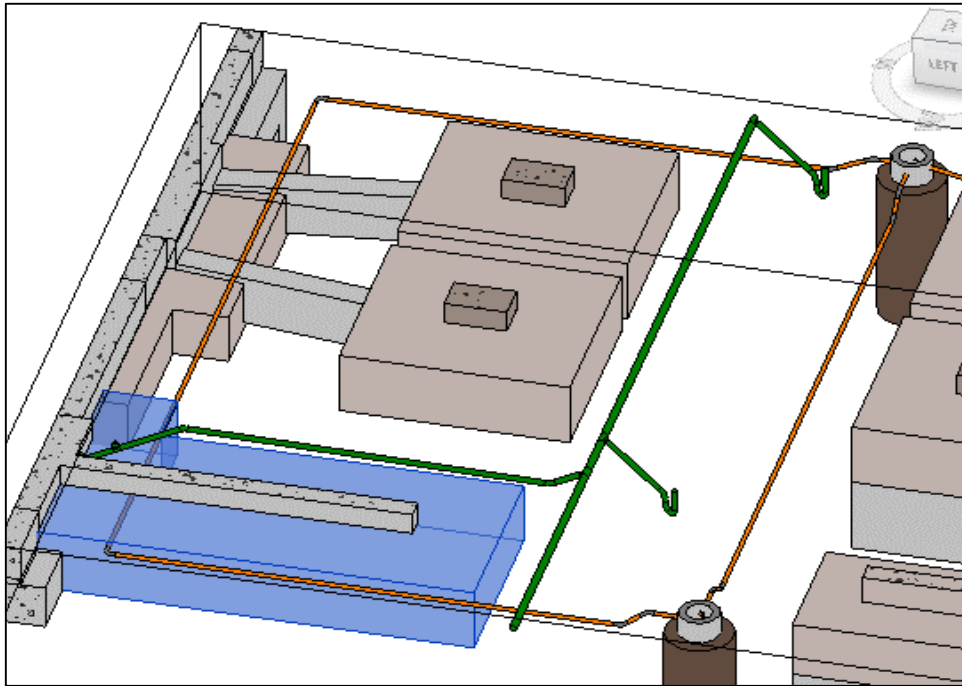
A1. En el cuarto del grupo electrógeno se tuvo que aumentar las dimensiones de la puerta para permitir la maniobra del equipo de 200 kw en la fase del mantenimiento.



A2. En la cimentación se detectaron interferencias del pozo a tierra con zapatas.



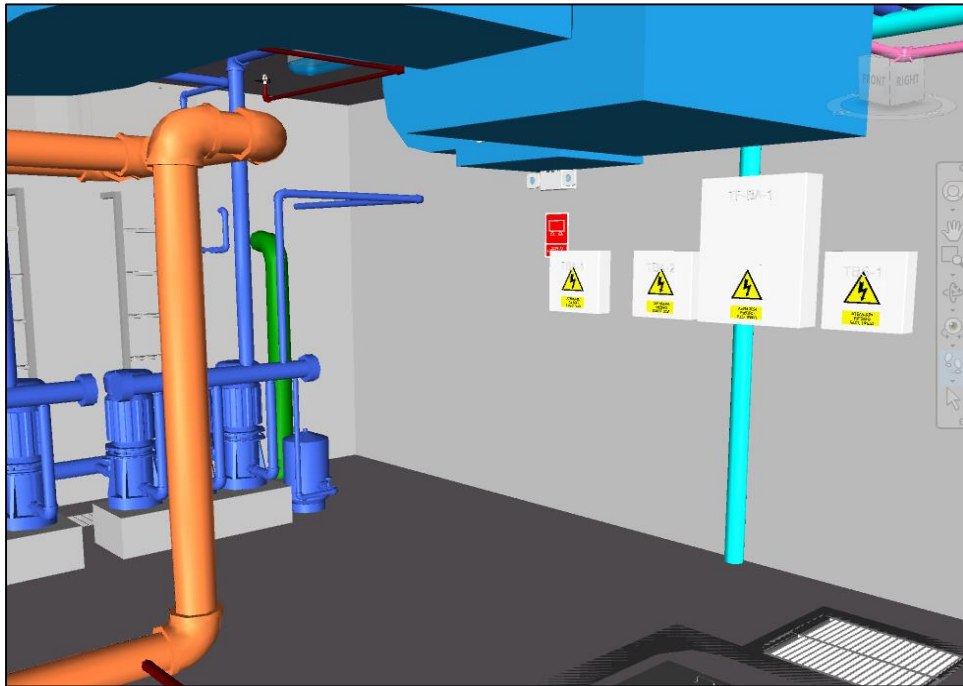
A3. Se identificó interferencias de los cables de los pozos a tierra con la cimentación.



