



Departamento de Expresión Gráfica
Programa: Ingeniería Gráfica, Geomática y Proyectos

TESIS DOCTORAL

APLICACIÓN DE SISTEMAS BIM Y FOTOGRAMETRÍA EN IMPLANTACIÓN DE MODELOS DE FRANQUICIAS

Autor

Antonio José Loredo Conde

2016



Departamento de Expresión Gráfica
Programa: Ingeniería Gráfica, Geomática y Proyectos

TESIS DOCTORAL

APLICACIÓN DE SISTEMAS BIM Y FOTOGRAMETRÍA EN IMPLANTACIÓN DE MODELOS DE FRANQUICIAS

Autor

Antonio José Loredó Conde

Conformidad del Director:

Antonio Manuel Reyes Rodríguez

2016

Dedicatoria

A mi esposa Alborada, a mis hijos Antón y
Claudia, y a toda la familia a quienes tanto debo.

“Sólo es posible avanzar cuando se mira lejos·

Solo cabe progresar cuando se piensa en grande”

JOSÉ ORTEGA Y GASSET

Agradecimientos:

Cuando se inicia un proyecto de investigación como este se pueden encontrar en el camino muchas dudas y diferentes caminos que tomar sin saber si uno va bien dirigido o se tendrá que deshacer el tramo hecho. Gracias a mucha gente el camino, al menos este, ha llegado a su fin y de manera muy gratificante.

No puedo dejar de agradecer a mi director de tesis D. Antonio Manuel Reyes, quien me ha hecho más fácil la tarea, atendiéndome muchas veces sin horario y adaptándose a mi ritmo de aportaciones y dudas, a veces difícil de dar respuesta, pero siempre dispuesto. Sobre todo gracias por compartir mi ilusión y potenciarla, por alegrarse de cada avance y por ser testigo y compartir los resultados de cada nuevo modelo BIM que se realizaba y de cada nueva técnica aplicada.

Tampoco puedo dejar de agradecer el trabajo desinteresado de supervisión y de comentarios realizados por D. Emilio Hernández García, profesor del Centro Universitario de Mérida sobre aspectos formales y en temas de enfoque estadístico.

A Eva García Romera, profesora de la Universidad de Extremadura, amiga y quien me ha orientado en como iniciar esta tesis, como hacer propuestas y como encontrar la dirección adecuada para ello. Con todo cariño, gracias.

Por supuesto a la empresa La Botica de los Perfumes, en la que he desarrollado mi trabajo en el departamento de expansión, coincidiendo con la investigación, y en la que he podido aportar mi granito de arena en aspectos técnicos de desarrollo de modelos BIM para nuevos proyectos de tiendas de la franquicia, gracias a un convenio de colaboración para el desarrollo de la tesis.

A mi familia por su apoyo, comprensión y de la que me siento orgulloso de ser parte.

INDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I

| | |
|---|----------|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Motivación y justificación..... | 8 |
| 1.2 La problemática técnica, optimización de costes y decisiones..... | 9 |
| 1.3 Objetivos de la investigación..... | 10 |
| 1.4 Antecedentes y estado del arte..... | 13 |
| 1.4.1 Contenido de la investigación..... | 18 |
| 1.5 Organización de tareas, tiempos y medios..... | 19 |
| 1.6 Estructura de la tesis..... | 21 |

CAPÍTULO II

| | |
|--|-----------|
| APLICACIÓN DE SISTEMAS BIM COMO HERRAMIENTA DE CONTROL..... | 23 |
| 2.1 Introducción..... | 23 |
| 2.2 Aplicaciones en arquitectura, estructuras, instalaciones e ingeniería civil..... | 25 |
| 2.3 Ventajas del uso de BIM como herramienta multidisciplinar. | |
| Visualizaciones e Ilustraciones técnicas | 28 |

CAPÍTULO III

| | |
|---|-----------|
| SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES EN SECTOR DE CONSTRUCCIÓN..... | 31 |
| 3.1 Introducción..... | 31 |
| 3.2 Sistemas de control. Características y clasificaciones..... | 32 |
| 3.3 Objetivos del análisis de sistemas de control de costes..... | 45 |
| 3.4 Paralelismos metodología EVM-normas contables avance de obra..... | 46 |
| 3.5 Problemática de los sistemas de control de costes..... | 48 |
| 3.5.1 El diseño de sistemas de control..... | 50 |
| 3.5.2 Dinámica de los sistemas de control de costes..... | 53 |
| 3.5.3 BCIS, la estrategia británica de control y BIM como referente | 74 |
| 3.6 Propuesta de uso BIM para mejora de sistemas de control de costes | 80 |

CAPÍTULO IV

| | |
|---|-----------|
| ANÁLISIS CUANTITATIVO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE COSTES..... | 81 |
| 4.1. Introducción. Sistemas de gestión de costes y BIM como solución..... | 81 |
| 4.2 Análisis ROI de implantación BIM..... | 85 |
| 4.3 Planteamiento del problema..... | 88 |
| 4.4 Análisis de gestión y control de costes con sistemas BIM..... | 95 |

