

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

PROYECTO DE SISTEMA DE MAPEO TRIDIMENSIONAL PARA UTILIZAR REALIDAD VIRTUAL EN ARRIENDOS Y VENTAS DE INMUEBLES

DESARROLLO PARA UN CASO DE NEGOCIO

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

AUTOR

JOAQUÍN TÉLLEZ CABRERA

PROFESOR GUÍA

PEDRO FERNÁNDEZ DE LA REGUERA B.

SANTIAGO, 02 DE OCTUBRE, 2019

Contenido

I. Conceptos	4
II. Resumen	5
1. Introducción	6
1.1. Problema de investigación	6
1.2. Objetivo General	8
1.3. Objetivos Específicos	8
2. Marco Teórico.....	9
2.1. Antecedentes	9
2.2. Mercado inmobiliario chileno.....	9
2.3. Comercio electrónico.....	16
2.4. Software TRL.....	18
2.5. Tecnología.....	19
2.5.1. Inteligencia Artificial	21
2.5.2. Sistema identificador de objetos.....	22
2.5.3. Sistema de mapeo tridimensional	22
2.5.4. Sistema asimilador de dimensiones y posicionamiento para muebles	24
2.5.5. Sistema generador de texturas.....	25
2.5.6. Sistema generador de muebles en 3D	26
2.5.7. Sistema de agrupación espacial para planos de una vivienda	26
2.5.8. Sistema para generación del mundo virtual	28
2.5.9. Realidad Virtual.....	29
3. Proyecto	31
3.1. Desarrollo.....	31
3.2. Etapas de desarrollo.....	32
3.2.1. Creación del sistema de visualización para VR y para la generación de inmuebles virtuales a partir de planos / otros sistemas.	32
3.2.2. Creación del sistema de mapeo 3D de inmuebles y de extracción de texturas	33
3.2.3. Creación del sistema de posicionamiento y de mapeo de muebles	34
3.3. Modelo de negocio	35
3.3.1. Clientes	36
3.3.2. Propuesta de valor	36
3.4. Recursos de Desarrollo	37
3.4.1. Estimación de Tiempos.....	38

3.4.2. Estimación de Recursos	39
3.4.3. Estimación de Costos.....	40
3.5. Análisis de mercado	42
3.5.1. Descripción del mercado.....	42
3.5.2. Proveedores	44
3.5.3. Competidores.....	45
3.5.4. Distribuidores	46
3.5.5. Consumidores.....	46
3.5.6. Factores externos	47
3.5.7. Factores Críticos de Éxito en la Industria	48
3.5.8. Análisis FODA	48
3.6. Análisis financiero.....	49
3.6.1. Ingresos	49
3.6.2. Flujo de caja	52
4. Conclusiones	56
5. Referencias.....	58
6. Anexos	63
6.1. Índices de costos de edificación y edificación en altura.....	63
6.2. Porcentaje de usuarios que compra online.....	64
6.3. TRL de Software	64
6.4. Máquina evaluada para desarrollo.....	66
6.5. Equipos para colaboradores	67
6.6. Evaluación de tiempos y recursos del proyecto	68
6.7. Flujo de caja.....	69
6.8. Valor Actual Neto (VAN).....	70
6.9. Tasa Interna de Retorno (TIR)	70

I. Conceptos

AI	Inteligencia artificial (siglas en inglés)
VR	Realidad virtual (siglas en inglés)
3D	Tres dimensiones
SaaS	Software como servicio
TRL	Nivel de madurez tecnológica (siglas en inglés)
eCommerce	Comercio electrónico/digital
RM	Región Metropolitana
HH	Horas hombre
GPU	Unidad de procesamiento gráfico (siglas en inglés)

II. Resumen

Dentro del siguiente trabajo se busca evaluar la factibilidad económica en Chile de un proyecto para desarrollar una herramienta de mapeo tridimensional de inmuebles, el cual busca combinar las tecnologías de imágenes 360°, realidad virtual e inteligencia artificial para crear mundos virtuales de domicilios en arriendo o venta. Lo anterior, se busca completar en tres etapas y tiene como objetivo mejorar la capacidad/alcance de marketing de los clientes.

Para esto, se utiliza un flujo de caja junto al VAN, TIR y PAYBACK como parte de la evaluación financiera y el TRL para una estimación de tiempos de desarrollo, considerando la tecnología como alcanzable y asumiendo que los resultados serán satisfactorios.

En base a esto, la memoria logra demostrar que una herramienta es factible de desarrollar, encontrándose que esta se elaborará en dos años y requerirá \$149.875.000 en horas laborales además de \$15.488.829 en activos fijos.

Junto con lo anterior, la evaluación del mercado determina que se presentan buenas condiciones para la ejecución del proyecto posterior a la recuperación de la industria, dada la magnitud y flujos de inmuebles en todos los segmentos, permitiendo conseguir resultados rápidamente y establecerse dentro del mercado. Con dicha información, y considerando un periodo de 10 años, el flujo de caja logró obtener un VAN de \$100.185.353, una TIR de 27% y PAYBACK en 7,31 años, indicando que el proyecto es viable dentro de las condiciones establecidas.

En base a lo analizado, la actual memoria determina viable desarrollar una herramienta de mapeo tridimensional de viviendas dentro de Chile, lo cual potenciará al marketing inmobiliario y permitirá implementar la realidad virtual en la industria.

1. Introducción

1.1. Problema de investigación

En la actualidad existen múltiples herramientas para captación de clientes utilizadas por varias industrias dentro de Chile, encontrándose la mayoría de estas enfocadas en elementos innovadores y tecnológicos, como la realidad virtual, para manejar la experiencia y superar las expectativas de los clientes.

En este ámbito, el mercado inmobiliario se ha mantenido distanciado de estas herramientas de ventas/captación de clientes, ya que apuestan por canales bien establecidos para el descubrimiento de proyectos y la canalización de estos clientes hacia las ventas presenciales, lo que siempre ha limitado el alcance e impacto de los proyectos en Chile.

Pese a esto, dentro de la industria ya se aprecia dicho desperdicio debido al rápido avance tecnológico de los dispositivos y los recursos implementados para estos, lo cual ha llevado a las empresas a probar nuevas alternativas digitales como imágenes 360°, videos de recorridos para los inmuebles y la creación manual de la vivienda en realidad virtual.

La primera tecnología se basa en recopilar varias imágenes en forma de esfera, para representar el ambiente a través de estas y permitir un recorrido en base a puntos estáticos (lugar de las fotografías). La segunda opción, consiste en la grabación de un recorrido a través de todo el inmueble desde una sola perspectiva. Y la última alternativa consiste en contratar a una empresa especializada en crear ambientes 3D para recrear manualmente el inmueble y sus detalles en una realidad virtual.

En base a lo establecido, estos tres métodos presentes en el mercado tienen una serie de limitaciones que provocan inflexibilidad y limitan la escalabilidad para las empresas de la industria, ya que estos tienen restricciones como: necesidad de equipo especial, el inmueble ya construido, personas calificadas para la creación de la experiencia, grandes cantidades de almacenamiento y tiempo de desarrollo prolongado. Por estas falencias, es necesario explorar

más los avances tecnológicos actuales para el desarrollo de una mejor experiencia de realidad virtual que maximice la captación de clientes.

Con esto en mente, algo factible sería crear una solución que combine las tecnologías de imagen 360°, realidad virtual y AI, para crear mundos virtuales de los inmuebles automáticamente. Esto permitirá a los clientes del proyecto (inmobiliarias y portales de venta) un mayor grado de inmersión en el uso de sus plataformas, menos pérdidas por usuarios no interesados, mayor adaptabilidad en variaciones dentro de sets de inmuebles (por ejemplo, variaciones en departamentos de un edificio), predictibilidad en la recreación de entornos virtuales (no basados en actividades de personas), y una mayor capacidad de marketing (Griffin et al., 2017).

Por todo lo anterior, esta memoria evaluará un proyecto que considera un desarrollo en tres etapas de una herramienta para el mapeo tridimensional para viviendas a través de imágenes 360° (o planos), lo que permitirá crear mundos virtuales realistas completamente navegables y especializados en torno al marketing.

Las etapas de este proyecto se encuentran acotadas por:

1. Creación del sistema de visualización para VR y para la generación de inmuebles virtuales a partir de planos / otros sistemas.
2. Creación del sistema de mapeo 3D de inmuebles y de extracción de texturas
3. Creación del sistema de posicionamiento y de mapeo de muebles

Las cuales se desarrollan en la Sección 3.2 (p32).

Considerando eso, el proyecto se evaluará en términos económicos considerándose como una inversión, tomando en cuenta la tecnología requerida como disponible y asumiendo que los resultados serán satisfactorios en todas las etapas de su desarrollo. Para este análisis, se utilizará el VAN, TIR y PAYBACK dentro de la evaluación financiera y el TRL para una

estimación de tiempos de desarrollo.

En base a los resultados obtenidos, se buscará responder las siguientes preguntas: ¿Es factible desarrollar un sistema de creación automática de inmuebles en realidad virtual?, ¿Cuál es la magnitud de la inversión para el proyecto? y ¿Cuáles son los beneficios esperados para los clientes de esta implementación en el mercado inmobiliario?

1.2. Objetivo General

Determinar la factibilidad económica para un proyecto de mapeo tridimensional de viviendas, con un modelo de negocios enfocado en la venta y arriendo de inmuebles en Chile utilizando realidad virtual.

1.3. Objetivos Específicos

Establecer los recursos, tiempo e inversión necesaria para llevar a cabo un proyecto de tres etapas para desarrollo de un sistema de mapeo tridimensional para viviendas.

Analizar las capacidades del mercado chileno de adoptar la realidad virtual y el sistema a desarrollar en este proyecto, considerando el mercado y tecnologías ya implementadas.

Evaluar los resultados financieros de una implementación del proyecto, considerando el desarrollo y comercialización de los sistemas, dentro del mercado inmobiliario chileno.

2. Marco Teórico

2.1. Antecedentes

Chile en la actualidad se encuentra en inicios de una recesión que se proyecta en hasta cinco trimestres consecutivos (Valdenegro, 2022), dentro de la cual las inversiones y el mercado chileno serán afectados, además del mercado inmobiliario al cual apunta la herramienta a desarrollar.

Por esto, el siguiente trabajo considerará que la inversión del proyecto se realizará a comienzos de la recuperación del mercado y además estimará que el mercado inmobiliario (demanda en arriendos y nuevos domicilios) se mantendrá similar dada la naturaleza de los bienes y la demanda continua que debiera existir en las regiones más habitadas.

2.2. Mercado inmobiliario chileno

La industria inmobiliaria chilena ha presentado una constante incertidumbre en el marco pandémico (COVID-19) existente en el país desde 2019. Esto ha repercutido en gran medida a los mercados del arriendo y venta de inmuebles, presentando fuertes incrementos en los precios e importantes fluctuaciones en sus demandas. Lo anterior se encuentra principalmente ligado a las distintas medidas que dificultaron las labores de construcción, el alza de las tasas hipotecarias, los costos de los materiales, la capacidad de las personas de generar ingresos, la disponibilidad de los créditos, y los incrementos en la UF.

En el caso del **mercado de ventas de inmuebles**, en el último tiempo ha presentado una tendencia negativa en su demanda, debido principalmente al aumento del precio de los complejos por alzas en los costos de materiales de construcción, el aumento de la UF y las altas tasas que se mantienen hasta la fecha (Labbé, 2022a).

Estos efectos adversos sobre el mercado son rápidamente identificables en el último tiempo con el análisis de los datos históricos entregados por el Banco Central, en donde se puede

observar un alza sostenida de las tasas (Gráfico 1) desde marzo 2021 hasta lo que va del año (con una pequeña tendencia a la baja en los últimos meses). Dichas alzas afectan el flujo de inmuebles vendidos debido a que las instituciones debieron aumentar los requerimientos para optar a créditos y provocaron incrementos de hasta un 60% en el valor de los dividendos (Saravia, 2021), lo cual dirige a las personas a optar por alternativas de arriendo.

Junto a lo anterior, el índice del precio de las viviendas en venta (Gráfico 2) aumentó considerablemente en el último periodo gracias al sostenido incremento de la UF (Gráfico 3), el incremento del costo en materiales para la construcción (Anexo 6.1) y las distintas medidas tomadas por la pandemia que atrasaron proyectos además de generar costos adicionales para las constructoras (Troncoso, 2022).

Todos estos incrementos en los valores de adquisición de una residencia repercuten fuertemente en el flujo de colocaciones para viviendas dentro de Chile (Gráfico 1) y potencian la demanda por inmuebles en arriendo, ya que representan una menor carga para individuos durante el periodo post-pandemia (Labbé, 2022b).

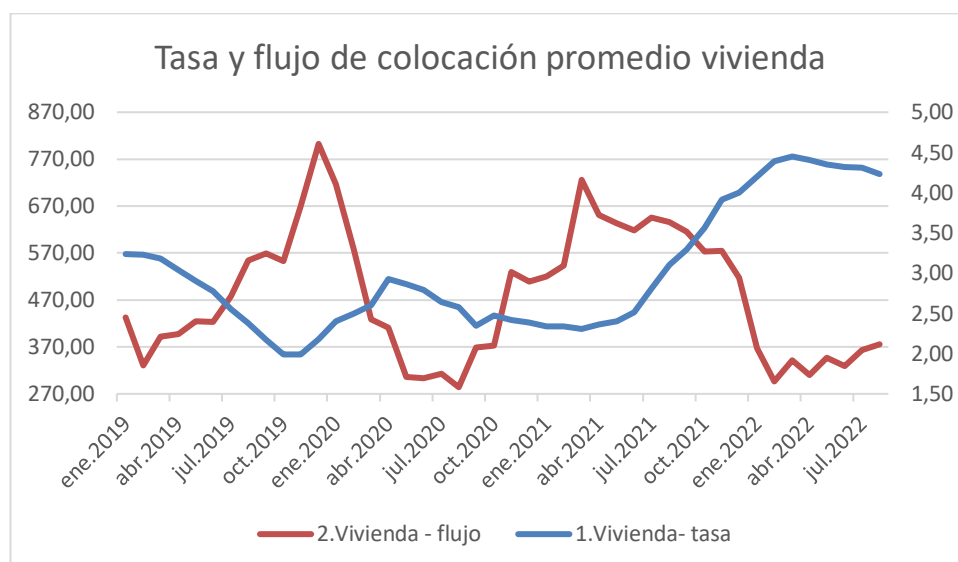


Gráfico 1: Tasa y flujo de colocación promedio de viviendas (tasas anuales reajustables en UF, miles de millones de pesos). Datos entre 2019 y 2022. (BBCh, 2022c)

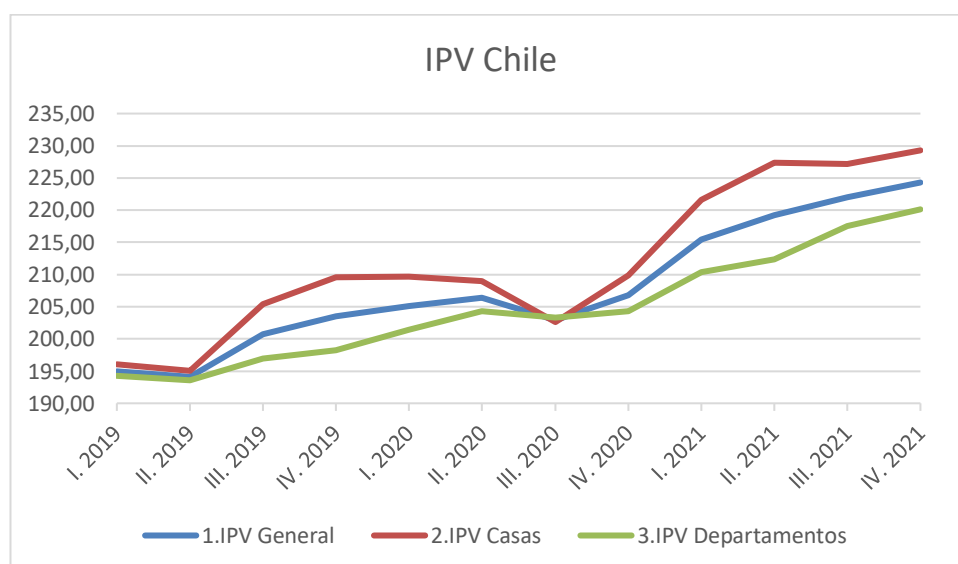


Gráfico 2: Índice de precios de vivienda (IPV) general, casa y departamentos. Trimestres entre 2019 y 2021. (BBCh, 2022c)

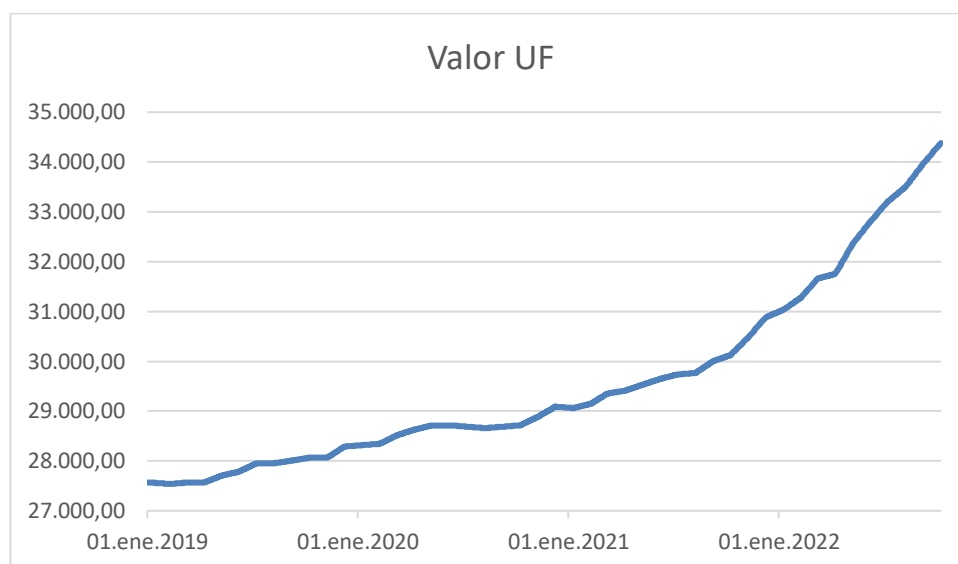


Gráfico 3: Valor de la unidad de fomento (UF) en CLP. Datos entre 1/1/2022 y 9/10/2022. (BBCh, 2022c)

Todo lo mencionado deja en evidencia el complejo estado actual del mercado de ventas de inmuebles en Chile, ya que el aumento de precios y tasas ha disminuido considerablemente la demanda por la compra de viviendas, aunque ha mostrado una recuperación desde el último trimestre de 2021 debido a la desaceleración del aumento de precios (BBCh, 2022a). Igualmente, lo anterior incrementó la demanda por los arriendos, pero no logró incentivar la compra de nuevas residencias para este fin, ya que existe un mayor costo de financiamiento en la compra de inmuebles que “... ha reducido la rentabilidad relativa de la estrategia de comprar para arrendar, lo que podría desincentivar la entrada de nuevos participantes a este mercado” (BBCh, 2022a).