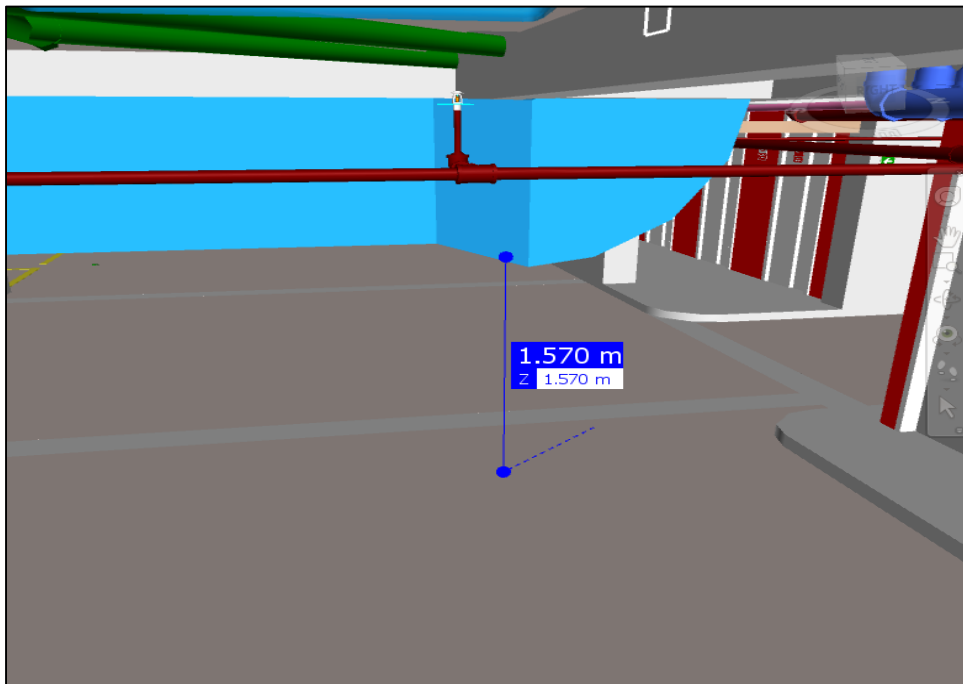
A4. En los sótanos del dos al cuatro se detectó que la distancia del ducto del sumidero al nivel inferior es de 2.037 m, lo cual incumple con la distancia mínima normativa de 2.10 m.



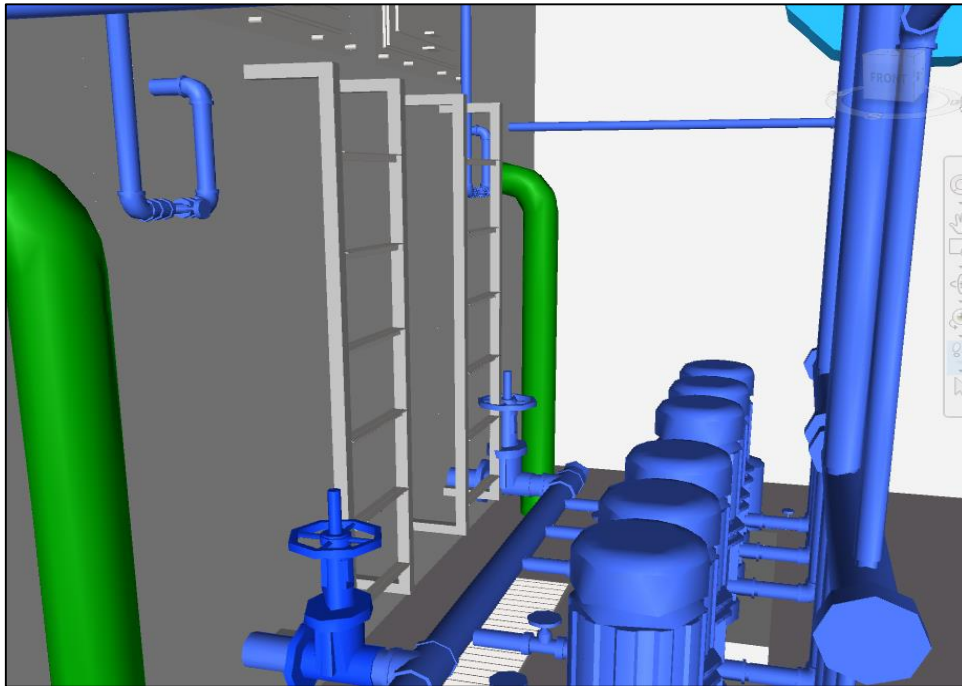
A5. En el cuarto de Bombas se detectó interferencia entre el Tablero eléctrico y la tubería de desagüe.