CAPÍTULO V

| | |
|---|------------|
| ESTRATEGIA Y TÉCNICAS | 101 |
| 5.1 Materiales y métodos usadas durante el estudio..... | 103 |
| 5.1.1 Realidad Aumentada..... | 103 |
| 5.1.2 Fotogrametría aplicada..... | 119 |
| 5.1.2.1 Autodesk® 123D Catch®..... | 119 |
| 5.1.2.2 EyesMap® Tablet de e-Capture® | 127 |
| 5.1.2.3 Agisoft® PhotoScan..... | 130 |
| 5.1.2.4 Módulo Photomatch de SketchUp® | 140 |
| 5.1.3 Escáner experimental rotatorio..... | 144 |
| 5.1.4 Software aplicado y plataformas BIM. Autodesk® Revit® y Trimble® SketchUp®..... | 152 |
| 5.1.5 PDF 3D interactivo..... | 159 |
| 5.1.6 VR y software para compartir modelos 3D a dispositivos móviles. Kubity® y Yulio® | 162 |
| 5.2 Monitorización del proceso, toma de datos..... | 175 |
| 5.2.1 Datos de costes de sistemas comparados CAD vs BIM-3D..... | 176 |
| 5.2.2 Datos de mediciones y dimensiones de los 121 proyectos de tiendas estudiadas..... | 178 |
| 5.2.3 Datos monitorizados de tiempo de medición y de procesado CAD vs BIM-3D..... | 184 |
| 5.2.4 Datos de intervalo o tiempo de toma de decisión de iniciar el proyecto | 186 |
| 5.2.5 Datos de tiempos de ejecución de proyectos CAD comparados con proyectos BIM-3D..... | 190 |
| 5.2.6 Datos de encuesta con escala tipo Likert a través de cuestionario adaptativo | 194 |

CAPÍTULO VI

| | |
|---|------------|
| RESULTADOS. ANÁLISIS DE DATOS..... | 199 |
| 6.1. Presentación de los resultados..... | 200 |
| 6.2. Resultado del análisis descriptivo..... | 201 |
| 6.2.1 Sistema Convencional – CAD / Sistema BIM- ·3D- Fotogrametría..... | 201 |
| 6.2.2 Análisis complementario mediante encuesta con escala tipo Likert..... | 239 |

CAPÍTULO VII

| | |
|--|------------|
| RESULTADOS. ANÁLISIS COMPARATIVO..... | 245 |
| 7.1 Resultado del análisis comparativo..... | 245 |

CAPÍTULO VIII

| | |
|--|------------|
| RESUMEN Y CONCLUSIONES..... | 261 |
| 8.1 Resumen | 261 |
| 8.2 Conclusiones | 263 |
| 8.3 Futuras líneas de investigación..... | 264 |

| | |
|---------------------------------|------------|
| BIBLIOGRAFÍA..... | 265 |
| Referencias Bibliográficas..... | 265 |

| | |
|---|------------|
| ANEXOS..... | 271 |
| ANEXO I Fichas de toma de datos comparativos..... | 271 |
| ANEXO II Ficha Memoria fotográfica proyectos, fotos: Previa, apertura y planos..... | 284 |
| ANEXO III Formato de trabajo con BiMup 5D, filtros, cálculos y mediciones | 405 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| <i>Tabla 1.1 Número de empleados. Servicio Estadístico de la AEF. Informe 2015.....</i> | 4 |
| <i>Tabla 3.1 EVM Descripción elementos.</i> | 35 |
| <i>Tabla 3.2 EVM Descripción elementos 2.....</i> | 39 |
| <i>Tabla 3.3 EVM Descripción elementos 3.....</i> | 40 |
| <i>Tabla 3.4 EVM Descripción elementos 4.....</i> | 43 |
| <i>Tabla 5.1. Listado de diferentes datos de campo del proceso de investigación.....</i> | 175 |
| <i>Tabla. 5.2 Listado de costes de elementos considerados en proyectos CAD.....</i> | 176 |
| <i>Tabla 5.3. Listado de costes de elementos considerados en proyectos BIM-3D.....</i> | 177 |
| <i>Tabla 5.4. Datos de medición, tamaño y ml de los proyectos estudiados 1.....</i> | 181 |
| <i>Tabla 5.5. Datos de medición, tamaño y ml de los proyectos estudiados 2.....</i> | 182 |
| <i>Tabla 5.6 Datos de medición, tamaño y ml de los proyectos estudiados 3.....</i> | 183 |
| <i>Tabla 5.7 Valores medios de medición, tamaño y ml de los proyectos estudiados.....</i> | 183 |
| <i>Tabla 5.8 Datos de tiempo de respuesta en toma de decisión proyectos BIM-3D.....</i> | 187 |
| <i>Tabla 5.9 Datos de tiempo de respuesta en toma de decisión proyectos CAD (I)</i> | 188 |
| <i>Tabla 5.10. Datos de tiempo de respuesta en toma de decisión proyectos CAD (II).....</i> | 189 |
| <i>Tabla 5.11 Tiendas1 a 40. Plazo de ejecución de proyectos CAD</i> | 191 |
| <i>Tabla 5.12 Tiendas 41 a 80. Plazo de ejecución de proyectos CAD.....</i> | 192 |
| <i>Tabla. 5.13 Tiendas 81 a 108. Plazo de ejecución de proyectos CAD.....</i> | 193 |
| <i>Tabla 5.14 Resultados registros 1 al 50 de la encuesta con escala tipo Likert.....</i> | 196 |
| <i>Tabla 5.15. Resultados registros 51 al 101 de la encuesta con escala tipo Likert.....</i> | 197 |
| <i>Tabla 6.1 Gastos medios por operación de medición.....</i> | 199 |
| <i>Tabla 6.2. Tiempos y costes proceso CAD proyecto Almadén.....</i> | 201 |
| <i>Tabla.6.3 Tiempos y costes proceso CAD proyecto Arenas de San Pedro.....</i> | 202 |
| <i>Tabla 6.4 Tiempos y costes proceso CAD proyecto Azuqueca de Henares</i> | 202 |
| <i>Tabla 6.5 Tiempos y costes proceso CAD proyecto Castuera.....</i> | 203 |