Por otro lado, el **mercado de arriendos de inmuebles** en el último tiempo ha presentado cifras de ocupación y demanda sin precedentes, acompañado de una fuerte alza en los precios principalmente por estos factores (Labbé, 2022b). Para evaluar lo anterior, se considerarán cifras sobre la región metropolitana debido a su disponibilidad, pero es necesario destacar que ciertos efectos que influyen sobre este mercado se presentan en gran medida en otros sectores de Chile, por lo que es posible identificar comportamientos similares (considerando por supuesto la

magnitud de la demanda por viviendas en cada ubicación).

Sobre este mercado, un análisis de InfoRenta al cierre del primer semestre del año 2022 recabó que la disponibilidad de unidades para arriendo disminuyó un 43% respecto del 2021 y la ocupación de estos en la RM alcanza un 99% para los departamentos y un 99,4% para las casas (Saravia, 2022). Lo anterior se encuentra cuatro puntos porcentuales sobre lo considerado “óptimo” en la industria en promedio, y corresponde a los índices de ocupación más altos de la última década (Saravia, 2022). Esto afectó fuertemente los precios de muchos inmuebles dentro de la capital inicialmente, pero el reporte de InfoRenta indica que las tasas de capitalización se encuentran “medianamente estables”, aunque no alcanzando niveles pre-pandemia (Saravia, 2022).

Para entender el estado de este mercado, la estabilidad se determinará en base al comportamiento de los precios y la disponibilidad de los complejos más pequeños en arriendo, ya que estos son más susceptibles a aumentos de precios ante inflación (Labbé, 2022b).

Considerando lo mencionado, el reporte de InfoRenta entrega un marco de recuperación dentro del mercado de los arriendos, después de una abrupta caída en los precios entre el 2020 y 2021 y un reiterado incremento de la UF (Gráfico 3). Es más, esta recuperación muestra que existe cierta resiliencia en el mercado a los efectos de la pandemia (Labbé, 2021), lo cual es apreciable en el siguiente gráfico.

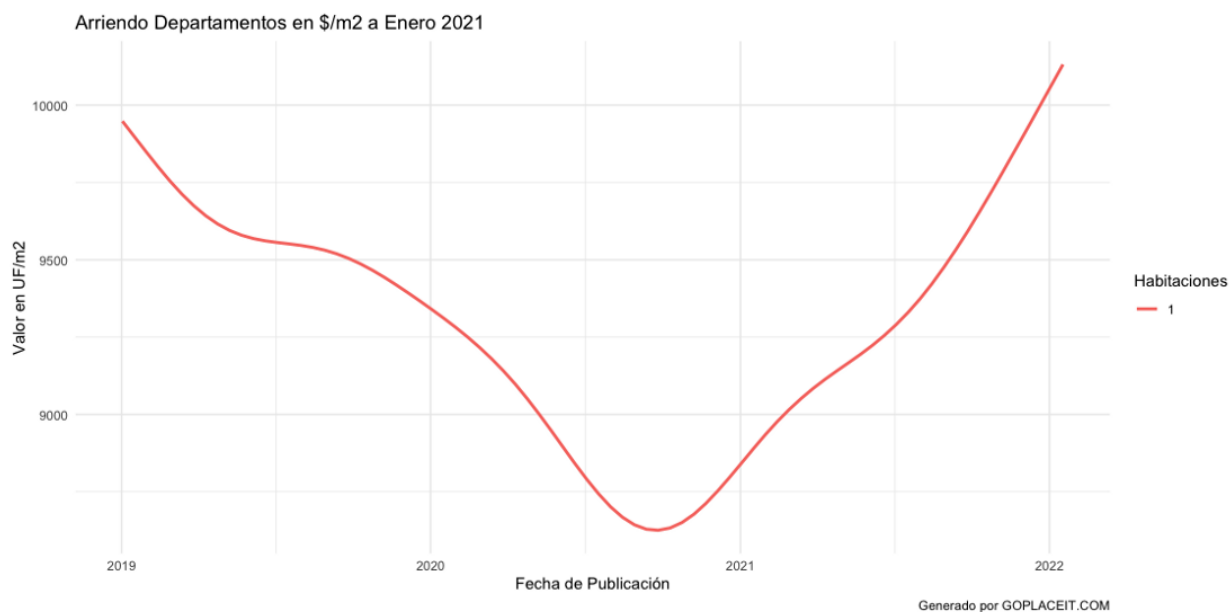


Gráfico 4: UF/m² departamentos en arriendo en Santiago de Chile. (Labbé, 2022a)

Lo anterior también se complementa con la fuerte demanda de los últimos periodos, lo cual ha incrementado los precios de los arriendos en la capital tal como se aprecia en la Tabla 1.

Comuna y Programa	UF/m2 2022	UF/m2 2021	Var Porcentual (2021-2022)
La Cisterna-Estudio	0.331	0.208	59%
Estación Central-1D-1B	0.298	0.191	56%
Conchalí-1D-1B	0.224	0.151	49%
Estación Central-2D-1B	0.271	0.186	46%
Estación Central-Estudio	0.305	0.217	40%
Peñalolén-1D-1B	0.293	0.213	38%
San Miguel-1D-1B	0.286	0.217	32%
Estación Central-2D-2B	0.258	0.198	30%
Peñalolén-Estudio	0.277	0.213	30%
Pudahuel-2D-1B	0.226	0.174	30%

Tabla 1: Comunas con mayor incremento en UF/m². (Labbé, 2022b)

Pese a que estos aumentos pueden considerarse positivos por los integrantes del

mercado, es importante destacar que este aún puede estar afectado por la relación que tienen estas alzas respecto del salario real de las personas (por inflación) con la tendencia a la baja del aumento del empleo (BBCh, 2022a).

Por otro lado, este mercado también obtiene fuerzas de la dificultad que existe actualmente por trabajar en nuevos proyectos de vivienda debido a los permisos de obras, lo cual potencia a los proyectos existentes y mantendrá elevados los precios de los arriendos a futuro (Durante, 2022). Esto se evidencia ya que durante el cuarto trimestre de 2021 existieron sólo 54 nuevos proyectos en Santiago, y de estos un 88% no había comenzado su ejecución pese a poseer el terreno para ello (Durante, 2022).

Por todo lo anterior, y considerando el positivo último reporte de InfoRenta (Saravia, 2022) se puede apreciar una recuperación parcial del mercado de los arriendos en RM, los cuales se ven potenciados con medidas actuales como la ley “devuélvanme mi casa” (*Ley-21461*, 2022) que facilita mantener cierto flujo de oferta en el mercado y otorga mayor seguridad a los arrendadores. Pese a esto, el mercado deberá ser potenciado por el gobierno para nuevamente incentivar la adquisición de nuevas viviendas para arrendar, lo cual se ve desincentivado por los actuales precios de compra y las tasas (BBCh, 2022a). En este último punto, el Gobierno se encuentra implementando un plan de emergencia habitacional, para familias de medianos y bajos ingresos (Durante, 2022).

En conclusión, el mercado chileno ha pasado por un alto grado de incertidumbre que ha afectado el valor de las viviendas en cuanto a arriendos y ventas, pero se encuentra estabilizándose a valores inferiores de la pre-pandemia en los periodos actuales (aunque no superiores a los presenciados previo a la aparición del COVID). Por esto, durante los siguientes años se mantendrá la existente tendencia en la demanda de arriendos, ya que aún se mantienen las altas tasas, elevados costos de compra, dificultad en la capacidad de ahorro de los chilenos

(debido a la pandemia e inflación) y la baja disponibilidad de nuevos proyectos inmobiliarios.

El último punto mencionado en esta conclusión es el que más beneficiará a un proyecto de esta índole, ya que este se posicionará como una efectiva herramienta de captación de clientes para arriendos, en donde otras alternativas del mercado resultan ser costosas o insuficientes. Esto permitiría demostrar las capacidades de la herramienta dentro de la industria e incrementaría la adopción de los clientes objetivo.

2.3. Comercio electrónico

El comercio digital o eCommerce se estableció como un fuerte canal de ventas y adquisición de clientes dentro de los últimos años en el país, especialmente después del confinamiento, producto de la pandemia (COVID-19), que forzó la adopción de este medio en muchas empresas.

Junto con esto, el eCommerce cuenta con una alta popularidad en Chile desde el 2017 debido a la rápida adopción de nuevas tecnologías y al fortalecimiento del acceso a internet dentro del país, lo que permitió que Chile cuente con un alto porcentaje de personas con dispositivos móviles y acceso a internet (Halpern Jelin & Castro Grau, 2020). Además de esto, el comercio digital también se potenció por las nuevas necesidades y hábitos de los clientes, los que “... pasan cada vez más tiempo frente a sus pantallas, y sobre todo desde sus teléfonos móviles, por lo que el eCommerce se ha transformado en una gran oportunidad para estar presentes y ofrecer productos/servicios de forma remota” (Halpern Jelin & Castro Grau, 2020). Cabe mencionar que esta tecnología también es deseable debido a que permite obtener información sobre los clientes y generar experiencias personalizadas, cosas que las empresas utilizan para fortalecer la venta, captura y fidelización de clientes.

Estas ventajas y la digitalización de distintos mercados se reflejan en las tendencias para la cantidad de ventas y nuevos clientes utilizando este canal, dentro del cual se presenta una alta

tasa de penetración que se mantiene sobre un 50% desde el Q2 2020 (Anexo 6.2), y una gran cantidad de ventas esperadas pese a la baja proyección de 2022 (Lever, 2022).



Gráfico 5: Ventas totales de eCommerce B2C en Chile. (Lever, 2022)

Además de lo anterior, los bienes durables también presentan una constante participación en las ventas del último tiempo (Gráfico 6), por lo que aprovechar esta tendencia y llegar a nuevos clientes con este canal es un fuerte incentivo hacia la industria inmobiliaria para destacar y generar ventas, especialmente considerando que esta tecnología permite redirigir los esfuerzos hacia clientes con mayor intención de compra (escatimando costos de captura).

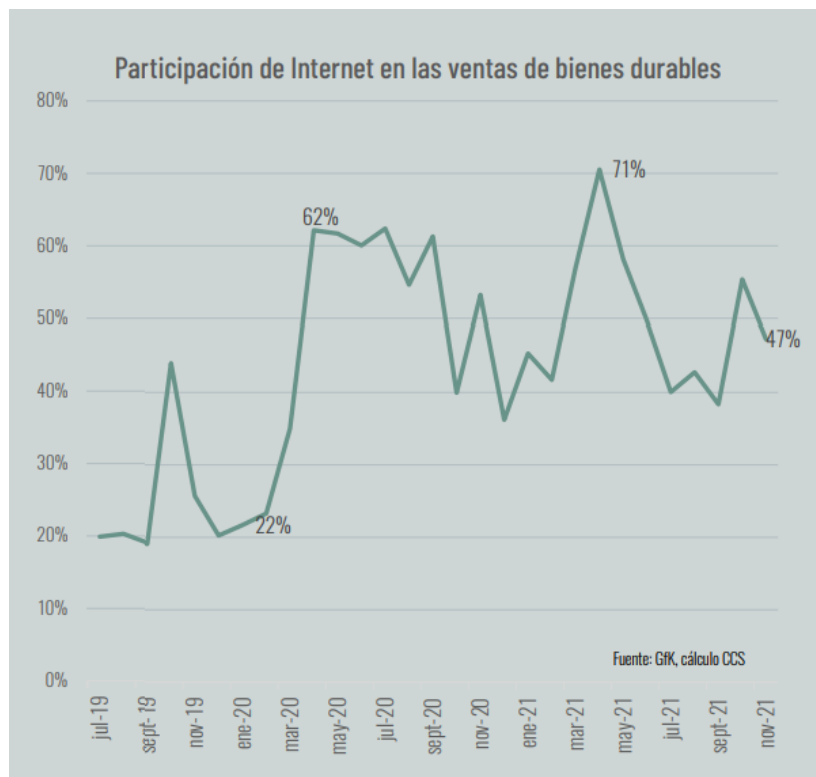


Gráfico 6: Participación en porcentaje de las ventas a través de internet para bienes durables. (Lever, 2022)

Por todo esto, la digitalización de los negocios se encuentra en el foco de muchas empresas del país para alcanzar nuevos clientes y más ventas. Para el caso del proyecto, el uso de este canal por parte del mercado inmobiliario (ventas y arriendos) supone una transición necesaria para mejorar el alcance y las ventas sobre otras empresas, permitiendo mejorar la competitividad y adaptabilidad ante cambios dentro del mercado.

2.4. Software TRL

El nivel de madurez tecnológica (TRL en inglés) es un sistema creado por NASA para determinar el estado de desarrollo de una tecnología en base a sus requerimientos, demostración de capacidades, y los conceptos detrás de esta (Department of Defense, 2009). Este sistema clasifica la madurez de la tecnología en 9 niveles, que abarcan desde la observación de un fenómeno (nivel 1) hasta la implementación en una operación real (nivel 9).

Es importante añadir que definir un nivel de TRL requiere de una evaluación de los

elementos tecnológicos críticos (CTE) y de las interacciones que estos presentan con otros sistemas, ya que la madurez de una tecnología puede no considerar efectos combinados dentro de sistemas (Department of Defense, 2009).

Gracias a este sistema, la elección de cada aplicación tecnológica requerida para los sistemas del proyecto se basará en el nivel más alto de TRL para software (anexo 6.3) evaluado en las publicaciones estudiadas durante el desarrollo de este trabajo. Los resultados de este análisis se utilizarán como una demostración de factibilidad para cada sistema y posteriormente serán una base para la estimación de recursos asociados al desarrollo del proyecto.

2.5. Tecnología

Debido al objetivo de este proyecto, el desempeño de la herramienta a elaborar se encontrará fuertemente enlazado a los avances tecnológicos de la Inteligencia Artificial (AI), ya que esta tecnología le permitirá al sistema adaptarse a múltiples escenarios e interpretar información compleja. Junto con esto, será importante determinar el tipo de aplicación a utilizar, su madurez y los modelos a implementar (de estar disponibles), que serán desempeñados mediante AI.

Con lo anterior en mente, para realizar un correcto análisis es necesario determinar los componentes tecnológicos requeridos por la herramienta y lo que se busca obtener de cada uno de ellos. Esto debe realizarse ya que el alcance de la AI es variado y así permitirá determinar la factibilidad del desarrollo, los esfuerzos asociados y los posibles resultados mediante aplicaciones/investigaciones posteriores, manteniendo manejable las variaciones a evaluar y la factibilidad de reproducción dentro de un proyecto real.

En base a esto, es posible determinar tres componentes de la herramienta como tal: la generación automática del mundo en 3D, el mapeo tridimensional de la vivienda, y la generación 3D de los muebles. La siguiente ilustración muestra los anteriores componentes tecnológicos y

sus respectivos objetivos.