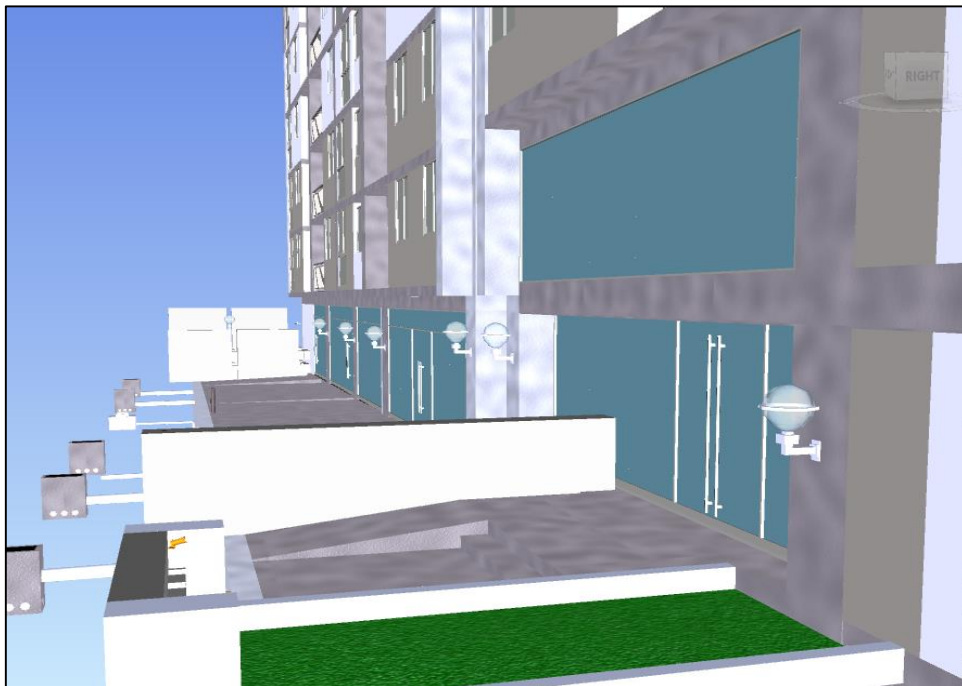
A6. En el sótano 1 la altura del extractor mecánico no cumple con la altura normativa



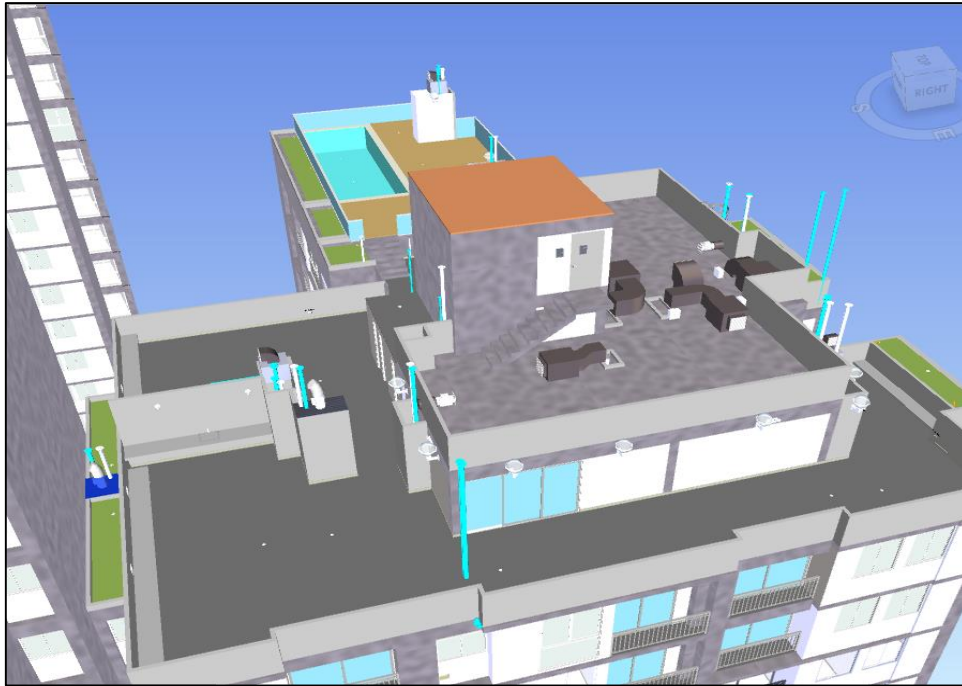
A7. En el cuarto de Bombas se observó interferencia entre la válvula de compuerta y la escalera de gato.



A8. En la fachada se tuvo que reconsiderar el encuentro del parapeto por el encuentro con la mampara (afecta la estética del proyecto).



A9. En la azotea se tuvo que evaluar la ubicación del inyector de aire ubicado en la jardinera (afecta la funcionalidad y estética).



A10. En la licitación de la fase 1 se tuvo que evaluar la constructabilidad de la Plazuela por ubicarse en medio de la torre de la fase 1 y la fase 2.