| | | |
|--------------------|---|-----|
| <i>Tabla 6.6</i> | Tiempos y costes proceso CAD proyecto Griñón..... | 203 |
| <i>Tabla 6.7</i> | Tiempos y costes proceso CAD proyecto Humanes de Madrid..... | 204 |
| <i>Tabla 6.8</i> | Tiempos y costes proceso CAD proyecto La Felguera | 204 |
| <i>Tabla 6.9</i> | Tiempos y costes proceso CAD proyecto Mallorca II..... | 205 |
| <i>Tabla 6.10</i> | Tiempos y costes proceso CAD proyecto Manzanares..... | 205 |
| <i>Tabla 6.11.</i> | Tiempos y costes proceso CAD proyecto Soria. | 206 |
| <i>Tabla 6.12.</i> | Tiempos y costes proceso CAD proyecto Campo de Criptana..... | 206 |
| <i>Tabla 6.13</i> | Tiempos y costes proceso CAD proyecto Villafranca de los Barros..... | 207 |
| <i>Tabla 6.14.</i> | Tiempos y costes proceso CAD proyecto Cambados..... | 207 |
| <i>Tabla 6.15</i> | Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Almadén..... | 208 |
| <i>Tabla 6.16</i> | Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Arenas de San Pedro..... | 208 |
| <i>Tabla 6.17</i> | Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Azuqueca de Henares..... | 209 |
| <i>Tabla. 6.18</i> | Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Castuera. | 209 |
| <i>Tabla 6.19</i> | Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Griñón..... | 210 |
| <i>Tabla 6.20</i> | Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Humanes de Madrid. | 210 |
| <i>Tabla 6.21</i> | Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto La Felguera..... | 211 |
| <i>Tabla 6.22</i> | Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Mallorca II..... | 211 |
| <i>Tabla 6.23</i> | Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Manzanares..... | 212 |
| <i>Tabla 6.24</i> | Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Soria..... | 212 |
| <i>Tabla 6.25</i> | Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Campo de Criptana..... | 213 |
| <i>Tabla 6.26</i> | Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Villafranca de los Barros..... | 213 |
| <i>Tabla 6.27</i> | Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Cambados..... | 214 |
| <i>Tabla 6.28</i> | Costes resumen de medición CAD/BIM-3D..... | 214 |
| <i>Tabla 6.29</i> | Costes resumen de procesado CAD/BIM-3D..... | 215 |
| <i>Tabla.6.30</i> | Costes resumen de medición y procesado CAD/BIM-3D..... | 215 |
| <i>Tabla 6.31</i> | Porcentajes dedicado por actividades en procesos CAD..... | 216 |

| | | |
|--------------------|---|-----|
| <i>Tabla 6.32</i> | Tiempos toma de decisión de la inversión en proyectos con Protocolo BIM-3D | 219 |
| <i>Tabla 6.33</i> | Tiempos toma decisión de la inversión en proyectos con protocolo CAD (I)..... | 220 |
| <i>Tabla 6.34</i> | Tiempos toma decisión de la inversión en proyectos con protocolo CAD (II)..... | 221 |
| <i>Tabla.6.35</i> | Tiempo medio implantación con reforma del local tras recepción proyecto con BIM..... | 223 |
| <i>Tabla 6.36.</i> | Tiempos implantación y reforma en proyectos con protocolo CAD (I)..... | 224 |
| <i>Tabla 6.37</i> | Tiempos implantación y reforma en proyectos con protocolo CAD (II)..... | 225 |
| <i>Tabla 6.38</i> | Tabla que define la matriz con 3 variables para estudio de regresión (I) | 230 |
| <i>Tabla 6.39</i> | Tabla que define la matriz con 3 variables para estudio de regresión (II)..... | 231 |
| <i>Tabla 6.40</i> | Tabla que define la matriz con todas las variables para estudio de regresión. (I) | 234 |
| <i>Tabla 6.41</i> | Tabla que define la matriz con todas las variables para estudio de regresión. (II)..... | 235 |
| <i>Tabla 6.42</i> | Análisis de encuesta con escala tipo Likert..... | 240 |
| <i>Tabla. 6.43</i> | Resumen de valoraciones. Encuesta escala tipo tipo Likert..... | 244 |
| <i>Tabla 7.1</i> | Resumen de costes CAD respecto 3D-BIM toma de datos + procesado..... | 245 |
| <i>Tabla 7.2</i> | Resumen de costes implantación y amortización por toma de datos + procesado. | 246 |
| <i>Tabla 7.3</i> | Factor o coeficiente BIM/NO BIM de la ecuación de regresión con 6 variables. | 247 |
| <i>Tabla 7.4</i> | Factor o coeficiente BIM/NO BIM de la ecuación de regresión con 3 variables. | 248 |
| <i>Tabla 7.5</i> | Estadísticas de la regresión I | 249 |
| <i>Tabla 7.6</i> | Simulación por tramos de facturación y porcentajes de margen..... | 250 |
| <i>Tabla.7.7</i> | Tabla de ROI según la simulación. | 251 |
| <i>Tabla.7.8</i> | VAN y TIR según primer tramo de la simulación..... | 255 |
| <i>Tabla.7.9</i> | VAN y TIR según segundo tramo de la simulación..... | 255 |
| <i>Tabla.7.10</i> | VAN y TIR según tercer tramo de la simulación..... | 256 |
| <i>Tabla.7.11</i> | VAN y TIR según cuarto tramo de la simulación..... | 256 |