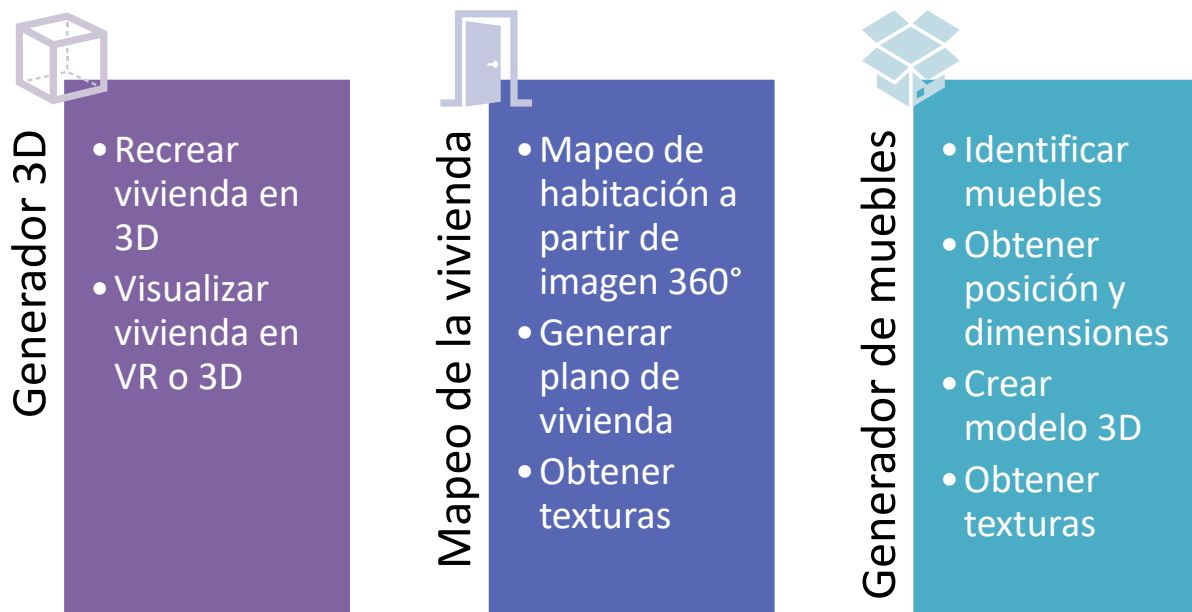


Figura 1: Componentes tecnológicos de la herramienta y objetivos asociados a estos. Elaboración propia.

Adicionalmente, para mejorar la evaluación de la tecnología según los objetivos requeridos, la Figura 2 define la red de sistemas a considerar para el desarrollo de esta herramienta, del cual será necesario considerar las relaciones entre sistemas para la evaluación del nivel de TRL.

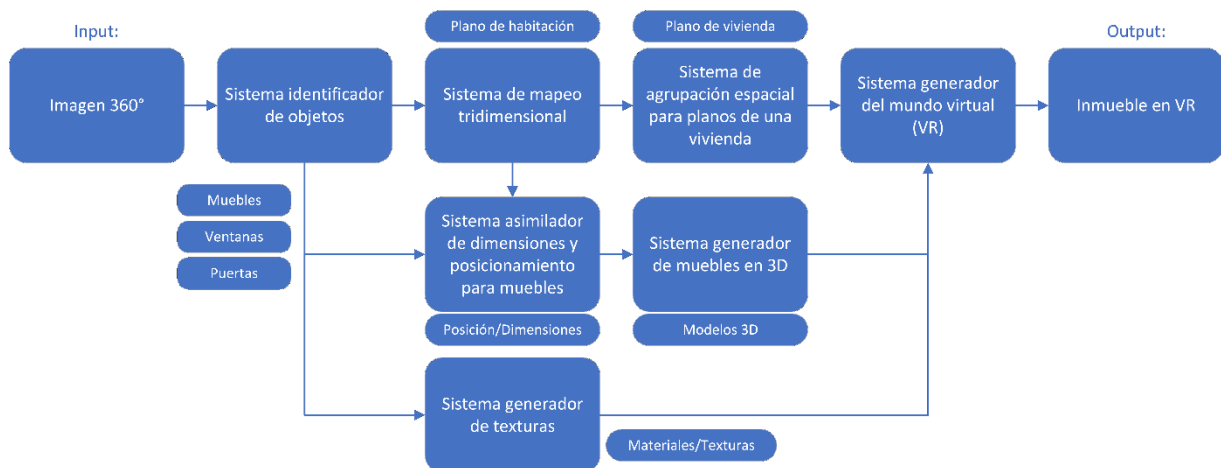


Figura 2: Red de sistemas a considerar para el desarrollo de la herramienta. Elaboración propia.

Con lo anterior en mente, en los siguientes puntos se evaluará la madurez de la AI respecto a cada sistema planteado en base a su objetivo y los modelos, aplicaciones o publicaciones disponibles.

Es importante señalar que el objetivo “visualizar vivienda en VR o 3D” no se encuentra dentro de los sistemas, ya que es un anexo de la tecnología de AI, pero igualmente es un componente clave de la herramienta. Debido a esto, se evaluarán también los avances en VR y el método de visualización como elementos aislados.

Por último, no se evaluará la tecnología necesaria para capturar imágenes 360° en la siguiente memoria, ya que existen múltiples soluciones dentro del mercado y este proyecto considera cualquier tipo de estas imágenes como un input válido.

2.5.1. Inteligencia Artificial

En este proyecto, múltiples de los trabajos mencionados utilizan inteligencia artificial para implementar sus modelos, los cuales sirven como solución a los sistemas a desarrollar. Por esto es necesario definir la AI, cuyo término “... se refiere a sistemas o máquinas que imitan la inteligencia humana para realizar tareas y pueden mejorar iterativamente a partir de la información que recopilan” (Oracle, s. f.). Esto significa que los computadores con modelos de AI pueden tener la capacidad de ser flexibles ante cambios en variables, aprender de experiencias pasadas, y manejar incertidumbre (basando sus resultados en estadística).

Junto con esto, para el análisis de la tecnología es importante reconocer que “el término a menudo se usa indistintamente con sus subcampos, que incluyen el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo. Sin embargo, hay ciertas diferencias. Por ejemplo, el machine learning se centra en la creación de sistemas que aprenden o mejoran su rendimiento en función de los datos que consumen. Es importante tener en cuenta que, aunque todo machine learning es IA, no toda la IA es machine learning” (Oracle, s. f.).

Con esto en mente, este trabajo utilizará el termino de AI indistintamente del tipo de aplicación realizada por cada modelo/trabajo evaluado, ya que sólo se busca reconocer la madurez de la tecnología.

2.5.2. Sistema identificador de objetos

Este sistema es parte del proceso necesario para mapear tridimensionalmente los inmuebles e identificar los posibles objetos que se encuentren en cada habitación, cosa de mejorar los análisis anteriores en base a la información recopilada. Por lo anterior, este sistema se presenta como un proceso previo al desarrollo de ambos sistemas y deriva la información sobre muebles, puertas, ventanas y otros objetos a los siguientes procesos de la herramienta.

En base al alcance requerido para este sistema, el cual debe simplemente discernir el tipo de objeto en cuestión, la AI se encuentra en un alto grado de madurez en su capacidad para discernir objetos mediante un reconocimiento visual. Para esto existen múltiples soluciones comerciales e incluso se presentan soluciones en algunos modelos recomendados de este trabajo, por lo que desarrollar este sistema y adaptarlo representa un bajo esfuerzo.

Por todo lo anterior, se considerará un nivel TRL de nueve para una implementación de AI y los esfuerzos requeridos para la creación/adaptación de estos modelos se incluirán dentro del desarrollo del sistema de mapeo tridimensional, el cual ya considera un sistema de reconocimiento visual que sólo requerirá ser integrado con otros sistemas.

2.5.3. Sistema de mapeo tridimensional

El siguiente sistema tiene por objetivo transformar una imagen 360° de una habitación a un plano trabajable del inmueble. Para esto, el sistema debe ser capaz de discernir muebles (complementado con el sistema anterior), obtener la estructura de la habitación y estimar las dimensiones de esta.

Para comenzar, es importante analizar la cantidad de imágenes que serán necesarias para

este sistema, ya que conseguir una vista estereoscópica o una mayor cantidad de vistas aportará más información sobre la habitación, pero a la vez complicará el desarrollo y la aplicación de la tecnología. En este aspecto, se considerarán principalmente las conclusiones realizadas en “*3D Scene Geometry Estimation from 360° Imagery: A Survey*” (da Silveira et al., 2021), que menciona que utilizar una única fotografía panorámica 360° tiene beneficios en torno a la información contenida, ya que “Los métodos de estimación de profundidad basados en una sola imagen brindan más información (generalmente un valor de profundidad en cada píxel), lo que permite la discriminación de objetos (como muebles en el caso de escenas interiores o la geometría general de la escena en capturas al aire libre).” (da Silveira et al., 2021).

Además de esto, reforzando la idea de utilizar una única fotográfica para calcular la estructura de una habitación, el mismo texto menciona que “Existe una tendencia actual por utilizar una sola imagen de 360° para estimar el diseño o la información de profundidad. Esta configuración de cámara es la más atractiva en la mayoría de los escenarios, ya que no es necesario calibrar previamente las cámaras ni tomar varias fotografías de la escena.” (da Silveira et al., 2021). Por esto, utilizar una única fotografía brindará mejores resultados para la solución del proyecto, debido a que la herramienta involucra usuarios probablemente inexpertos y además tiene como objetivo disminuir los costos y tiempo de las implementaciones en VR.

Considerando lo anterior, HoHoNet (Sun et al., 2020) será la solución utilizada para el sistema, ya que utiliza *Deep-Learning* para obtener información de la habitación a partir de una única imagen panorámica de 360° y puede reconstruir la estructura de manera rápida y flexible (mediante un análisis de profundidad). Por esto, la implementación de una solución basada en HoHoNet que retorne un “plano” (en este caso, un archivo de polígonos) es factible, permitiría resolver el objetivo y mantendría la capacidad de complementarse con el resto de los sistemas necesarios por el proyecto.

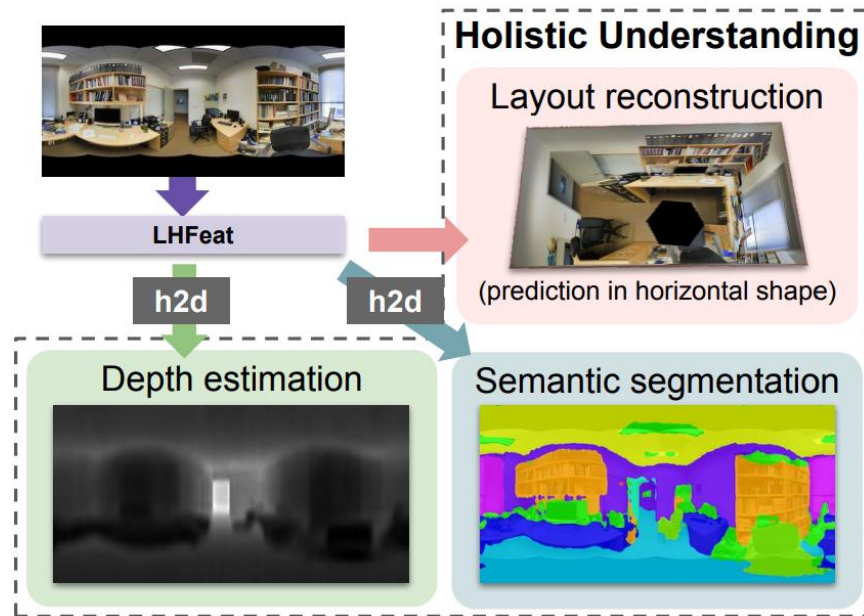


Ilustración 1: “Un framework para todo: HoHoNet es un framework de Deep learning novedoso para modelar la estructura, profundidad y segmentación semántica a través de una representación de características horizontales latentes (LHFeat) cuya dimensión de altura se aplana. El módulo propuesto de horizon-to-dense (h2d) puede producir predicciones densas a partir del LHFeat.” (Sun et al., 2020)

Además, este modelo debiera predecir la estructura de la habitación pese a falta de información dentro de la imagen (debido a los ángulos ocultos hacia la cámara), pero de ser necesario podría complementarse/remplazarse con la solución LGT-Net (Jiang et al., 2022), el cuál evalúa dichos casos.

Por todo lo anterior, las aplicaciones de AI cuentan con un alto grado de madurez respecto al objetivo del problema entregado, en donde incluso existen soluciones comerciales que proveen resultados similares a la de los modelos mencionados, dando a entender que existe confianza en la efectividad de estos modelos. Según todo esto, el nivel de TRL del sistema a desarrollar se encuentra dentro del nivel ocho, pero deberá evaluarse la licencia que aplica a esta tecnología.

2.5.4. Sistema asimilador de dimensiones y posicionamiento para muebles

Una representación correcta de los espacios en 3D deberá incluir la mayor cantidad de muebles que se encuentren dentro establecimiento real. Lo anterior permitirá mantener la

efectividad de la herramienta en términos de realismo, inmersión y utilidad en términos del dimensionamiento de los espacios. Para cumplir este objetivo, es necesario desarrollar el actual sistema para rescatar correctamente las dimensiones y ubicación de todos los objetos desde las imágenes capturadas.

En este aspecto, el proyecto considera una aplicación del trabajo “Reconocimiento y localización de objetos en imágenes de 360 grados” (Perez Morente et al., 2021), el cual detalla cómo es factible identificar objetos en una imagen panorámica con una adaptación de BlitzNet (Dvornik et al., 2017), además de posicionar y dimensionar los objetos dentro de cada habitación aplicando máscaras y delimitándolas con proyecciones de cada borde de la habitación.

Con lo anterior en mente, el nivel de TRL asociado al sistema será siete, debido a que el desarrollo utilizará la visión de HoHoNet (solución ya implementada para el mapeo tridimensional) y sólo deberá adaptarse con el método aplicado de máscaras para cumplir con las expectativas de posicionamiento y dimensionamiento de objetos.

2.5.5. Sistema generador de texturas

El siguiente sistema tiene como objetivo recuperar la mayor cantidad de detalle desde la imagen 360° para los modelos 3D generados por la herramienta, tanto para los muebles como la propia habitación. Para esto, el sistema deberá ser capaz de identificar las texturas y extraerlas para su posterior uso en el modelamiento 3D.

Es importante destacar que la aplicación no necesitará extraer todas las texturas desde la imagen, ya que se puede trabajar con la identificación y aplicación de texturas de alta calidad pre-generada para materiales comunes lo cual permitirá reducir el espacio de los archivos y mejorará la calidad al evitar distorsiones introducidas en la imagen. Con este método es probable que no se aprecien correctamente todas las cualidades de los materiales, pero mejorara el realismo de estos.

Con esto en mente, para determinar las texturas a extraer se puede realizar un desarrollo similar a “Clasificación y Segmentación de Texturas usando Dimensión Fractal y Contornos B-spline Deformables” (Abbate et al., 2004) junto al proceso de identificación de objetos de HoHoNet (Sun et al., 2020), cosa de identificar y recuperar de ser necesario las texturas requeridas para los muebles. Además de esto, para trabajar con texturas pre-generadas de alta calidad se puede utilizar el modelo creado en “PhotoShape: Photorealistic Materials for Large-Scale Shape Collections” (Park et al., 2018) para obtener los beneficios mencionados.

Según lo anterior, el nivel TRL del sistema a desarrollar será ocho en base a los modelos mencionados.

2.5.6. Sistema generador de muebles en 3D

La creación de modelos para muebles basada en imágenes aún se presenta como una aplicación de AI completamente madura, ya que existen diversos resultados obtenidos a partir de los distintos modelos evaluados.

En este caso, el mejor modelo de AI encontrado que será utilizado como referencia para la creación del sistema será “3D-FUTURE” (Fu et al., 2021), el cual presenta una gran colección de modelos y texturas de alta resolución para muebles, lo que le permite generar los modelos 3D a partir de imágenes con una alta fidelidad y mayor certeza.

Pese a los avances del modelo mencionado, los resultados de este aún no son óptimos para una completa y autónoma generación de muebles en 3D, por lo que se requerirá de mayores esfuerzos para crear un sistema viable. Por esto, el nivel TRL del software será cuatro y debería considerarse posteriores avances en investigaciones de encontrarse disponibles.

2.5.7. Sistema de agrupación espacial para planos de una vivienda

En este proceso cada habitación mapeada con los panoramas recopilados deberá unirse para crear un plano tridimensional de todo el inmueble. Para lo anterior, el modelo a desarrollar

deberá comprender la geometría de cada habitación (obtenida en un sistema previo) y entrelazarla en base a puertas o alguna geometría común (bordes, ventanas u otros), mientras mantiene todas las características y muebles.

Considerando los requisitos anteriores, el modelo más avanzado evaluado que se utilizará como base para este objetivo es “Zillow Indoor Dataset” (Cruz et al., 2021), el cual posee las características necesarias para crear el plano completo del inmueble, pero sin la consideración de posibles muebles que se encuentren en las imágenes 360°. De igual modo, este modelo funciona con múltiples imágenes 360°, de las cuales elige una para determinar la estructura, unir las habitaciones y ubicar cualquier otra imagen panorama tomada, permitiendo así lograr el objetivo y recuperar más información sobre las habitaciones (en otras imágenes).

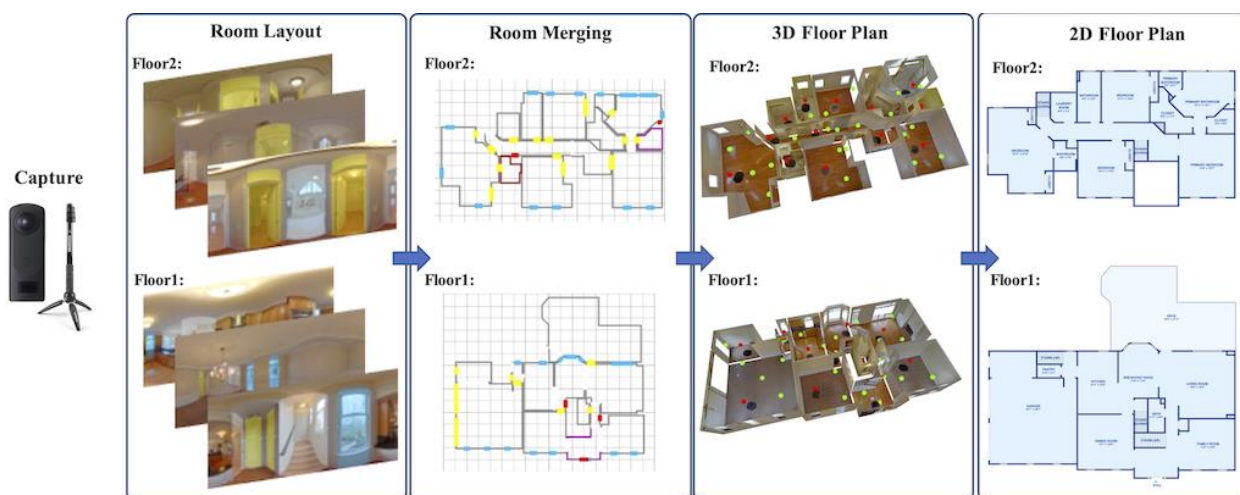


Ilustración 2: Demostración de funcionamiento y resultados del modelo Zillow Indoor Dataset. (Cruz et al., 2021)

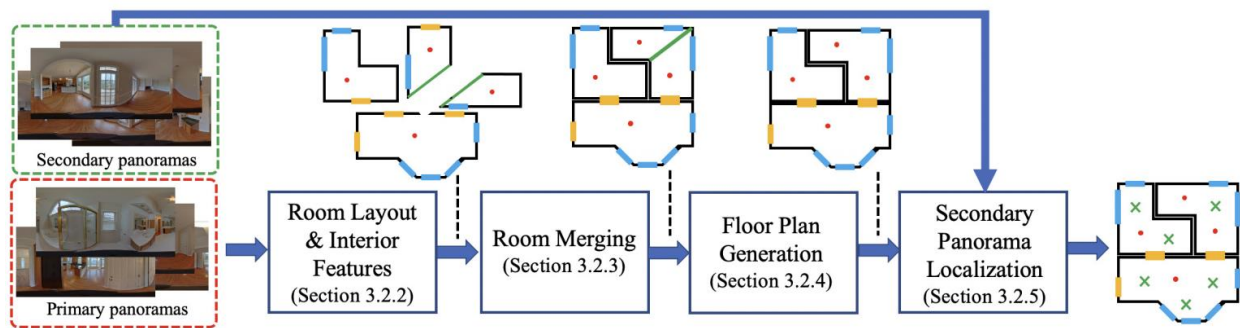


Ilustración 3: Etapas de generación para Zillow Indoor Dataset. (Cruz et al., 2021)

En base a lo anterior, la madurez de la tecnología se encuentre en el nivel cinco, ya que aún requiere adaptar significativamente el modelo para alcanzar el objetivo necesario por este sistema. Además de lo anterior, la obtención del modelo se encuentra disponible, pero pueden existir problemas asociados a licencias que deben considerarse.

2.5.8. Sistema para generación del mundo virtual

El siguiente sistema es el más crítico del proyecto, ya que este presenta el principal agente diferenciador frente a lo alcanzado por otras soluciones y competidores. Por esto, el análisis de madurez tecnológica de AI debe abordar como mínimo lo siguiente: la creación de un mundo 3D utilizable en programas de VR, inclusión de física básica para realismo dentro de la experiencia VR, iluminación realista dentro del mundo, y permitir incluir distintos muebles capturados dentro de otros procesos o la autogeneración de estos para planos de inmuebles en construcción.

La mayoría de lo anterior es posible de satisfacer con una adaptación del trabajo realizado en “*3D model generation of real estate objects for interactive virtual reality applications*” (Timofeev et al., 2018), el cual desarrolla el proceso de auto creación de inmuebles en 3D en base sus planos (3D) además de complementar el mundo con muebles, puertas, ventanas, iluminación y texturas. Aplicando el método mencionado y adaptándolo a incluir muebles y texturas previamente generadas/capturadas por otros sistemas se podrá alcanzar gran parte del objetivo buscado por este sistema.

Junto al trabajo propuesto, el desarrollo de este sistema deberá incluir elementos de simulación de la realidad como los desarrollados en “ThreeDWorld” (Schwartz, s. f.), el cual aporta varias simulaciones de física de objetos, colisiones y simulación de agua, lo cual servirá para generar una sensación de mayor realismo e interacción de los objetos generados por el sistema.

Todo lo anterior, permitirá que los resultados se encuentren lo más acercado a la realidad, mejorando el grado de inmersión y la efectividad de la herramienta en términos de utilidad y espacialidad. Por esto, según los trabajos evaluados, el TRL de este sistema se encontrará en el nivel seis, ya que existen soluciones específicas a varios de los objetivos a cumplir, pero igualmente se necesitará tiempo de adaptación para satisfacer todas las características que la tecnología cubre parcialmente.

2.5.9. Realidad Virtual

La capacidad del proyecto de ser consumido por los usuarios como una experiencia de **realidad virtual en tiempo real** es de suma importancia para un buen resultado de este, ya que dicha experiencia es la base de este nuevo canal de marketing digital que busca alcanzar a las propiedades en venta y arriendo. Por lo mismo, se analizarán las capacidades de la tecnología y el tipo de implementación a utilizar en este proyecto.

En el primer aspecto, es necesario contar con una definición de VR para realizar un alcance en términos tecnológicos de la capacidad actual. Para esto, utilizaremos la siguiente descripción: “La Realidad Virtual es el uso de tecnología computacional para crear el efecto de un mundo tridimensional interactivo en el que los objetos tienen una sensación de presencia espacial.” (Bryson, 2013). Lo anterior, considera que el efecto o ilusión de un mundo tridimensional es creado por alguna computadora y tiene cierta capacidad de interactividad por el usuario, tomando en cuenta que debe ser percibido por los sentidos para entregar la sensación de espacio.

En base a esto, la tecnología actualmente se encuentra enfocada en el sentido de la vista y la audición para lograr una implementación de la VR, lo cual es suficiente para experimentar espacios convincentes de inmuebles. Junto con esto, es importante mencionar que esta tecnología ya cuenta con una amplia gama de soluciones comerciales para personas naturales,

existiendo distintos dispositivos como: Oculus Rift, Valve Index, HTC Vive, Windows Mixed Reality, Google Cardboard, Samsung Gear VR, y otros.

Complementando el alcance actual de esta tecnología, muchos de estos aparatos continuamente mejoran sus capacidades para rendir en este tipo de aplicación, llegando incluso a emular el comportamiento natural de los rayos de luz (a tiempo real) generando un gran impacto en aspectos visuales y en el grado de inmersión (Yazgan, 2020).

En el aspecto de la implementación, lo principal para el éxito del proyecto será mantener una alta flexibilidad en torno al medio utilizado para alcanzar la experiencia que otorga la herramienta. Esto se debe a que el proyecto necesita crear una nueva necesidad en los consumidores para percibir el espacio de las viviendas en 3D, buscando la adopción y el uso continuo. Por esto, el proyecto necesita utilizar una tecnología de visualización en un formato disponible a una gran variedad de dispositivos VR o incluso sin estos, pero también debe mantener una experiencia constante independiente del dispositivo.

Por lo anterior, el desarrollo de la plataforma de visualización de mundos virtuales considera el uso de la tecnología WebXR (W3C, 2022), la cual permite un buen alcance de experiencia de VR con dispositivos especializados a la vez que mantiene la misma interacción desde una plataforma web, lo cual mantendrá la experiencia de visualizar los departamentos constantes sin limitarse a plataformas o a la necesidad de aplicaciones adicionales.

Como conclusión, la tecnología de VR en la actualidad se encuentra preparada para adoptar una experiencia como la que se busca desarrollar en este proyecto, especialmente con una implementación web que flexibilizará el uso de la herramienta. Además de esto, con el alcance actual que lleva la tecnología es probable que cualquier mejora que se desarrolle para VR potencie los resultados del proyecto a realizar (cómo mayor realismo o sensación del espacio).

3. Proyecto

3.1. Desarrollo

El proyecto de mapeo tridimensional para viviendas busca elaborar una herramienta de marketing (SaaS) para la venta y arriendo de residencias dentro del mercado inmobiliario. Esta herramienta tiene como objetivo crear un replica virtual de cada espacio habitacional para una visualización de estos en VR o 3D, mediante sistemas que implementan AI y utilizan como input los planos o imágenes 360° del recinto.

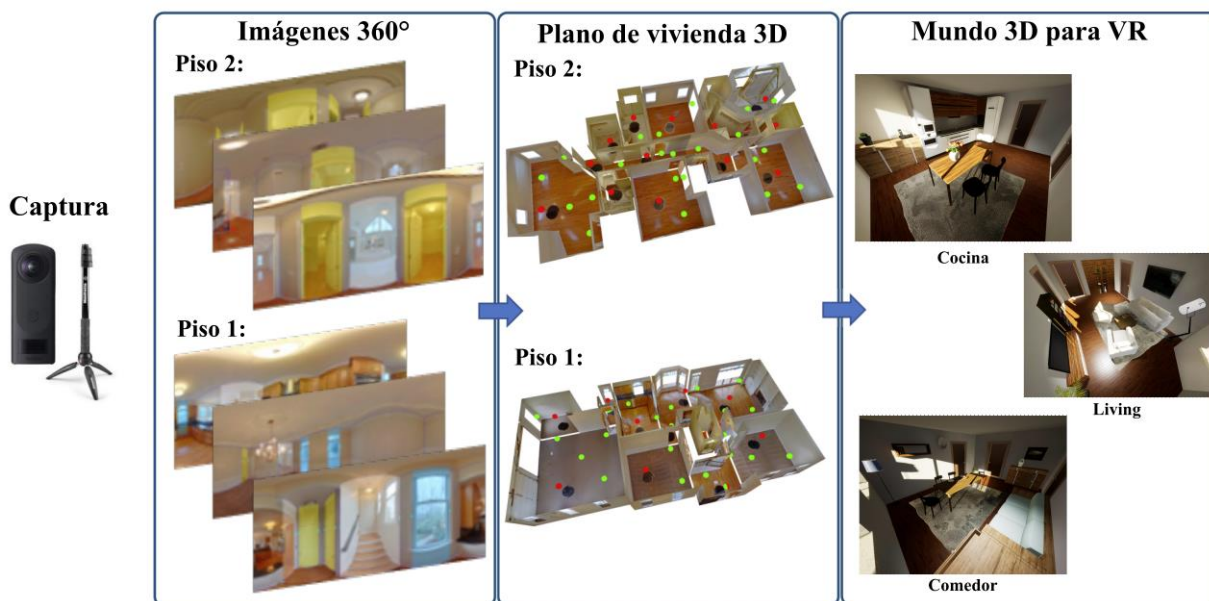


Ilustración 4: Ejemplo de aplicación de la herramienta, basada en tecnologías mencionadas. Elaboración propia.

El propósito de esta herramienta es potenciar la efectividad del canal digital actualmente utilizado por las empresas corredoras de viviendas (ventas y arriendos) y de plataformas relacionadas al rubro, permitiéndoles integrar tecnología 3D y de VR para mejorar la asimilación de los espacios por parte de sus clientes. Por lo anterior, el objetivo del proyecto es elaborar dicha herramienta permitiendo representar virtualmente los inmuebles, incentivando su adquisición, expandiendo el alcance de mercado, mejorando la experiencia de sus clientes y disminuyendo los esfuerzos innecesarios.

La elaboración de esta herramienta se abordará dividiendo el proyecto en tres etapas, las

cuales se basan según los resultados esperados y la capacidad de cada etapa para ser comercializada. Estas etapas se componen de la siguiente forma:

- Etapa 1: Crear el espacio 3D en base a planos junto a los complementos de visualización y almacenamiento
- Etapa 2: Crear los planos de la vivienda en base a imágenes 360°
- Etapa 3: Incrustar objetos y muebles dentro del mundo 3D

En base a estas etapas y los sistemas en cada una, el tiempo esperado de desarrollo alcanzará dos años y se espera recuperar la inversión en un máximo de 10 años.

3.2. Etapas de desarrollo

3.2.1. Creación del sistema de visualización para VR y para la generación de inmuebles virtuales a partir de planos / otros sistemas.

Esta etapa desarrolla los componentes más críticos del proyecto, ya que se realizará el sistema de creación virtual del inmueble (principal diferenciador), el componente de visualización (basado en WebXR), el componente de almacenaje y el *Backend* de la herramienta.

Cabe mencionar que el “sistema generador del mundo virtual (3D)” (Figura 3) será el elemento crítico del cumplimiento de la etapa, ya que considera un sistema de AI que permite crear el espacio e incluir en este iluminación, texturas, muebles, objetos, puertas y ventanas capturados desde un plano o los otros sistemas. Además de lo anterior, este proceso es crítico para el proyecto debido a que servirá como diferenciador frente a otras alternativas, las cuales utilizan imágenes 360° pero no recrean el inmueble como un mundo virtual completamente navegable.

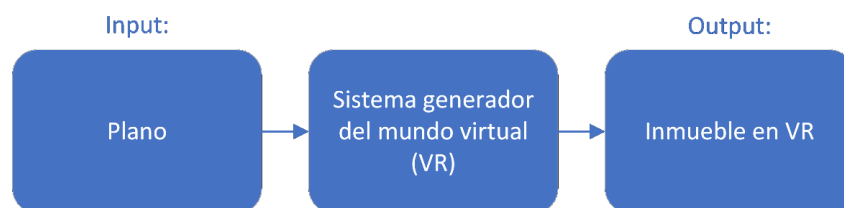


Figura 3: Diagrama de sistemas y conexiones para la herramienta a desarrollar en la etapa uno. Elaboración propia.

Con lo anterior en mente, para el desarrollo de los elementos mencionados el orden no resulta restrictivo, pero este trabajo considera iniciar el “sistema generador del mundo virtual” y el componente de visualización lo antes posible, abordando cuando sea posible el desarrollo *Backend* y calzando el término del desarrollo para el complemento de almacenaje con el sistema anterior.

Con la actual etapa finalizada, el proyecto podrá capturar clientes que cuenten con planos de sus inmuebles, ya sea para venta en blanco o sin muebles, donde la herramienta podrá crear mundos vacíos y permitirá realizar modificaciones manuales para incorporar muebles (automatizando sólo la creación de la estructura base), siendo estos cambios utilizables en el posterior desarrollo del sistema para mapeo de muebles.

3.2.2. Creación del sistema de mapeo 3D de inmuebles y de extracción de texturas

En la siguiente etapa, el proyecto recreará los trabajos evaluados en el marco teórico para la reconstrucción de inmuebles en base a imágenes 360° a un plano tridimensional de la vivienda. Además de esto, la etapa incluirá la extracción de texturas para incluirlas dentro del mundo virtual.

La Figura 4 muestra todos los sistemas a desarrollar dentro de la etapa y sus respectivas conexiones. Considerando esto, el desarrollo deberá ser guiado por las conexiones presentes de izquierda a derecha, debido a los requisitos de información para el funcionamiento de cada sistema de AI.

Con lo anterior en mente, el orden para el desarrollo de los elementos de la etapa deberá empezar por el “sistema identificador de objetos”, continuará con el “sistema de mapeo tridimensional de habitaciones”, y terminará con el “sistema de agrupación espacial para planos de una vivienda”. En este trabajo el “sistema generador de texturas” estará sólo restringido por el proceso identificador y se realizará lo antes posible, pero se buscará no atrasar el desarrollo anterior. Además de esto, la etapa contará con un periodo de conexión de sistemas (para unir este flujo con la etapa uno), el cual se trabajará al finalizar todo lo anterior.

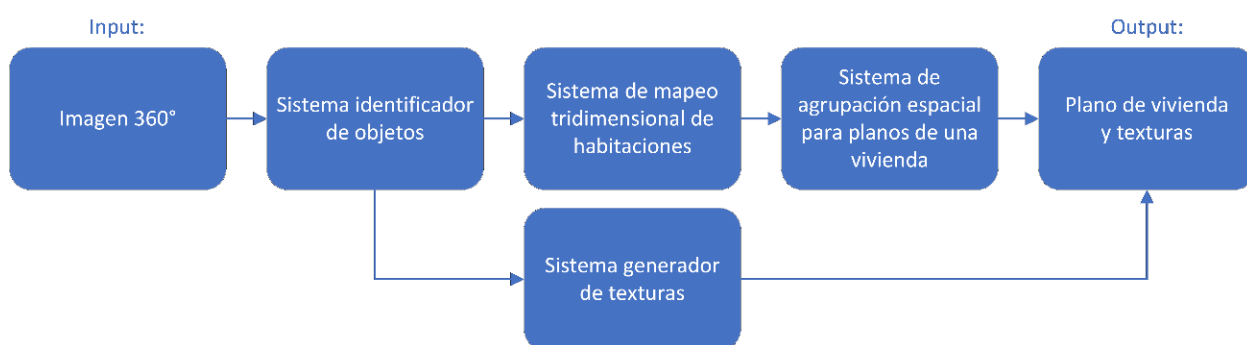


Figura 4: Diagrama de sistemas y conexiones para la herramienta a desarrollar en la etapa dos. Elaboración propia.

Con esta etapa terminada, se espera alcanzar a los comercializadores de vivienda que cuenten con propiedades físicas no amuebladas, ya sea para venta o arriendo. De este grupo de comercializadores se espera verificar el alcance espacial de la herramienta y las expectativas de sus clientes para inmuebles vacíos.