| | |
|--|-----|
| <i>Tabla.7.12</i> VAN y TIR según quinto tramo de la simulación..... | 257 |
| <i>Tabla.7.13</i> VAN y TIR según sexto tramo de la simulación..... | 257 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1.1</i> Redes de Franquicia. Servicio Estadístico de la AEF. Estadísticas Nacionales. Informe 2015..... | 3 |
| <i>Figura 1.2.</i> Histórico de facturación. Estadísticas Nacionales. Informe 2015..... | 5 |
| <i>Figura 1.3.</i> Establecimientos de franquicia en España. Estadísticas Nacionales Informe 2015..... | 5 |
| <i>Figura 1.4.</i> Empleo sector franquicia en España. Estadísticas Nacionales. Informe 2015..... | 6 |
| <i>Figura 1.5.</i> Diagrama de Gantt ejecución temporal de los trabajos. | 19 |
| <i>Figura 2.1.</i> Diseño, análisis, modelado de pretensado e interacción con acero pasivo. Metodología s-BIM | 26 |
| <i>Figura 2.2.</i> Planos y modelo de muro prefabricado en metodología s-BIM..... | 26 |
| <i>Figura 3.1</i> Ventana subordinada de medición, esquema “presupuesto y planificación”..... | 36 |
| <i>Figura 3.2.</i> Ventana subordinada de medición, esquema “presupuesto y planificación”..... | 36 |
| <i>Figura 3.3</i> Ventana subordinada de medición, esquema "Todas (simplificadas)" | 37 |
| <i>Figura 3.4.</i> Ventana subordinada de medición, esquema "Todas simplificadas)"..... | 39 |
| <i>Figura 3.5</i> Ventana de variación del EAC..... | 41 |
| <i>Figura 3.6</i> Ventana agenda, esquema certificaciones..... | 42 |
| <i>Figura 3.7.</i> Plantilla entregada con Presto, con los datos más importantes del EVM por meses | 42 |
| <i>Figura 3.8</i> Representación gráfica de la plantilla..... | 43 |
| <i>Figura 3.9.</i> Representación gráfica de la Curva S..... | 49 |
| <i>Figura 3.10.</i> Tres herramientas para alimentar el EVM | 53 |
| <i>Figura 3.11</i> Punto de control..... | 55 |
| <i>Figura 3.12.</i> Cuentas de control..... | 56 |
| <i>Figura 3.13</i> Presupuesto línea de base del proyecto distribuido en el tiempo | 59 |
| <i>Figura 3.14</i> Resultados organización WBS | 60 |
| <i>Figura 3.15</i> Control integrado de cambios..... | 61 |
| <i>Figura 3.16</i> Evolución de líneas de base del presupuesto..... | 62 |

| | |
|---|-----|
| <i>Figura 3.17</i> Diagrama de control CPI | 64 |
| <i>Figura 3.18</i> Variables de análisis de EVM..... | 65 |
| <i>Figura 3.19</i> Variables de análisis de EVM II..... | 68 |
| <i>Figura 3.20</i> Significado de TCPI | 70 |
| <i>Figura 3.21</i> Organizarse para implementar EVM | 73 |
| <i>Figura 3.22</i> BCIS, Estrategia del gobierno británico en BIM..... | 76 |
| <i>Figura 3.23</i> BCIS, captura de pantalla de la página oficial. | 78 |
| <i>Figura 3.24</i> BCIS, Calculadora de costes de reforma residencial..... | 78 |
| <i>Figura 3.25</i> BCIS, Calculadora de costes de reforma residencial II | 79 |
| <i>Figura 4.1</i> Actitudes de los no usuarios frente a BIM | 83 |
| <i>Figura 4.2</i> Los grandes beneficios que podrían influir en los no usuarios en adoptar BIM..... | 83 |
| <i>Figura 4.3</i> Razones para no adoptar BIM por aquellos que no lo usan..... | 84 |
| <i>Figura 4.4</i> Origen, evolución y objetivos implantación BIM..... | 89 |
| <i>Figura 4.5</i> Hoja de ruta de BIM en España..... | 90 |
| <i>Figura 4.6</i> Valoración que hacen los contratistas ROI sobre la inversión en BIM | 92 |
| <i>Figura 4.7</i> Valoración de los contratistas ROI sobre inversión en BIM | 93 |
| <i>Figura 4.8</i> Productividad del Diseño durante la implementación de BIM | 97 |
| <i>Figura 5.1</i> Arriba. Traslación de un punto p a p' empleando el vector t. Abajo. Es posible trasladar un objeto poligonal completo aplicando la traslación a todos sus vértices..... | 106 |
| <i>Figura 5.2:</i> Rotación del punto p un ángulo respecto del origen de coordenadas | 107 |
| <i>Figura 5.3.</i> Conversión de cuadrado a rectángulo empleando los factores de escala $S_x = 2$, $S_y = 1,5$ | 107 |
| <i>Figura 5.4</i> Sistema de coordenadas de visualización y su relación con otros sistemas de la escena..... | 108 |
| <i>Figura 5.5</i> Esquema general tridimensional | 109 |
| <i>Figura 5.6.</i> Sistema de registro de Augment®..... | 110 |