3.2.3. Creación del sistema de posicionamiento y de mapeo de muebles

Esta última etapa considera el desarrollo asociado al posicionamiento y modelación de los muebles para su inclusión en el mundo 3D, para lo cual se elaborarán dos sistemas que cumplan respectivamente los anteriores objetivos.

Los anteriores sistemas y sus conexiones se pueden apreciar en la Figura 5, lo cual indica las restricciones en torno al orden de desarrollo. En este caso se iniciará con el sistema de

posicionamiento y dimensionamiento lo más cercano al término de la etapa dos, considerando que se completan los sistemas necesarios de “identificación de objetos” y el “sistema de mapeo tridimensional”. Una vez finalizado el trabajo anterior, se comenzará a trabajar en el “sistema generador de muebles 3D” con toda la información disponible y se conectará el flujo de la ilustración con el resto de los sistemas.

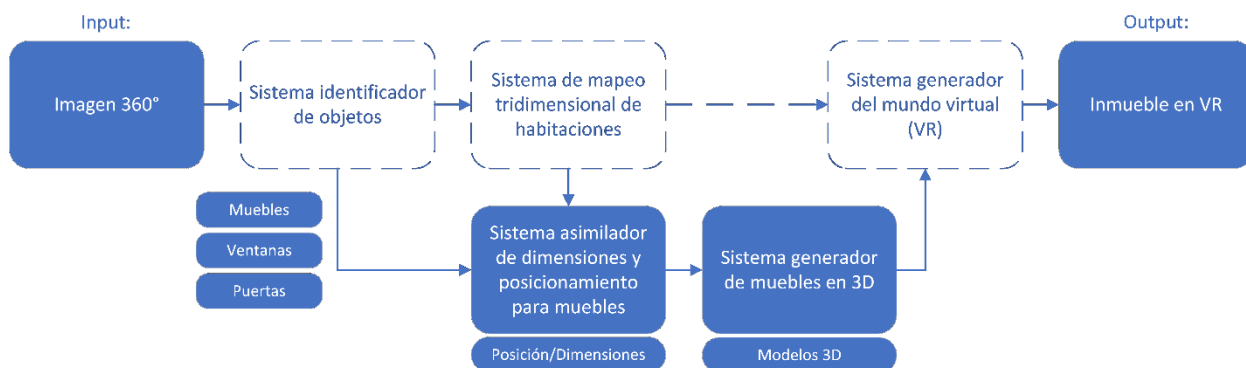


Figura 5: Diagrama de sistemas y conexiones para la herramienta a desarrollar en la etapa dos. Elaboración propia.

Con esta etapa terminada, la herramienta de “mapeo tridimensional de inmuebles para realidad virtual” se encontrará completa y podrá comercializarse con todas las características evaluadas dentro de este proyecto.

3.3. Modelo de negocio

Este proyecto se presentará a sus clientes como un software como servicio (SaaS) que provee y mantiene una herramienta flexible de marketing para la venta y arriendo de inmuebles utilizando realidad virtual. Lo anterior contempla: un sistema para la creación automatizada de las viviendas en un mundo virtual, un complemento que permita la visualización de estos espacios en los canales digitales o puntos de venta físicos (con equipo de VR), y el almacenamiento de datos para la disponibilidad de los mundos creados. Para hacer referencia a los tres anteriores elementos se utilizará “mapeo digital”, “visualización” y “almacenaje” como simplificación respectivamente.

Considerando lo anterior, el servicio se cobrará a los clientes según la utilización de cada inmobiliaria uno de estos aspectos de la herramienta, donde se cobrará por imagen para el **mapeo digital**, el número de **visualizaciones** de cada inmueble virtual, y la cantidad de MB utilizado en **almacenaje**. Además de esto, para que lo anterior sea sostenible para ambas partes y permita economías de escala, el proyecto utilizará un modelo combinado de suscripción anual y de micropagos, donde una suscripción contemplará una cuota de uso mensual para cada elemento y el segundo considerará todo uso adicional al establecido en dichas cuotas.

El anterior modelo se adapta mejor al proyecto ya que permite una mayor flexibilidad en la negociación con los clientes, logra no interrumpir el servicio y facilita mantener una posición que maximiza el beneficio de ambas partes.

3.3.1. Clientes

El proyecto contempla como clientes a las empresas **comercializadoras de viviendas**, término que incorpora las plataformas de venta y arriendo (como GOPLACEIT SpA. o portalinmobiliario.com), junto a grandes y medianas inmobiliarias o corredoras de propiedades que cuenten con sus propios canales de venta digital. Dentro de estos, los principales clientes objetivo serán las empresas con plataformas de arriendo por día (como Airbnb Inc.), quienes son más propensos a utilizar el servicio y a mantener vigente los espacios virtuales a lo largo del tiempo.

Además de lo anterior, el proyecto podría incorporar un socio dentro de la venta minorista de muebles (IKSO SpA.), el cual potenciará la herramienta mediante la oferta de sus productos (muebles) dentro del espacio virtual, pero que no será evaluado en este caso.

3.3.2. Propuesta de valor

Con el proyecto terminado, los comercializadores de viviendas utilizando la herramienta se beneficiarán de lo siguiente:

- Eliminación parcial de desperdicios monetarios y esfuerzos hacia clientes no interesados en los inmuebles.
- Mayor alcance de mercado para proyectos inmobiliarios y arriendos.
- Rápida implementación en 3D y VR para inmuebles construidos y en planos.
- Predictibilidad de resultados con uso de la herramienta (sobre alternativas manuales).
- Mayor exposición e impacto de las características de cada inmueble, dentro del comercio digital.
- Costos competitivos para el alcance de experiencia VR.
- Ventaja competitiva para la conversión de interesados.
- Disponibilidad 24/7 hacia clientes para muestra de inmuebles.

Por otro lado, los clientes de los comercializadores de viviendas (personas buscando comprar o arrendar) se beneficiarán de lo siguiente:

- Experiencia más cercana a una visita presencial, desde cualquier ubicación y horario.
- Mejor experiencia de visualización en lugares con limitado acceso a internet (respecto de alternativas).
- Disponibilidad en todo tipo de dispositivos inteligentes.
- Experiencia VR consistente basado en las capacidades de cada dispositivo.

3.4. Recursos de Desarrollo

La estimación de recursos se trabajará en base al nivel de TRL de los softwares/modelos, evaluados en el marco teórico, considerando las modificaciones necesarias. Como resumen, los niveles de TRL para cada sistema se encuentran en la Tabla 2.

Sistema	TRL
Sistema identificador de objetos	9
Sistema de mapeo tridimensional	8
Sistema asimilador de dimensiones y posicionamiento para muebles	7
Sistema generador de texturas	8
Sistema generador de muebles en 3d	4
Sistema de agrupación espacial para planos de una vivienda	5
Sistema para generación del mundo virtual	6

Tabla 2: Estimaciones de TRL para cada sistema a desarrollar con AI. Elaboración propia.

3.4.1. Estimación de Tiempos

Debido a que se está evaluando un proceso de desarrollo sin información sobre el equipo ni sus facultades, difícilmente se podrá llegar a un consenso sobre los tiempos de trabajo necesario para los distintos sistemas del proyecto. Por esto, se tomarán en cuenta los siguientes supuestos:

- Los colaboradores contratados se encontrarán facultados para realizar el trabajo requerido de AI, permitiéndoles inmediatamente una ejecución óptima.
- Los tiempos de desarrollo se basan en el nivel TRL (en todas sus etapas), lo cual indica la madurez tecnológica del software evaluado y el esfuerzo requerido para modificarlos en función de los resultados esperados.
- Cada fase de desarrollo incluirá el tiempo de procesamiento/entrenamiento para AI, obteniéndose el modelo terminado en la última de estas.

Junto con lo anterior, para una mayor efectividad en cada estimación del nivel TRL y mantener el trabajo de desarrollo consistente este se dividirá en tres etapas, las cuales consideraran el proceso de creación, adaptación y ajuste final para los modelos de AI necesarios por cada sistema.

La primera fase es la creación del modelo, lo cual abarca el proceso de crear/adaptar/copiar el resultado evaluado en el marco teórico a un punto similar. La siguiente etapa será el proceso de adaptación, el cual considera el tiempo asociado a implementaciones y

modificaciones sobre el modelo para alcanzar los resultados deseados (en los casos en los que se cree completamente el modelo esto no será necesario). Por último, la fase del proceso de ajuste considerara el tiempo necesario para validar y alinear los resultados hacia lo deseado para cada sistema.

Con lo anterior establecido, se elaboró la Tabla 3 que contiene las estimaciones de tiempo en días que se utilizarán en el proyecto para cada fase, las cuales se consideraron en base al trabajo y cada nivel de TRL.

Nivel	Creación	Adaptación	Ajuste	Total
<i>TRL 1</i>	640	0	80	720
<i>TRL 2</i>	320	0	70	390
<i>TRL 3</i>	160	0	60	220
<i>TRL 4</i>	80	40	40	160
<i>TRL 5</i>	40	40	30	110
<i>TRL 6</i>	30	30	20	80
<i>TRL 7</i>	20	20	20	60
<i>TRL 8</i>	10	15	10	35
<i>TRL 9</i>	10	5	10	25

Tabla 3: Estimación de tiempo en días para el desarrollo, según etapa y TRL. Elaboración propia.

Además de esto, las actividades necesarias sin desarrollo de AI se estimaron siguiendo los mismos supuestos y se encuentra en la Tabla 4.

Nombre de Tarea	Duración
Obtención de Datasets	30 días
Contrataciones	30 días
Obtención de Recursos	30 días
Componente Visualizador	30 días
Componente Almacenamiento	15 días
<i>Backend</i>	40 días
Conexión de Sistemas	15 días

Tabla 4: Estimación de tiempo en días para actividades sin TRL definido. Elaboración Propia.

3.4.2. Estimación de Recursos

El proyecto requerirá dos tipos de recursos: activos tecnológicos y HH de colaboradores capacitados en desarrollo de AI. De este último, para elaborar la herramienta en los tiempos

estipulados se considera como mínimo la participación de un jefe de proyectos en TI, un arquitecto de AI (Data & Analytics) y dos ingenieros informáticos.

Por otro lado, los recursos tecnológicos consideran un equipo principal (servidor), para acelerar el procesamiento/prueba de los modelos, y cuatro laptops para cada miembro del equipo, los cuales se utilizarán en el desarrollo y de manera general. Con esto en mente, la Tabla 5 incluye las estimaciones de precios para los equipos anteriores evaluados según las características del proyecto.

Equipo	Costo (USD)	Importación ¹	Total (USD)	Total (CLP) ²
ThinkStation P620 Tower Workstation*	\$ 5.519,00	\$ 1.655,70	\$ 7.174,70	\$ 6.531.488
ThinkPad P15v Gen3 Intel (15") - Mobile Workstation*	\$ 1.909,00	\$ 572,70	\$ 2.481,70	\$ 2.259.216

Tabla 5: Activos necesarios para el desarrollo de AI para el proyecto. Elaboración propia. (*) Detalles en anexo.

Cabe mencionar que los recursos computacionales se asumen suficientes incluso para desarrollo paralelo de actividades sin atrasos. Por esto, dichos equipos no se incluyen dentro de la evaluación de tiempo, pero se consideran como inversión en los flujos de caja.

3.4.3. Estimación de Costos

La principal fuente de costos para la ejecución del proyecto estará guiada por los colaboradores contratados para el desarrollo de la herramienta, ya que este requiere de un gran conocimiento previo por las partes y de cargos fuertemente cotizados en la actualidad por distintas empresas en búsqueda de modernización.

En conocimiento de esto, se utilizarán sueldos de mercado analizados por *Robert Half*, dentro del percentil 50, para la estimación de los costos de contratación del personal requerido dentro del año 2023 (Tabla 6).

¹ Considera los costos de importación y asociados como un 30% del valor del producto. En USD.
² Tipo de cambio considerado en 905,70 CLP/USD (30-11-2022). (Sii, 2022)

40

Cargo	Percentil 50
Jefe de Proyectos TI	\$3.300.000
Desarrollador Full Stack	\$3.300.000
Arquitecto Data & Analytics (ML)	\$4.000.000
Ingenieros Informáticos ³	\$2.000.000

Tabla 6: Guía Salarial 2023 de Chile. Sólo cargos requeridos. (Robert Half, 2022)

Además de lo anterior, el análisis de costos de dichos recursos necesita considerar su utilización en las distintas etapas productivas, debido a topes en la planificación, esfuerzos asociados y tiempo perdido debido al proceso en si (tiempos de espera para entrenar modelos). Esto se representa finalmente como un menor porcentaje de trabajo requerido por ciertas actividades según sus objetivos y la especialidad del colaborador.

Con esto en mente, se considerará que cada fase de desarrollo de AI solicitará un porcentaje de utilización distinto que incluirá los tiempos de espera necesarios, lo cual se representa en las estimaciones de la Tabla 7.

Utilización Por Proceso De Desarrollo	Creación	Adaptación	Ajuste
Arquitecto Data & Analytics (ML)	80%	50%	50%
Ingeniero Informático	100%	80%	80%

Tabla 7: Estimación de utilización de HH en cada fase de desarrollo AI. Elaboración propia.

Adicionalmente, este trabajo considerará que los colaboradores necesitan trabajar en conjunto para obtener los resultados esperados dentro del tiempo **en trabajos de AI**, por lo que se restringió en el proyecto la división y/o alargue de bloques de trabajo bajo la disponibilidad de recursos.

Con todo lo anterior en mente, el análisis de costos en base al tiempo de producción se realizó en MS Project con la configuración básica de horas laborales (8 horas laborales, de lunes a viernes), el inicio del proyecto en 2-01-2023 y sin ninguna consideración de días festivos/feriados (debido a que se espera la ejecución del proyecto en fechas posteriores, en base

³ Cifra estimada en base a actividades y no extraída desde fuente.

a la recuperación de la economía y la inversión). Con dicha configuración, los resultados del proyecto (Anexo 6.6) se presentan en la Tabla 8, la cual incluye los costos y tiempos asociados a cada actividad.

Nombre de Tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo
Obtención de Datasets	30 días	lun 02-01-23	vie 10-02-23	\$1.980.000
Contrataciones	30 días	lun 02-01-23	vie 10-02-23	\$1.980.000
Obtención de Recursos	30 días	lun 02-01-23	vie 10-02-23	\$990.000
Etapa 1	120 días	lun 13-02-23	vie 28-07-23	\$35.785.000
Etapa 2	195 días	lun 05-06-23	vie 01-03-24	\$51.310.000
Etapa 3	235 días	lun 12-02-24	vie 03-01-25	\$57.830.000

Tabla 8: Costo conceptual del proyecto según HH utilizados. Elaboración propia.

Terminando el análisis de costos, otros elementos importantes a considerar son las licencias de contenido para el entrenamiento de modelos de AI (Datasets) y los costos de puesta en marcha de la herramienta, lo cual podría afectar la viabilidad de la herramienta o restringirla. Pese a lo anterior, debido a la especificidad y dificultad para obtener cotizaciones de manera particular, se estimará que el ejecutor del proyecto cuenta con todos los permisos para utilizar todas las fuentes necesarias para el proyecto, lo cual significa que no se incluirán dichos gastos en el flujo de caja ni en este apartado.

En conclusión, a partir del análisis de costos/tiempos se puede recuperar que el proyecto tardará dos años en completarse (con las restricciones y estimaciones), requerirá una inversión de \$149.875.000 en HH para los recursos evaluados y necesitará de \$15.488.829 en activos fijos para su desarrollo.

3.5. Análisis de mercado

3.5.1. Descripción del mercado

El mercado inmobiliario, en el cual se implementará la herramienta del proyecto, se encuentra compuesto por varios sectores con diversos tipos de enfoques, temporadas, ofertas y demandas, pero que se basan en la comercialización de propiedades. Igualmente, para estudiar el mercado es necesario segmentar los tipos de negocio y las empresas asociadas a estas, cosa

de determinar de mejor manera el flujo de viviendas dentro de la industria inmobiliaria.

Comenzando con el segmento de venta de propiedades nuevas, las empresas que suelen comprender este sector son inmobiliarias y constructoras de tamaño mediano y grande, las cuales suelen construir edificios o casas en gran volumen para venderlas. En este caso, a partir de datos del primer semestre 2022, el segmento suele tener un stock promedio de 61.930 unidades dentro de la RM y 105.594 viviendas a nivel nacional (CChC, 2022). Además de esto, es importante señalar que la mayor parte de las empresas del segmento poseen recursos (en condiciones normales) y suelen financiar directamente el marketing de sus proyectos a través de sus sitios web, en donde se podrá implementar la herramienta.

Continuando con el segmento de venta de inmuebles usados, existe una mayor diversidad y flujo de empresas asociadas al sector, ya que requiere de constante adaptación y un correcto manejo de portafolios al ser actividades más esporádicas y concretas, con la ventaja de que requieren menor inversión inicial. Por todo lo anterior, las empresas que comprenden este mercado pueden ser personas naturales o corredoras de distintos tamaños, en donde una implementación de la herramienta dependerá de sus recursos y método de marketing, pero igualmente podría lograrse considerando que las grandes empresas igualmente tendrán sitios web y las operaciones pequeñas igualmente utilizan canales web como redes sociales y portales. Además de lo anterior, para contextualizar el movimiento de este segmento, el primer semestre 2022 alcanzó las 8.608 casas y 9.022 departamentos dentro de la RM (Clapes UC, 2022).

Por último, el segmento de los arriendos de viviendas se comporta similar al de ventas pero con mayor flujo y rapidez, componiéndose nuevamente de personas naturales y corredoras de todo tamaño. Para este caso, la herramienta se podrá utilizar en los portales de cada empresa o en las redes sociales para difundir y acelerar el proceso de arriendo, considerando que la herramienta permitirá analizar remotamente el espacio, aunque en algunas circunstancias

simplemente no convendrá pero debido al flujo esto no afectará en gran medida al proyecto. Por otra parte, la magnitud de este segmento se identifica claramente en los movimientos presentados durante el primer semestre de 2022, donde para la RM se registraron 381.808 departamentos y 170.693 casas (Saravia, 2022).

Además de los segmentos evaluados, también es necesario considerar los arriendos por día o para turismo, los cuales suelen utilizar contratos simples y no se encuentran incluidos en la información anterior. El que estos tipos de arriendos exista se presenta como el mejor caso para la herramienta, ya que podrían incluirse portales como Airbnb o Booking lo que mejoraría la necesidad de la herramienta y permitiría mantener contratos más prolongados (dado que se mantendrán las publicaciones a lo largo del tiempo).

De un método similar, es necesario mencionar que existen múltiples portales inmobiliarios que cumplen la función de intermediario entre la oferta y demanda, donde utilizan el canal digital para entregar información útil a sus usuarios sobre los inmuebles ofrecidos según posición, precio, tipo u otros. Estos portales también son un cliente potencial ideal, ya que su flujo, uso y método de servicio permitiría aprovechar todas las funciones de la herramienta.

Por último, se debe mencionar que este mercado mantiene un fuerte enfoque en la reducción de costos para asegurar mayores retornos, razón por la cual los precios de los planes deberán ser competitivos y asequibles.

3.5.2. Proveedores

Los principales proveedores de este proyecto serán grandes empresas tecnológicas que posean una gran capacidad escalable de procesamiento en la nube, lo que busca permitir a la herramienta adaptarse rápidamente a diversas condiciones de demanda y/o mercado. Según esto y la gran demanda del proyecto por aceleración de computación en paralelo (utilización de GPU), sólo las siguientes empresas cumplen lo descrito: Oracle Cloud, AWS, Google Cloud,

Azure, IBM y Vultr.

Con esto en mente, debido a la temporalidad de demanda por procesamiento y los costos para los servicios que cada alternativa ofrece, en este trabajo se considerará la utilización de los productos provistos por Oracle Cloud.

3.5.3. Competidores

El principal competidor del mercado es la empresa Matterport. Esta compañía actualmente trabaja con AI y algunas de las tecnologías mencionadas en el marco teórico para realizar tours 3D sólo con imágenes panorámicas estacionarias, además de ofrecer otros productos sobre la geometría de los inmuebles (como planos). Por lo mismo, esta empresa se considera el competidor más importante del proyecto, ya que no sólo compite con la tecnología de los tours 3D basada en imágenes, sino que también se encuentra más cerca de desarrollar una alternativa a la herramienta presentada, lo que le permitiría competir directamente.

Al igual que la empresa anterior, dentro de Chile existen más sociedades que venden tours 3D como un grupo de imágenes panorámicas (360°), pero carecen de capacidad para el procesamiento de los sitios y sólo se presentarán como una competencia alternativa a los resultados que busca la herramienta. Algunos ejemplos de estas empresas son: Doomos, Captura360, entre otras.

Por otro lado, la competencia que presentan los recorridos por video no se considera significativa, ya que esta implementación cumple una función más básica y puede ser implementado por casi todas las empresas que arrienden o vendan, pero de igual forma podrían optar por usar la herramienta que sí mejorará la percepción del inmueble.

Además de lo anterior, también existirá competencia de las empresas especializadas en fabricar experiencias VR para inmuebles, pero estas soluciones requieren una gran inversión y por ende se encuentran captando clientes con proyecto de mayor gama. Por lo mismo estas

empresas no competirán con la herramienta, ya que seguirán siendo preferidas en dichos casos y no se implementarán a gran escala ni en portales de inmuebles.

Con esto en mente, pese a la fuerte competencia que podría proporcionar Matterport la solución podrá competir con la plataforma utilizando su ventaja como primera implementación y resultados completamente navegables en 3D para VR, permitiendo así capturar varios comercializadores de viviendas con contratos para mantenerse competitiva y mejorar la herramienta a lo largo del tiempo.

3.5.4. Distribuidores

En este caso, el proyecto considera la creación de un complemento web (utilizando WebXR) que cumple como canal de distribución para la herramienta a los clientes de las comercializadoras de viviendas. Por ende, el distribuidor será la empresa asociada al proyecto y deberá mantener relaciones con los proveedores de procesamiento en la nube para cumplir este objetivo.

3.5.5. Consumidores

El proyecto considera dos tipos de consumidores, los comercializadores de viviendas y los clientes de estas comercializadoras. En este aspecto, el primero mencionado es considerado el enfoque del proyecto, ya que estos clientes son aquellos que implementarán la herramienta dentro de sus flujos generadores de valor y utilizarán sus resultados como marketing para sus proyectos y/o inmuebles disponibles.

Con lo anterior en mente, dichos consumidores son aquellos que pagarán directamente una mensualidad por mantener un servicio anual con la herramienta, para tener el acceso a crear mundos virtuales (3D) listos para VR de cualquier vivienda a partir de imágenes 360° o planos.

El segundo consumidor, los clientes de los comercializadores de vivienda, son un ente heterogéneo (personas naturales u otros) considerados en el proyecto en términos de su

exigencia en la calidad de resultados y su factibilidad para el acceso a la tecnología. En base a esto, la herramienta optó por un sistema web que permite una amplia gama de dispositivos y se considera la calidad de la experiencia se encuentra satisfecha, debido a que se presumen resultados exitosos de desarrollo. Con esto, dicho grupo de clientes se considera satisfecho, indicando que aceptarán la mejora tecnológica y los beneficios que brinda la herramienta del proyecto, utilizándolo en base a las capacidades de cada individuo.

3.5.6. Factores externos

Existen múltiples factores externos al mercado del proyecto que afectarán el desempeño de la herramienta en términos financieros y de resultados, por lo que será necesario considerarlos en el momento de inicio del desarrollo.

El primero de estos es la tasa de cambio entre las monedas CLP y USD (junto a los impuestos asociados), debido a que el funcionamiento de la herramienta se encuentra ligado a los costos de procesamiento de la AI por parte de los distribuidores, lo cual afectará los ingresos (o los precios) de los planes evaluados para el producto, resultado en cambios para el flujo de caja.

Otro factor será la tecnología asociada a la VR, la cual considera los avances en el procesamiento 3D, los cuales repercuten en la herramienta en términos de efectividad y realismo. Dichos avances tecnológicos podrán incrementar la base de dispositivos capaces de obtener la mejor experiencia VR o aumentar el realismo de modelos 3d, texturas e iluminación, incrementando la demanda por experiencias como las de este proyecto.

Por último, los avances de tecnología asociado al procesamiento de AI permitirá un mejor desempeño de la herramienta y deberá evaluarse al iniciar el proyecto, ya que podría utilizarse para mejorar los modelos desarrollados y disminuir los gastos operacionales de procesamiento mediante nuevas tecnologías de computación, desplazamiento de tecnología

previa, mayor rapidez de procesamiento o un aumento de eficiencia.

3.5.7. Factores Críticos de Éxito en la Industria

Será primordial que la herramienta sea la primera en entrar al mercado, cosa de que no exista una alternativa directa y pueda mejorar sus sistemas durante este tiempo. Este es un factor decisivo ya que permitirá tres cosas: generar conocimiento sobre la marca para el ejecutor del proyecto, atraer a los portales de viviendas gracias a su mayor tiempo dentro del mercado, y mantener la operación competitiva a lo largo de la comercialización de la herramienta con una base de clientes (economías de escala).

3.5.8. Análisis FODA

Fortalezas

- Ventaja competitiva por ser la primera implementación en el mercado.
- Ventaja competitiva para la herramienta por uso de mundos 3D con VR.
- Monetización estable de la herramienta (SaaS).
- Mercado con continua oferta y demanda (por arriendos y ventas de inmuebles).
- Rápida adopción por clientes gracias a complemento de visualización web.

Oportunidades

- Los sistemas creados para la herramienta se pueden utilizar por separado (en otras soluciones).
- Posibilidad de mejora por evolución constante de VR y AI.
- El desarrollo temprano de la herramienta permitirá potenciar la innovación y los resultados por sobre otros competidores.

Desventajas

- Significativa inversión inicial.

- Alto riesgo debido al trabajo con tecnología.
- Necesidad de expertos para el desarrollo.
- Necesidad de equipos especializados para el desarrollo.
- Necesidad de gran cantidad de información para generar modelos de AI.

Amenazas

- Matterport podría realizar una herramienta similar y competir (solución más cercana a implementación).
- Alta probabilidad de extensiones de tiempo imprevistas durante el desarrollo (debido a las estimaciones o resultados insatisfactorios).
- Posibles gastos en licencias por modelos de AI evaluados.

3.6. Análisis financiero

3.6.1. Ingresos

En primera instancia, para los ingresos y el análisis financiero sólo se considerará los pagos mensuales como el ingreso monetario del proyecto, debido a que estos son movimientos predecibles y se encontrarán respaldados mediante contratos.

Con lo anterior en mente, para determinar dichos ingresos se establecieron cinco planes de cobro que los clientes podrán solicitar según su utilización de la herramienta y su proceso de generación de valor. Esto se puede apreciar en la Tabla 9, la cual incluye los planes basados en las posibles necesidades de los clientes según su tamaño (cantidad de viviendas únicas en su portafolio) y muestra la capacidad asociada a cada segmento para visualizar, mapear (por cada imagen 360°) y almacenar viviendas con la herramienta a desarrollar.

Operaciones Mensuales	Básico	PyMe	Mediana	Grande	Portal
Viviendas	3	15	50	200	20.000
Visualizaciones	120	250	800	200.000	2.000.000
Imágenes 360°	24	150	500	1.500	5.000
Almacenaje⁴	21	105	350	1.400	140.000

Tabla 9: Planes considerados para la comercialización de la herramienta. Elaboración propia.

Complementando el desarrollo anterior, para establecer la cantidad de ingresos de cada plan se determinó el gasto operacional asociado a cada elemento de la herramienta según precios del distribuidor (Oracle Cloud), cuyos montos se estimaron en \$0,01, \$267,18⁵ y \$0,0351 (Oracle Chile, 2022) respectivamente para cada operación, considerando el cambio de USD a CLP de \$905,7⁶.

Después de lo anterior, en base a los montos obtenidos como gasto para cada elemento de la herramienta, se estimó una razón de este gasto como valor de cada plan, buscando precios aceptables y lo más cercano a la oferta de Matterport. Además de esto, se consideró que podrán existir gastos adicionales (que disminuye según la magnitud del contrato) y que será necesario recaudar lo suficiente para mantener a los colaboradores esenciales y el desarrollo posterior de los modelos de AI. Esto último se puede apreciar en la Tabla 10, según cuyos porcentajes permitió obtener el cobro esperado dentro de la Tabla 11.

En esta última tabla se incluye el anterior cobro estimado, el valor comercial y los ingresos anuales por cada cliente en el respectivo plan, cuyo valor se utilizará en el flujo de caja.

⁴ Cantidad en megabytes para albergar los mundos creados, estimado en 7MB por vivienda

⁵ Costo por procesamiento de GPU para cada imagen, estimado con un tiempo de tres minutos y la configuración “VM.GPU3.1”.

⁶ Tipo de cambio para CLP/USD (30-11-2022). (Sii, 2022)

Razón de cobro	Básico	PyMe	Mediana	Grandes	Portal
Gasto Operacional	40%	40%	45%	55%	60%
Gasto Operacional Adicional⁷	5%	5%	4%	3%	2%
Ingreso	55%	55%	51%	42%	38%

Tabla 10: Razón del cobro asociado a gastos de la operación. Elaboración propia.

Cobros	Básico	PyMe	Mediana	Grandes	Portal
Esperado	\$16.040	\$100.213	\$297.342	\$732.405	\$2.268.035
Comercial⁸	\$18.000	\$110.000	\$300.000	\$750.000	\$2.300.000
Comercial Anual	\$216.000	\$1.320.000	\$3.600.000	\$9.000.000	\$27.600.000
Ingreso Anual	\$118.800	\$726.000	\$1.836.000	\$3.780.000	\$10.488.000

Tabla 11: Cobros según uso de la herramienta en cada plan y su ingreso esperado. Elaboración propia.

Por último, se procedió a establecer estimaciones objetivo para el alcance de comercialización de la herramienta (Tabla 12), donde se busca captar clientes desde el segundo año (cuando la herramienta comienza a ser utilizable) seguido de incrementos porcentuales hasta el año seis (redondeando los valores). Esta estimación se estableció sólo por seis años para mantener las consideraciones evaluadas en este proyecto, ya que posteriormente podrían existir otros factores como fluctuaciones en el mercado inmobiliario, variaciones en las divisas, cambios de tecnología o mayor competencia, por lo que después de estos periodos el flujo de clientes se considerará constante, considerándolos como un mínimo de clientes a capturar y mantener para la viabilidad del negocio.

⁷ Gasto estimado como holgura al gasto operacional de cada plan contratado

⁸ Valores creados en base al cobro esperado, buscando un cobro por imagen mapeada decreciente a mayores viviendas consideradas en el plan.

Año	Básico	PyMe	Mediana	Grande	Portal	Porcentaje
2	50	25	20	15	2	Inicial
3	75	38	30	23	3	+50%
4	105	53	42	32	4	+40%
5	137	69	55	42	5	+30%
6	164	83	66	50	6	+20%

Tabla 12: Objetivo de clientes a capturar según plan. Elaboración propia.

Cabe mencionar que los objetivos establecidos consideran posible que las empresas elijan un plan menor, mayor o incrementen su capacidad con más planes según estimen conveniente. Por ende, como ejemplo, un gran portal inmobiliario podría contratar más de un plan de portal para satisfacer toda su demanda.

3.6.2. Flujo de caja

En primer lugar, los ingresos esperados del desarrollo anterior se pueden apreciar en la Tabla 13 y serán utilizados como retorno directo del proyecto. Además de esto, el valor obtenido para el año seis se extrapolará hasta el año diez, como un ingreso base esperado para los años siguientes.

Año	2	3	4	5	6
Ingresos Operacionales	\$138.486.000	\$209.982.000	\$290.976.000	\$378.549.600	\$452.845.200

Tabla 13: Ingresos esperados del proyecto. Elaboración propia.

Adicionalmente, el flujo de caja a desarrollar considerará sólo los gastos asociados a la ejecución y comercialización de la herramienta del proyecto, asumiendo que otros aspectos serán atribuidos a la empresa que lo ejecute y por ende son variables externas al éxito de este y al desarrollo de la herramienta.

En base a lo mencionado, en este caso se incluirán los siguientes gastos: costo de ventas, arriendo de oficina, sueldos administrativos, gastos administrativos, comisión de vendedores, gastos generales, gastos financieros y la depreciación del período. De estos elementos, los más significativos se atribuirán al costo de ventas, sueldos administrativos, el arriendo de oficina y

la comisión de vendedores.

De estos, el costo de venta incluirá los gastos esenciales para mostrar, vender y mantener las condiciones de venta para el proyecto, los cuales se encuentran basados en marketing digital y la utilización de ejecutivos para la captura de empresas. Según lo mencionado, los elementos y montos asociados a estos gastos se encuentran en la Tabla 14, lo cual se considerará constante durante los años evaluados a excepción del primeo, en donde la herramienta no será comercializada y no se utilizará marketing ni ejecutivos, alcanzando únicamente los \$21.000.000.

Costo de Ventas	Mensual	Anual
Web	\$ 1.500.000	\$ 18.000.000
BBDD	\$ 50.000	\$ 600.000
Net	\$ 100.000	\$ 1.200.000
Servicios	\$ 100.000	\$ 1.200.000
Ejecutivos	\$ 1.600.000	\$ 19.200.000
Marketing	\$ 800.000	\$ 9.600.000
Total	\$ 4.150.000	\$ 49.800.000

Tabla 14: Costos de ventas considerados para el proyecto. Elaboración propia.

En el caso de los sueldos administrativos, estos se compondrán por los valores obtenidos para los cargos requeridos por la herramienta (Tabla 6) y el tiempo que estos se encuentran contratados. Considerando esto, los montos variarán según la necesidad del proyecto por cada colaborador, donde el primer año todos los colaboradores estarán contratados 11 meses a excepción del jefe de proyecto (trabaja los 12 meses), estableciéndose un monto de los \$163.900.000. Para el segundo año, todos los colaboradores trabajarán los 12 meses por \$175.200.000 y descenderá a \$87.600.000 a partir del tercer año, considerando que no será necesario mantener al jefe de proyectos ni a los ingenieros informáticos contratados, manteniéndose únicamente al Desarrollador Full Stack (para arreglos y mejoras) junto al Arquitecto Data & Analytics (ML) (para mejorar y optimizar los sistemas de AI).

Además de esto, los gastos significativos restantes se compondrán de un 4% de los

ingresos destinado a la comisión de vendedores y de \$24.000.000 para términos de arriendo de oficinas (estimación de \$2.000.000 mensuales).

Por último, los otros gastos se estimaron en base a los valores anteriores, donde los gastos administrativos corresponden a un 3% de los sueldos administrativos, los gastos generales y financieros se componen de un 2% y 1% respectivamente de los sueldos administrativos más los costos de venta, y la depreciación de cada periodo alcanza los \$3.097.766⁹ los primeros cinco años.