| | |
|---|-----|
| <i>Figura 5.7</i> Archivo de modelos creados y como subir nuevos elementos en Augment®..... | 111 |
| <i>Figura 5.8.</i> Augment®. Elemento 3D sin tracker aparece en el plano del suelo | 112 |
| <i>Figura 5.9</i> Augment®. Elemento girado, escalado y desplazado sin tracker..... | 112 |
| <i>Figura 5.10.</i> Augment® Fotografía capturada de elementos subidos a la plataforma en el visualizador 3D..... | 113 |
| <i>Figura 5.11</i> Primeros pasos en creación 3D virtual de elementos subidos y con tracker..... | 113 |
| <i>Figura 5.2</i> Tracker Universal Augment® | 114 |
| <i>Figura 5.13</i> Tracker personalizado..... | 114 |
| <i>Figura 5.14</i> Supervisión en espacio 3D de calidad del modelo importado a Augment® | 115 |
| <i>Figura 5.15</i> Supervisión de calidad del modelo virtual insertado con tracker en entorno real. | 115 |
| <i>Figura 5.16</i> Elemento de rótulo luminoso tienda tipo modelo PETITE..... | 116 |
| <i>Figura 5.17</i> Supervisión y posicionamiento en entorno real de cartelera y vinilo de cristalera..... | 116 |
| <i>Figura 5.18.</i> Augment®. Implantación de AR cartelera sobre fachada..... | 117 |
| <i>Figura 5.19</i> Augment®. Supervisión sin entorno real de estantería y elementos decorativos | 117 |
| <i>Figura 5.20</i> Augment®. Replanteo de elemento mostrador en entorno real..... | 118 |
| <i>Figuras 5.21.</i> Augment®. Diferentes opciones de replanteo con uso de AR del mismo lugar..... | 118 |
| <i>Figura 5.22</i> Pantalla de inicio de captura de 123d Catch®..... | 120 |
| <i>Figura 5.23</i> Identificador y clave de acceso 123D Catch®..... | 120 |
| <i>Figura 5.24</i> Selección de fotogramas realizados y archivados..... | 121 |
| <i>Figura 5.25</i> Pantalla de validación de creación de proyecto | 122 |
| <i>Figura 5.26.</i> Nueva captura validación e-mail, categoría y descripción..... | 122 |
| <i>Figura 5.27</i> Estado de subida de las fotografías a la nube. | 123 |
| <i>Figura 5.28</i> Proceso de creación del modelo online. | 124 |
| <i>Figura 5.29</i> Elemento 3D Bote de crema Aloe Vera | 124 |

| | |
|---|-----|
| <i>Figura 5.30</i> Diferentes perspectivas y trazados de recorrido en la toma de fotografías | 125 |
| <i>Figura 5.31</i> Fotografías de la Tablet EyesMap® de e-Capture® | 127 |
| <i>Figura 5.32</i> EyesMap® de e-Capture® proceso de toma de datos en tienda piloto..... | 129 |
| <i>Figura 5.33</i> Pantalla de nuevo proyecto en PhotoScan® | 131 |
| <i>Figura 5.34</i> Pantalla de flujo de trabajo PhotoScan®. | 132 |
| <i>Figura 5.35</i> Inserción de fotografías de la serie en PhotoScan® | 132 |
| <i>Figura 5.36</i> Inserción de fotografías de la serie en PhotoScan® | 133 |
| <i>Figura 5.37</i> Inserción de fotografías de la serie en PhotoScan® | 133 |
| <i>Figura 5.38</i> Inserción de fotografías de la serie en PhotoScan® | 134 |
| <i>Figura 5.39</i> PhotoScan®. Perspectiva de la toma fotográfica y la primera nube de puntos. | 134 |
| <i>Figura 5.40</i> PhotoScan®. Creación de nube de puntos densa. | 135 |
| <i>Figura 5.41</i> Definición de la calidad de la nube de puntos densa en PhotoScan® | 135 |
| <i>Figura 5.42</i> Procesamiento de mapas de profundidad en PhotoScan® | 136 |
| <i>Figura 5.43</i> Estado de la nube de puntos y progreso total en PhotoScan® | 136 |
| <i>Figura 5.44</i> .Creación de malla en PhotoScan® | 137 |
| <i>Figura 5.45</i> Definición de parámetros en creación de malla en PhotoScan® | 137 |
| <i>Figura 5.46</i> Procesamiento de creación de malla en PhotoScan® | 137 |
| <i>Figura 5.47</i> . Inserción de fotografías de la serie en PhotoScan® | 138 |
| <i>Figura 5.48</i> Parametrizado del mapa de textura en PhotoScan® | 138 |
| <i>Figura 5.49</i> Mezclado de texturas en PhotoScan® | 139 |
| <i>Figura 5.50</i> . PhotoScan®. Modelo 3D con texturas listo para exportar. | 139 |
| <i>Figura 5.51</i> Photomacth. Edición de ejes de coordenadas de una perspectiva fotográfica | 141 |
| <i>Figura 5.52</i> Modelado en SketchUp® de zona a implantar en el fotograma | 141 |
| <i>Figura 5.53</i> Fusión de fotograma en perspectiva y elemento modelado en 3D | 142 |
| <i>Figura 5.54</i> Elemento exportado de fusión modelado y fotografía. | 142 |