Con lo anterior establecido, se procedió con la elaboración del flujo de caja para 10 años, lo cual se considerará como el límite máximo de tiempo para el retorno de la inversión. En base a esto, con una tasa estimada del 20%¹⁰ junto a un 27% considerado para los impuestos, se creó el flujo completo para el desarrollo y comercialización de la herramienta (Anexo 6.7) obteniéndose los resultados de la Tabla 15.

Año	Flujo de Caja	Flujo de Caja Valor Actual
0	\$ (15.488.829)	\$ (15.488.829)
1	\$(219.364.000)	\$(182.803.333)
2	\$(128.059.440)	\$ (88.930.167)
3	\$ 33.432.720	\$ 19.347.639
4	\$ 111.186.960	\$ 53.620.255
5	\$ 195.257.616	\$ 78.469.657
6	\$ 200.823.859	\$ 67.255.504
7	\$ 194.604.416	\$ 54.310.521
8	\$ 194.604.416	\$ 45.258.768
9	\$ 194.604.416	\$ 37.715.640
10	\$ 194.604.416	\$ 31.429.700

Tabla 15: Resultados del flujo de caja. Valor actual calculado con tasa mencionada. Elaboración propia.

⁹ Valor de depreciación para activos utilizados (Tabla 5), calculado con método acelerado (cinco años).

¹⁰ Valor estimado como múltiplo de 10 superior al promedio entre el crédito comercial y de consumo para noviembre 2022, con plazo superior a tres años. (BBCh, 2022b)

Con estos resultados, el análisis financiero del proyecto con los criterios propuestos entregó un VAN de \$100.185.353, una TIR de 27% y el resultado del PAYBACK¹¹ en 7,31 años (fórmulas en Anexos 6.8 y 6.9).

¹¹ Cálculo del periodo en el cual se recupera la inversión según el valor actual. Considera flujos negativos como parte de la inversión.

4. Conclusiones

Los constantes avances tecnológicos habilitan una continua búsqueda por mejores métodos de afrontar y solucionar problemas, lo cual incentiva evaluar nuevos proyectos y desarrollar mejores herramientas, ya sea dentro de empresas o en la vida cotidiana. Esta innovación ha motivado la realización de un sin número de propuestas y productos específicamente desarrollados para afrontar problemas cada vez más complejos.

En este aspecto, la inteligencia artificial se muestra como una tecnología clave en el futuro del análisis e interpretación de información, permitiendo una amplia gama de aplicaciones y soluciones para múltiples problemas. Por lo anterior, la herramienta de este trabajo considerará el desarrollo de sistemas basados en esta tecnología, permitiéndole así cumplir su propósito de mejorar el alcance del mercado inmobiliario y su capacidad de marketing en plataformas digitales.

En búsqueda de este objetivo, el desarrollo de la memoria actual logra demostrar que una herramienta que relacione imágenes 360°, realidad virtual e inteligencia artificial es alcanzable, especialmente a partir de los trabajos previos presentados. Junto con esto, según el análisis de los sistemas y las etapas evaluadas, los resultados indican que el desarrollo del proyecto alcanzará los dos años, \$149.875.000 en horas laborales y \$15.488.829 en activos fijos.

Por otra parte, con la evaluación de mercado considerada el proyecto se encuentra en buenas condiciones para ser realizado, ya que la tecnología de los clientes es suficiente y el mercado en el cual se involucra posee constantes flujos de inmuebles en todos los segmentos, lo cual permitiría al proyecto conseguir resultados rápidamente y establecerse como un servicio necesario cumpliendo sus factores claves de éxito, pese a herramientas futuras que podrían competir.

Con esta información, se procedió a evaluar un flujo de caja para la operación

considerando elaboración y comercialización de la herramienta, cosa de determinar el desempeño de una implementación en Chile. Para esto se consideró un periodo de 10 años, de cuyo análisis se obtuvo un VAN de \$100.185.353, una TIR de 27% y el resultado del PAYBACK en 7,31 años, lo cual indica que el proyecto es viable dentro de las condiciones estipuladas.

En conclusión, gracias a todo el desarrollo realizado en la actual memoria fue posible determinar que efectivamente es viable desarrollar una herramienta de mapeo tridimensional de viviendas con un software como servicio enfocado en la venta y arriendo de inmuebles dentro de Chile, lo cual potenciará al marketing del sector inmobiliario y permitirá implementar la tecnología de realidad virtual.

Como trabajo futuro, el siguiente proyecto se podrá mejorar con un mayor estudio y énfasis en el proceso de desarrollo de la herramienta, específicamente en AI, la cual se debería estudiar con agentes especialistas y un mayor detalle las etapas de desarrollo necesarias como se considera en “*Towards a Software Engineering Process for Developing Data-Driven Applications*” (Hesenius et al., 2019). Junto con esto, para evaluar en mejores condiciones la herramienta propuesta, un trabajo futuro será considerar expandirse del mercado local para maximizar las economías de escala, tomando en cuenta que el mercado inmobiliario se presenta en múltiples países y la herramienta será capaz de interpretar espacios interiores de la misma forma con bajos costos adicionales.

5. Referencias

- Abbate, H. A., Buemi, M. E., Delrieux, C., & Gambini, M. J. (2004). *Clasificación y segmentación de texturas usando dimensión fractal y contornos b-spline deformables*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/22377>
- BBCh. (2022a). *INFORME DE ESTABILIDAD FINANCIERA PRIMER SEMESTRE 2022*. www.bcentral.cl
- BBCh. (2022b, diciembre 9). *Estadísticas en Excel. Tasas de Interés*. https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/enlaces/excel/EMF/Excel_DEMF_Tasas.html
- BBCh. (2022c, diciembre 10). *Base de Datos Estadísticos*. <https://si3.bcentral.cl/siete>
- Bryson, S. (2013). *Virtual Reality: A Definition History-A Personal Essay*.
- CChC. (2022, diciembre 10). *Centro de Información | CChC - Cámara Chilena de la Construcción*. <https://cchc.cl/centro-de-informacion/indicadores/mercado-inmobiliario-venta-gran-santiago>
- Clapes UC. (2022, diciembre 10). *Índice de Precios Inmobiliario Residencial Clapes UC - Real Data*. <https://clapesuc.cl/indicadores/indice-inmobiliario-clapes-uc-real-data>
- Cruz, S., Hutchcroft, W., Li, Y., Khosravan, N., Boyadzhiev, I., & Kang, S. B. (2021). Zillow Indoor Dataset: Annotated Floor Plans With 360° Panoramas and 3D Room Layouts. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2133–2143.
- da Silveira, T. L. T., Pinto, P. G. L., Murrugarra-Llerena, J., & Jung, C. R. (2021). 3D Scene Geometry Estimation from 360° Imagery: A Survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*. <https://doi.org/10.1145/3519021>
- Department of Defense. (2009). *Technology Readiness Assessment (TRA) Deskbook*.

- https://www.skatelescope.org/public/2011-11-18_WBS-SOW_Development_Reference_Documents/DoD_TRA_July_2009_Read_Version.pdf
- Durante, N. (2022, abril 9). Los factores que impulsan la industria del arriendo en Chile. *Diario Financiero*. <https://dfmas.df.cl/df-mas/por-dentro/la-industria-del-arriendo-el-rentable-negocio-tras-la-escasez-de>
- Dvornik, N., Shmelkov, K., Mairal, J., & Schmid, C. (2017). BlitzNet: A Real-Time Deep Network for Scene Understanding. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, 2017-October*, 4174–4182. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1708.02813>
- Fu, H., Jia, R., Gao, L., Gong, M., Zhao, B., Maybank, S., & Tao, D. (2021). 3D-FUTURE: 3D Furniture Shape with TextURE. *International Journal of Computer Vision*, 129(12), 3313–3337. <https://doi.org/10.1007/S11263-021-01534-Z/TABLES/11>
- Griffin, T., Giberson, J., Lee, S., Guttentag, D., & Kandaurova, M. (2017). *Virtual Reality and Implications for Destination Marketing*. 29. https://scholarworks.umass.edu/ttra/2017/Academic_Papers_Oral/29
- Halpern Jelin, D., & Castro Grau, C. (2020). *eCommerce B2C en Chile: mapeando procesos y perfiles para el desarrollo del ecosistema digital* (primera edición). Castro Grau, Carolina. https://www.ecommerceccs.cl/wp-content/uploads/2020/02/eCommerce_B2C_en_Chile_2020_FEB.pdf
- Hesenius, M., Schwenzfeier, N., Meyer, O., Koop, W., & Gruhn, V. (2019). Towards a software engineering process for developing data-driven applications. *Proceedings - 2019 IEEE/ACM 7th International Workshop on Realizing Artificial Intelligence Synergies in Software Engineering, RAISE 2019*, 35–41. <https://doi.org/10.1109/RAISE.2019.00014>
- Jiang, Z., Xiang, Z., Xu, J., & Zhao, M. (2022). LGT-Net: Indoor Panoramic Room Layout Estimation With Geometry-Aware Transformer Network (pp. 1654–1663).

https://openaccess.thecvf.com/content/CVPR2022/html/Jiang_LGT-Net_Indoor_Panoramic_Room_Layout_Estimation_With_Geometry-Aware_Transformer_Network_CVPR_2022_paper.html

Labbé, G. (2021, junio 14). Segunda ola COVID-19: mercados de vivienda y políticas públicas. *Urbanistik*. <https://medium.com/goplaceit-datos/segunda-ola-covid-19-mercados-de-vivienda-y-pol%C3%ADticas-p%C3%BAblicas-f38c99f04dd6>

Labbé, G. (2022a, enero 24). Tasas de los créditos hipotecarios en alza ¿me conviene arrendar? *Urbanistik*. <https://medium.com/goplaceit-datos/tasas-de-los-cr%C3%A9ditos-hipotecarios-en-alza-me-conviene-arrendar-6da75d7d2281?p=6da75d7d2281>

Labbé, G. (2022b, julio 18). Arriendos al alza: ¿Qué sectores aumentaron su arriendo? *Urbanistik*. <https://medium.com/goplaceit-datos/arriendos-al-alza-qu%C3%A9-sectores-aumentaron-su-arriendo-1dca6661f6ee>

Lever, G. (2022). *ECOMMERCE DAY CHILE 2022: CÓMO APROVECHAR LA ACELERACIÓN DE LA ECONOMÍA DIGITAL*. <https://www.ecommerceccs.cl/wp-content/uploads/2022/04/ECD2022-GLever.pdf>

Oracle. (s. f.). *¿Qué es la inteligencia artificial (IA)?* | Oracle Chile. Recuperado 18 de noviembre de 2022, a partir de <https://www.oracle.com/cl/artificial-intelligence/what-is-ai/>

Oracle Chile. (2022, noviembre 30). *Cloud Cost Estimator* | Oracle Chile. <https://www.oracle.com/cl/cloud/costestimator.html>

Park, K., Rematas, K., Farhadi, A., & Seitz, S. M. (2018). PhotoShape: Photorealistic Materials for Large-Scale Shape Collections. *SIGGRAPH Asia 2018 Technical Papers, SIGGRAPH Asia 2018*, 37, 12. <https://doi.org/10.1145/3272127.3275066>

Perez Morente, L. M., Guerrero Campo, J., & Bermúdez Cameo, J. (2021). *Reconocimiento y localización de objetos en imágenes de 360 grados*. <https://zaguan.unizar.es/record/101303>

- Robert Half. (2022). *Guía Salarial 2023 Chile – Salarios y Tendencias de reclutamiento*.
<https://www.roberthalf.cl/guia-salarial>
- Saravia, C. (2021, noviembre 8). Créditos hipotecarios: aumento en las tasas y menores plazos puede implicar un incremento de hasta 60% en las cuotas de los dividendos. *La Tercera*.
<https://www.latercera.com/pulso/noticia/creditos-hipotecarios-aumento-en-las-tasas-y-menores-plazos-puede-implicar-un-incremento-de-hasta-60-en-las-cuotas-de-los-dividendos/6L6L7ZB5ZBF4PL3WLMNF54Q24Q/>
- Saravia, C. (2022, septiembre 20). Arriendo de viviendas en la RM mantiene los niveles de ocupación más altos de la última década tras escasez de unidades disponibles. *Diario Financiero*.
<https://www.df.cl/empresas/industria/arriendo-de-viviendas-en-la-rm-mantiene-los-niveles-de-ocupacion-mas>
- Schwartz, J. (s. f.). *ThreeDWorld (TDW) - A 3D Simulation Platform*. Recuperado 18 de noviembre de 2022, a partir de <https://www.threedworld.org/>
- Sii. (2022, noviembre 30). *Dólar Observado*.
https://www.sii.cl/valores_y_fechas/dolar/dolar2022.htm
- Sun, C., Sun, M., & Chen, H. T. (2020). HoHoNet: 360 Indoor Holistic Understanding with Latent Horizontal Features. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2573–2582.
<https://doi.org/10.48550/arxiv.2011.11498>
- Timofeev, M., Mag Hannes Kaufmann, P.-D., & Timofeev Hannes Kaufmann, M. (2018). *3D model generation of real estate objects for interactive virtual reality applications*.
<https://doi.org/10.34726/HSS.2018.38991>
- Troncoso, J. (2022, septiembre 26). Reorganizaciones y quiebras del mundo inmobiliario en Chile: platas involucradas superan los US\$ 500 millones | Diario Financiero. *Diario*

Financiero. <https://www.df.cl/empresas/construccion/reorganizaciones-y-quebras-del-mundo-inmobiliario-en-chile-platas>

Valdenegro, S. (2022). Recesión en Chile sería más larga: mercado espera cinco trimestres consecutivos de caída del PIB | Diario Financiero. *Diario Financiero*. <https://www.df.cl/economia-y-politica/macro/recesion-en-chile-seria-mas-larga-mercado-espera-cinco-trimestres>

W3C. (2022, marzo 31). *WebXR Device API*. <https://immersive-web.github.io/webxr/>

Ley-21461, (2022) (testimony of Matías Walker Prieto, Paulina Núñez Urrutia, & Gonzalo Fuenzalida Figuerola). <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1178004&idParte=10345442&idVersion=2022-06-30>

Yazgan, S. (2020). *Developing a Virtual Reality Application for Realistic Architectural Visualizations*. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/345268/Yazgan_Soyhan.pdf

6. Anexos

6.1. Índices de costos de edificación y edificación en altura

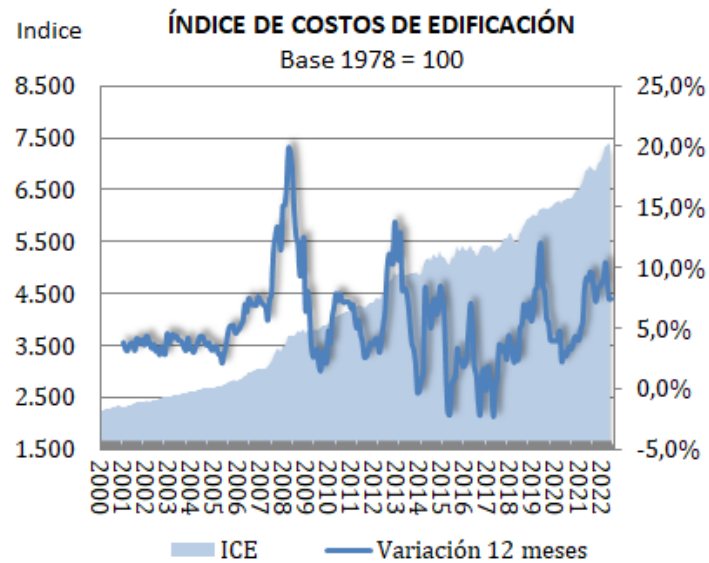


Gráfico 7: Índice de costos de edificación y su variación respecto a 12 meses. (CChC, 2022)

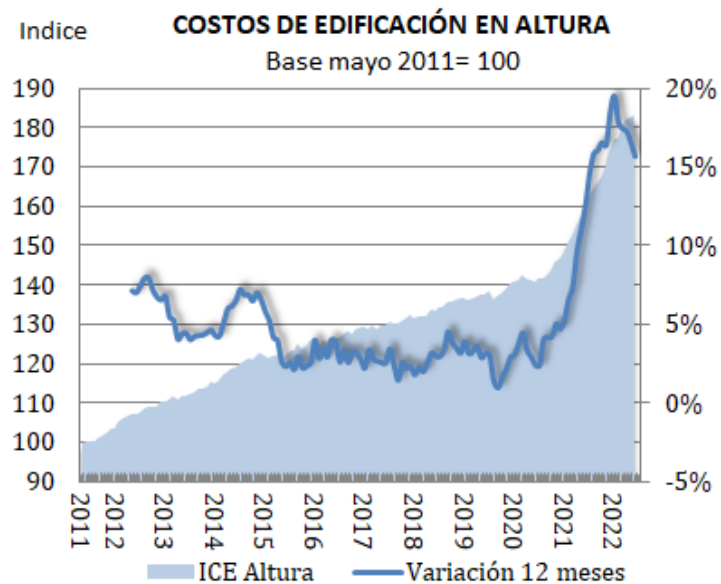


Gráfico 8: Índice de costos de edificación en altura y su variación respecto a 12 meses. (CChC, 2022)

6.2. Porcentaje de usuarios que compra online

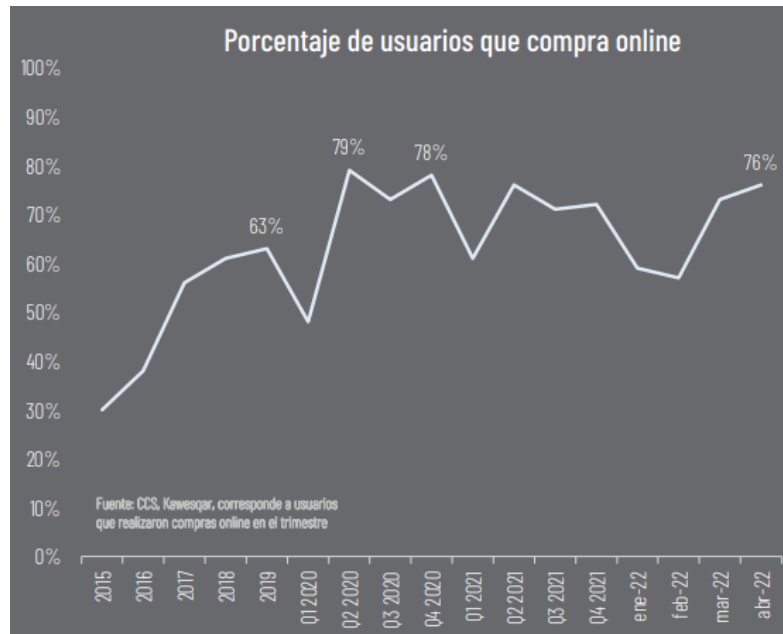


Gráfico 9: Porcentaje de usuarios que compra online. (Lever, 2022)

6.3. TRL de Software

TRL	Definition	Description	supporting Information
1	basic principles observed and reported.	lowest level of software technology readiness. A new software domain is being investigated by the basic research community. This level extends to the development of basic use, basic properties of software architecture, mathematical formulations, and general algorithms.	basic research activities, research articles, peer-reviewed white papers, point papers, early lab model of basic concept may be useful for substantiating the TRL.
2	technology concept and/or application formulated.	once basic principles are observed, practical applications can be invented. Applications are speculative, and there may be no proof or detailed analysis to support the assumptions. Examples are limited to analytic studies using synthetic data.	applied research activities, analytic studies, small code units, and papers comparing competing technologies.
3	analytical and experimental critical function and/or characteristic proof of concept.	active R&D is initiated. The level at which scientific feasibility is demonstrated through analytical and laboratory studies. This level extends to the development of limited functionality environments to validate critical properties and analytical predictions using non-integrated software components and partially representative data.	algorithms run on a surrogate processor in a laboratory environment, instrumented components operating in a laboratory environment, laboratory results showing validation of critical properties.
4	module and/or subsystem validation in a laboratory environment (i.e., software prototype development	basic software components are integrated to establish that they will work together. They are relatively primitive with regard to efficiency and robustness compared with the eventual system. Architecture development initiated to include interoperability, reliability,	advanced technology development, stand-alone prototype solving a synthetic full-scale problem, or standalone prototype processing fully representative data sets.

	environment).	maintainability, extensibility, scalability, and security issues. Emulation with current/legacy elements as appropriate. Prototypes developed to demonstrate different aspects of eventual system.	
5	Module and/or subsystem validation in a relevant environment.	level at which software technology is ready to start integration with existing systems. The prototype implementations conform to target environment/interfaces. Experiments with realistic problems. Simulated interfaces to existing systems. System software architecture established. Algorithms run on a processor(s) with characteristics expected in the operational environment.	system architecture diagram around technology element with critical performance requirements defined. Processor selection analysis, Simulation/Stimulation (Sim/Stim) Laboratory buildup plan. Software placed under configuration management. Commercial-of-the-shelf/ government-off-the-shelf (COTS/GOTS) components in the system software architecture are identified.
6	Module and/or subsystem validation in a relevant end-to-end environment.	level at which the engineering feasibility of a software technology is demonstrated. This level extends to laboratory prototype implementations on full-scale realistic problems in which the software technology is partially integrated with existing hardware/software systems.	Results from laboratory testing of a prototype package that is near the desired configuration in terms of performance, including physical, logical, data, and security interfaces. Comparisons between tested environment and operational environment analytically understood. Analysis and test measurements quantifying contribution to system-wide requirements such as throughput, scalability, and reliability. Analysis of human-computer (user environment) begun.
7	System prototype demonstration in an operational, high-fidelity environment.	Level at which the program feasibility of a software technology is demonstrated. This level extends to operational environment prototype implementations, where critical technical risk functionality is available for demonstration and a test in which the software technology is well integrated with operational hardware/software systems.	Critical technological properties are measured against requirements in an operational environment.
8	Actual system completed and mission qualified through test and demonstration in an operational environment.	Level at which a software technology is fully integrated with operational hardware and software systems. Software development documentation is complete. All functionality tested in simulated and operational scenarios.	Published documentation and product technology refresh build schedule. Software resource reserve measured and tracked.
9	Actual system proven through successful mission proven operational capabilities.	Level at which a software technology is readily repeatable and reusable. The software based on the technology is fully integrated with operational hardware/ software systems. All software documentation verified. Successful operational experience. Sustaining software engineering support in place. Actual system.	Production configuration management reports. Technology integrated into a reuse "wizard."

Tabla 16: Nivel TRL de Software, Definiciones, Descripciones e Información de Sustento, en inglés (Department of Defense, 2009).

6.4. Máquina evaluada para desarrollo

ThinkStation P620 Tower Workstation

Part Number 30E000TGUS



FREE Standard Delivery: Get it by Wed. Nov 30 [Delivery options for 60654](#)

−

1

+

Hide Specs 

\$5,519.00

Savings: \$4,000.00 (42%)

eCoupon Applied: **WSDEALS**

eCoupon limited to 4 units only

Save for Later | Remove

System Specs (Edit)

- Processor: AMD Ryzen™ Threadripper™ PRO 5955WX Processor (4.00 GHz up to 4.50 GHz)
- Operating System: Windows 11 Pro 64
- Graphics: NVIDIA® RTX™ A4500 20GB GDDR6
- Memory: 64 GB DDR4-3200MHz (RDIMM) - (4 x 16 GB)
- Storage: 2 TB SSD M.2 2280 PCIe TLC Opal
- Pointing Device: USB Optical Mouse
- Keyboard: USB, Traditional, Black with Number Pad - English (US)
- WLAN: Intel® Wireless-AC 9260 2x2 AC & Bluetooth® 5.1 or above
- Warranty: 3 Years On-site

Ilustración 5: Equipo de referencia destinado al desarrollo de AI. Obtenido desde lenovo.com (US).

6.5. Equipos para colaboradores

ThinkPad P15v Gen 3 Intel (15") - Mobile Workstation
Part Number 21D8002LUS

\$1,909.00
Savings: \$1,390.00 (42%)



FREE Standard Delivery: Get it by Wed. Nov 30
[Delivery options for 60654](#)

eCoupon Applied: **WSDEALS**
eCoupon limited to 4 units only

−

1

+

Hide Specs ^

Save for Later | Remove

System Specs (Edit)

- Processor: 12th Generation Intel® Core™ i7-12700H Processor (E-cores up to 3.50 GHz P-cores up to 4.70 GHz)
- Operating System: Windows 11 Pro 64
- Graphics: NVIDIA® T1200 4GB GDDR6
- Memory: 16 GB DDR5-4800MHz (SODIMM) - (2 x 8 GB)
- Storage: 512 GB SSD M.2 2280 PCIe TLC Opal
- Display: 15.6" UHD (3840 x 2160), IPS, Anti-Glare, Non-Touch, HDR, 100% sRGB, 600nits, 60Hz, LED Backlight
- Camera: 720P HD RGB with Array Microphone & ThinkShutter
- Fingerprint Reader: Fingerprint Reader
- Pointing Device: Touchpad
- Keyboard: Backlit, Black with Number Pad - English (US)
- WLAN: Intel® Wi-Fi 6E AX211 2x2 AX vPro® & Bluetooth® 5.1 or above
- Warranty: One Year Onsite

Ilustración 6: Equipo de referencia evaluado para colaboradores. Obtenido desde lenovo.com (US).

6.6. Evaluación de tiempos y recursos del proyecto

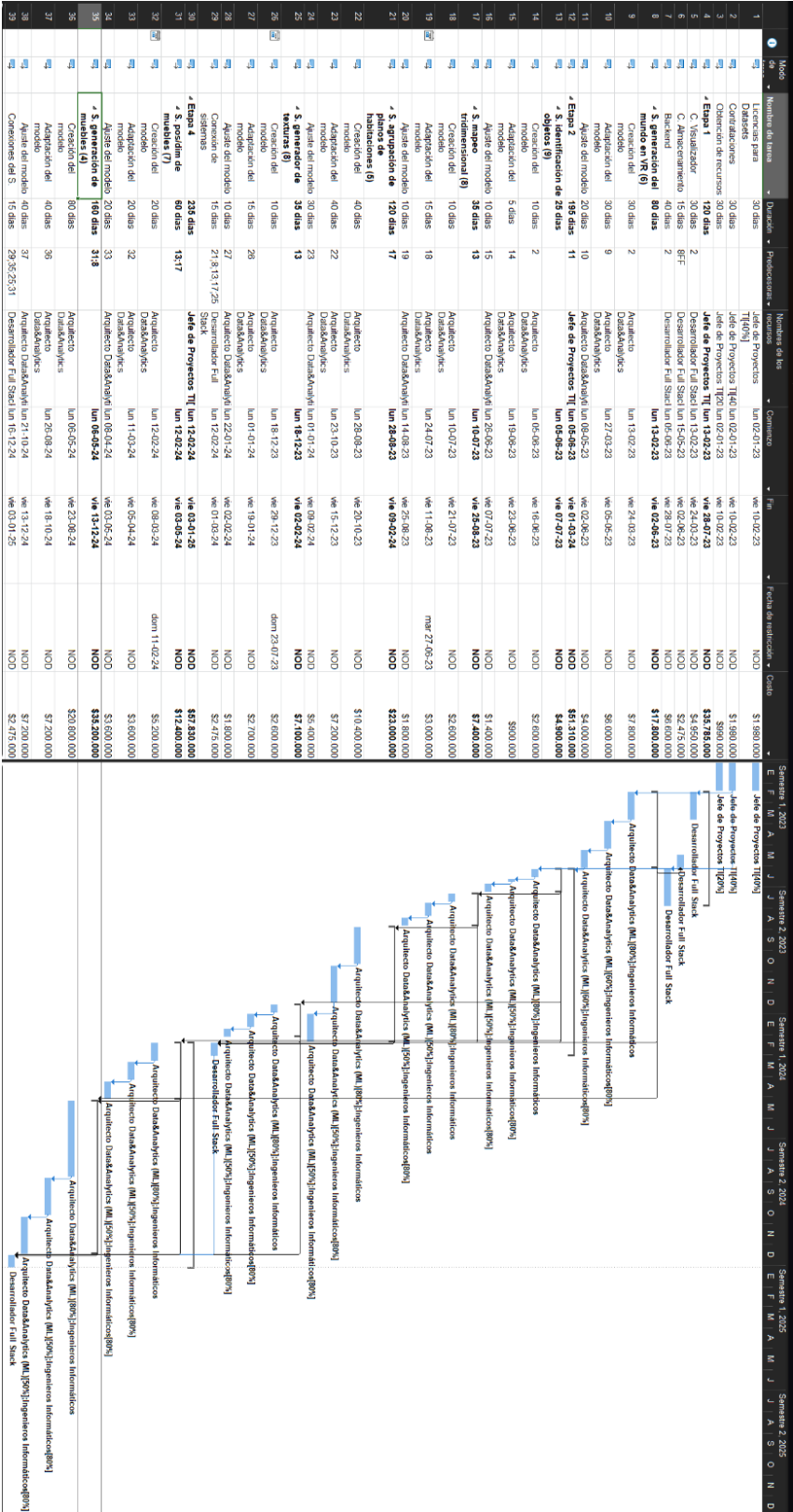


Ilustración 7: Cronología del proyecto, basada en recursos, requerimientos y objetivos. Elaboración propia.

6.7. Flujo de caja

Conceptos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Operacionales	\$ -	\$ -	\$ 138,486,000	\$ 209,982,000	\$ 290,976,000	\$ 378,549,600	\$ 452,845,200	\$ 452,845,200	\$ 452,845,200	\$ 452,845,200	\$ 452,845,200
Ingresos No Operacionales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Venta de Activos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo de Ventas	\$ -	\$ -21,000,000	\$ -49,800,000	\$ -49,800,000	\$ -49,800,000	\$ -49,800,000	\$ -49,800,000	\$ -49,800,000	\$ -49,800,000	\$ -49,800,000	\$ -49,800,000
Arrendo de Oficina	\$ -	\$ -24,000,000	\$ -24,000,000	\$ -24,000,000	\$ -24,000,000	\$ -24,000,000	\$ -24,000,000	\$ -24,000,000	\$ -24,000,000	\$ -24,000,000	\$ -24,000,000
Sueldos Administrativos	\$ -	\$ -163,900,000	\$ -175,200,000	\$ -87,600,000	\$ -87,600,000	\$ -87,600,000	\$ -87,600,000	\$ -87,600,000	\$ -87,600,000	\$ -87,600,000	\$ -87,600,000
Gastos Administrativos	\$ -	\$ -4,917,000	\$ -5,256,000	\$ -2,628,000	\$ -2,628,000	\$ -2,628,000	\$ -2,628,000	\$ -2,628,000	\$ -2,628,000	\$ -2,628,000	\$ -2,628,000
Comisión de Vendedores	\$ -	\$ -	\$ -5,539,440	\$ -8,399,280	\$ -11,639,040	\$ -15,141,984	\$ -18,113,808	\$ -18,113,808	\$ -18,113,808	\$ -18,113,808	\$ -18,113,808
Gastos Generales	\$ -	\$ -3,698,000	\$ -4,500,000	\$ -2,748,000	\$ -2,748,000	\$ -2,748,000	\$ -2,748,000	\$ -2,748,000	\$ -2,748,000	\$ -2,748,000	\$ -2,748,000
Gastos Financieros	\$ -	\$ -1,849,000	\$ -2,250,000	\$ -1,374,000	\$ -1,374,000	\$ -1,374,000	\$ -1,374,000	\$ -1,374,000	\$ -1,374,000	\$ -1,374,000	\$ -1,374,000
Depreciación del Periodo	\$ -	\$ -3,097,766	\$ -3,097,766	\$ -3,097,766	\$ -3,097,766	\$ -3,097,766	\$ -3,097,766	\$ -3,097,766	\$ -3,097,766	\$ -3,097,766	\$ -3,097,766
Amortización del Periodo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Valor Libro Neto Activos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Pérdidas de Arrastre	\$ -	\$ -	\$ -222,461,766	\$ -353,618,971	\$ -323,284,017	\$ -215,194,823	\$ -23,034,973	\$ -23,034,973	\$ -23,034,973	\$ -23,034,973	\$ -23,034,973
Utilidad Antes de Impuestos	\$ -	\$ -222,461,766	\$ -353,618,971	\$ -323,284,017	\$ -215,194,823	\$ -23,034,973	\$ 243,546,419	\$ 266,581,392	\$ 266,581,392	\$ 266,581,392	\$ 266,581,392
Impuesto a la Renta	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -65,757,533	\$ -71,976,976	\$ -71,976,976	\$ -71,976,976	\$ -71,976,976
Utilidad Después de Impuestos	\$ -	\$ -222,461,766	\$ -353,618,971	\$ -323,284,017	\$ -215,194,823	\$ -23,034,973	\$ 177,788,886	\$ 194,604,416	\$ 194,604,416	\$ 194,604,416	\$ 194,604,416
Egresos no Desembolsables	\$ -	\$ 3,097,766	\$ 225,559,531	\$ 356,716,737	\$ 326,381,783	\$ 218,292,589	\$ 23,034,973	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingresos no Realizables	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Egresos sin efecto Tributario	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingresos no Tributables	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FLUJO DE CAJA OPERACIONAL	\$ -	\$ -219,364,000	\$ -128,059,440	\$ 33,432,720	\$ 111,186,960	\$ 195,257,616	\$ 200,823,859	\$ 194,604,416	\$ 194,604,416	\$ 194,604,416	\$ 194,604,416
Inversión en Activos	\$ -15,488,829	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital de Trabajo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Créditos Obtenidos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Amortización de Créditos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Recuperación del Capital de Trabajo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Valor Residual del Proyecto	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FLUJO DE CAJA DE CAPITAL	\$ -15,488,829	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FLUJO DE CAJA	\$ -15,488,829	\$ -219,364,000	\$ -128,059,440	\$ 33,432,720	\$ 111,186,960	\$ 195,257,616	\$ 200,823,859	\$ 194,604,416	\$ 194,604,416	\$ 194,604,416	\$ 194,604,416
FLUJO DE CAJA ACTUALIZADO	\$ -15,488,829	\$ -182,803,333	\$ -88,930,167	\$ 19,347,639	\$ 53,620,255	\$ 78,469,657	\$ 67,255,504	\$ 54,310,521	\$ 45,258,768	\$ 37,715,640	\$ 31,429,700

Ilustración 8: Flujo de caja para desarrollo del proyecto y comercialización. Elaboración propia.

6.8. Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Ecuación 1: Valor Actual Neto. Elaboración propia.

6.9. Tasa Interna de Retorno (TIR)

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0$$

Ecuación 2: Tasa interna de retorno. Elaboración propia.