| | |
|---|-----|
| <i>Figura 5.55</i> Elemento exportado de fusión modelado y fotografía II. | 143 |
| <i>Figura 5.56</i> Imagen del escáner Ciclop BQ | 144 |
| <i>Figura 5.57.</i> Imagen de la placa controladora ZUM BT-3288 | 146 |
| <i>Figura. 5.58</i> Imagen de la shield ZUM SCAN | 146 |
| <i>Figura 5.59</i> Horus. Fases de la calibración | 148 |
| <i>Figura 5.60</i> Horus. Calibración previa de nuestro trabajo con patrón. | 149 |
| <i>Figura.5.61</i> Escaneo de objeto fuera de rango. | 149 |
| <i>Figura 5.62</i> Escaneo de objeto fuera de rango II. | 150 |
| <i>Figura 5.63.</i> Escaneo de objeto fuera dentro de rango pero sin identificación correcta. | 150 |
| <i>Figura.5.64</i> Visualización de un modelo de mobiliario sin texturas en REVIT®..... | 152 |
| <i>Figura. 5.65</i> Visualización de un modelo de mobiliario sin texturas en SkeethUp® | 153 |
| <i>Figura 5.66.</i> Visualización del modelo con colores consistentes. REVIT ®..... | 153 |
| <i>Figura 5.67.</i> Visualización del modelo con colores consistentes. SketchUp® | 154 |
| <i>Figura 5.68.</i> Inicio de trabajos sobre la planta del local en REVIT® | 155 |
| <i>Figura 5.69.</i> Creación de Render de una perspectiva del local con V-Ray®. | 155 |
| <i>Figura 5.70.</i> Proceso de creación de escenas para recorrido virtual. | 156 |
| <i>Figura 5.71.</i> Perspectiva para acotación en planta. | 157 |
| <i>Figura 5.72.</i> Edición en Lay Out de los planos acotados. | 157 |
| <i>Figura 5.73.</i> Fotograma de recorrido en proyecto de fachada de tienda sobre Lumion®..... | 158 |
| <i>Figura 5.74.</i> Fotograma de recorrido en proyecto de interior de tienda sobre Lumion..... | 158 |
| <i>Figura.5.75</i> Visualización y recorrido sobre la fechada de un proyecto en PDF 3D | 159 |
| <i>Figura.5.76</i> Visualización y recorrido sobre el interior de un proyecto en PDF 3D | 160 |
| <i>Figura 5.77.</i> Uso de la herramienta medición en un PDF 3D | 160 |
| <i>Figura 5.78.</i> Proceso de exportación de un PDF 3D desde SketchUp®..... | 161 |
| <i>Figura 5.79.</i> Proceso de exportación de un modelo a Kubity®. | 162 |
| <i>Figura 5.80.</i> Proceso de exportación de un modelo REVIT®, SketchUp o 3DSMax®. | 163 |

| | |
|---|-----|
| <i>Figura 5.81.</i> Modelo subido a la nube de Kubity® de una de las tiendas. | 163 |
| <i>Figura 5.82.</i> Captura de nuestro modelo BIM en la APP de Kubity®. | 164 |
| <i>Figura 5.83</i> Visión en VR sin Cardboard de un modelo de Kubity®. | 165 |
| <i>Figura 5.84</i> Visión en VR de un modelo de Kubity®. Perspectiva 2 | 165 |
| <i>Figura 5.85</i> Visión en VR de un modelo de Kubity®. Perspectiva 3 | 166 |
| <i>Figura 5.86</i> Visión en VR de un modelo de Kubity®. Perspectiva 4 | 166 |
| <i>Figura 5.87</i> Visión en VR de un modelo de Kubity®. Interior de tienda..... | 167 |
| <i>Figura 5.88</i> Visión en VR Activador de visor Cardboard o Móvil..... | 167 |
| <i>Figura 5.89</i> Visión en VR Activador de visor Cardboard selección. | 168 |
| <i>Figura 5.90</i> Visión en VR Visión Cardboard pantalla partida de móvil escaparate de tienda..... | 168 |
| <i>Figura 5.91</i> Visión en VR Visión Cardboard pantalla partida de móvil interior de tienda | 169 |
| <i>Figura 5.92</i> Visión en VR Visión Cardboard pantalla partida de móvil mostrador..... | 169 |
| <i>Figura 5.93</i> Visión en VR Visión Cardboard pantalla partida de móvil visión general. | 169 |
| <i>Figura 5.94</i> Pantalla del software de realidad virtual Yulio®. | 170 |
| <i>Figura 5.95</i> Pantalla de renderización en cruz Yulio® con V-Ray®. | 171 |
| <i>Figura 5.96</i> Resultado de imagen compatible terminada exportada en formato .jpg | 171 |
| <i>Figura 5.97</i> Dispositivos vinculados a Yulio® | 172 |
| <i>Figura 5.98</i> Elementos subidos a la plataforma Yulio®. | 172 |
| <i>Figura 5.99</i> Visión en Yulio® VR de fachada de una tienda. | 173 |
| <i>Figura 5.100</i> Visión en Yulio® VR de una fachada de tienda, perspectiva 2 | 173 |
| <i>Figura 5.101</i> Visión en Yulio® VR de un interior de tienda. | 174 |
| <i>Figura 5.102</i> Fachada en bruto de un proyecto de tienda franquiciada. | 178 |
| <i>Figura 5.103.</i> Fachada acabada de un proyecto de tienda franquiciada. | 179 |
| <i>Figura 5.104.</i> Toma de datos. Acotaciones de fachada. | 179 |
| <i>Figura 5.105</i> Plano de planta con mobiliario de implantación. | 180 |

| | | |
|---------------------|---|-----|
| <i>Figura 5.106</i> | Ficha de toma de datos comparativa. | 184 |
| <i>Figura 5.107</i> | Hoja de control transcrita para cálculos. | 185 |
| <i>Figura 5.108</i> | Ficha de archivo donde se recoge fecha de la visita de medición. | 186 |
| <i>Figura 5.109</i> | Documento tipo factura proforma con fecha referente a inversión. | 187 |
| <i>Figura 5.110</i> | Cuestionario en GoogleForms de la encuesta con escala tipo Likert. | 195 |
| <i>Figura 6.1</i> | Porcentaje de tiempo por actividades medición en proyectos CAD..... | 216 |
| <i>Figura 6.2</i> | Porcentaje de tiempo por actividades en procesado en proyectos CAD..... | 217 |
| <i>Figura 6.3</i> | Porcentaje de tiempo por actividades medición en proyectos BIM-3D..... | 217 |
| <i>Figura 6.4</i> | Porcentaje de tiempo por actividades en procesado en proyectos BIM-3D..... | 218 |
| <i>Figura 6.5</i> | Diagrama de tiempos toma de decisión de la inversión en proyectos con protocolo BIM-3D | 219 |
| <i>Figura 6.6</i> | Diagrama de tiempos toma de decisión de la inversión en proyectos con protocolo CAD | 222 |
| <i>Figura 6.7</i> | Diagrama implantación con reforma del local tras recepción proyecto con protocolo BIM-3D | 223 |
| <i>Figura 6.8</i> | Zona Venta en m ² . Curva de regresión ajustada..... | 232 |
| <i>Figura 6.9</i> | ml estanterías+expositores cosmética. Curva de regresión ajustada..... | 233 |
| <i>Figura 6.10.</i> | BIM / NO BIM. Curva de regresión ajustada..... | 233 |
| <i>Figura 6.11.</i> | Gráfico de probabilidad normal. | 233 |
| <i>Figura 6.12</i> | Zona Venta en m ² . Curva de regresión ajustada..... | 236 |
| <i>Figura 6.13</i> | Resto estancias en m ² . Curva de regresión ajustada. | 237 |
| <i>Figura 6.14</i> | MI fachada Curva de regresión ajustada. | 237 |
| <i>Figura 6.15</i> | m ² vinilo escaparate, cristales y puerta. Curva de regresión ajustada..... | 237 |
| <i>Figura 6.16</i> | ml estanterías + expositores cosmética. Curva de regresión ajustada. | 238 |
| <i>Figura 6.17</i> | BIM / NO BIM. Curva de regresión ajustada. | 238 |
| <i>Figura 6.18</i> | Gráfico de probabilidad normal. | 238 |
| <i>Figura 6.19</i> | Pregunta 1. Valoraciones. | 241 |
| <i>Figura 6.20</i> | Pregunta 2. Valoraciones. | 241 |

| | |
|---|-----|
| <i>Figura 6.21</i> Pregunta 3. Valoraciones..... | 242 |
| <i>Figura 6.22</i> Pregunta 4. Valoraciones. | 242 |
| <i>Figura 6.23</i> Porcentajes de respuestas en pregunta 1. | 242 |
| <i>Figura 6.24</i> Porcentajes de respuestas en pregunta 2. | 243 |
| <i>Figura 6.25</i> Porcentajes de respuestas en pregunta 3..... | 243 |
| <i>Figura 6.26</i> Porcentajes de respuestas en pregunta 4 | 244 |
| <i>Figura 7.1</i> Gráfico de probabilidad normal I | 249 |
| <i>Figura 7.2</i> Total de porcentajes de respuestas encuesta | 259 |

Nomenclatura relacionada con la investigación

BIM: Building Information Modeling. Por su uso generalizado y extendido en este tipo de trabajos, bibliografía y publicaciones utilizaremos estas siglas en lugar de MIC Modelo de la Información de Construcción.

ROI: Retorno de la Inversión. Siglas que hacen referencia a su variante anglosajona Return of Investment, habitual en trabajos de economía.

Render: No existe traducción exacta o palabra equivalente en la RAE y se refiere a la generación de una imagen o conjunto de imágenes a partir de un modelo 3D por cálculos de iluminación.

VR: Virtual Reality. Siglas en inglés que hacen referencia a la realidad virtual que se impone en dispositivos móviles y equipos informáticos para la visualización de modelos en 3D.

EVM: Gestión del valor ganado, siglas habituales también en trabajos técnicos y bibliografía.

WBS: Work Breakdown Structure. Descomposición de un proyecto en partes más pequeñas, del cronograma y del presupuesto, y establece puntos de control donde se integran alcance, tiempo y costo (o se planifican) y se compara el presupuesto de lo planeado (PMB-Performance Measurement Baseline) con el coste incurrido y la medición del trabajo efectivamente realizado.

COBie: Construction Operations Building Information Exchange. Formato de datos relacionado con BIM, no solo de aspectos geométricos, pensado además para la gestión y mantenimiento.

Palabras clave utilizadas en la búsqueda de información:

BIM, franquicia, retorno de la inversión, modelo digital, 3D, optimización de costes, gestión del valor ganado, realidad virtual, realidad aumentada, fotogrametría aplicada.

RESUMEN

Los entornos de trabajo BIM surgen para aportar soluciones y resolver problemas en la ingeniería y la construcción, son más que un dibujo en 3D, más que una maqueta virtual. Hasta la fecha es habitual todavía que la mayoría de los trabajos de construcción se proyecten bajo protocolo CAD, con sistemas de toma de datos pensados para este sistema, soluciones gráficas finales 2D y no vinculadas a datos auxiliares o metadatos.

Nuestro objetivo es plasmar con un estudio multidisciplinar las ventajas en gestión de obra propiciadas por el uso de sistemas BIM (Building Information Modeling), y demostrar que se reducen costes, tiempos y se mejora en las respuestas a toma de decisiones, en especial en un modelo de trabajo de franquicia donde los proyectos y los elementos de trabajo son repetitivos.

Enfocamos el estudio de forma que obtenemos modelados por diferentes técnicas, entre ellas la fotogrametría y se procede un proceso comparativo de los trabajos, tomando una muestra de 121 proyectos de tiendas de una franquicia de perfumería y cosmética. Se trabajan las muestras estadísticamente y se presentan los resultados descriptivos y comparativos.

Bajo la perspectiva de los datos analizados se recogen las ventajas en tiempos, costes y mejora de imagen de calidad que proporciona aplicar protocolos y metodología BIM.

La metodología utilizada constó de varias etapas, las cuales secuencialmente se establecieron en comparativa de tiempos / costes en toma de datos y procesado de los mismos, monitorización de los tiempos de toma de decisión de realizar la inversión, monitorización de tiempos de gestión de la reforma y muestreo mediante entrevista con escala tipo Likert para valoración de datos subjetivos de percepción de calidad.

Salvo este último aspecto, ya que no es cuantificable económicamente, se llevan los resultados a una formulación de costes y comparativa CAD/BIM mediante ROI (Return of investment) obteniendo valores que justifican las ventajas técnicas y económicas de implantar BIM.

ABSTRACT

BIM work environments emerge to provide solutions and solve problems in engineering and construction, BIM is more than a 3D drawing, more than a virtual model. Until now it's still common that most of the construction works are planned under CAD protocol, data collection systems and end 2D graphics solutions are designed for this CAD system and they are not linked to ancillary data or metadata.

Our goal is to capture in a multidisciplinary study the advantages in construction management brought about by the use of (Building Information Modeling) BIM systems, and demonstrate that costs and time are reduced in decision-making response, and these responses are improved especially in a franchise environment where projects and work items are repetitive.

We focus the study in a way that allow us to get BIM models by different techniques, including photogrammetry and a comparative work process is done, taking data of 121 projects in a franchise chain related with perfumery and cosmetics shops. Work samples are statistically processed and descriptive and comparative results are presented.

From the analyzed data, the evidence support the advantages by applying BIM protocols and methodology. Gaining in time processes, reducing costs, and the improvement of the quality image of the company

The methodology consisted of several stages which sequentially were defined in comparative time / cost data collection and processing them, monitoring time decision making to investing, monitoring time to the end of the work and sampling by Likert scale interview for assessment of subjective perception of quality data.

Except for the latter, since it is not economically quantifiable, we use a formulation of the results of costs and a comparative of CAD / BIM processes based in ROI (Return of investment) obtaining values that justify the technical and economic benefits of implementing BIM.

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

Resumen: *Se establece en este capítulo inicial el contexto en el que se desarrolla la investigación, y la motivación bajo la que surge. Se detallan los objetivos perseguidos y los antecedentes, y se presenta la estructura general del documento, con la intención de dar al lector una visión global del trabajo realizado.*

La obra pública y en general la construcción son clave en el desarrollo económico de España y en particular de cualquier país. Incluso en tiempos de crisis la contribución al PIB es determinante e involucra a gran cantidad de agentes directos, contratistas y constructoras, así como subcontratistas y proveedores. La creación de empleo y el ciclo económico derivado de impuestos, seguridad social y consumo son determinantes gracias a este sector. Dentro de este sector se encuentra el subsector de las reformas, que es en el que vamos a centrar mayoritariamente nuestro análisis, debido a que se encuadra mucho mejor dentro de los trabajos a realizar en la implantación de franquicias en la inmensa mayoría de los casos.

Por ello, por su importancia generadora de riqueza, la construcción sigue siendo aun en tiempos de crisis un motor importante, y con la perspectiva de una posible recuperación hasta alcanzar el 3% en 2017 según algunas previsiones del Ministerio de la Presidencia y que vemos actualizado por las conclusiones de algunos informes como el publicado en ITec en 2016. (Euroconstruct, 2015)

El sector construcción vuelve a crecer en 2015 (+2,4%) y se espera que lo continúe haciendo los años siguientes. Para 2016 el repunte puede ser más palpable (+4,4%) si la ingeniería civil sobrevive al vacío postelectoral sin entrar de nuevo en recesión, y más a medio plazo es verosímil que la construcción sea capaz de mantener ritmos de avance mayores que los de la economía (4% en 2017 y 3,3% en 2018). En cualquier otro sector productivo que disfrute de buena salud, estas previsiones podrían calificarse de avance muy sustancial. Sin embargo, en un sector tan retraído por la crisis como la construcción, supone tan solo un primer paso en el lento proceso de recuperación de la normalidad.

En el segmento de la edificación residencial se está percibiendo una mayor predisposición a la nueva promoción de vivienda: el repunte de ventas empieza a agotar el stock en algunos casos puntuales, los precios han detenido su caída y el crédito reaparece para los proyectos de menor riesgo. Pese a que la suma de todos estos factores todavía no es un escenario óptimo, se espera crecimiento ya en 2015 (3,3%) e incluso un 2016 bastante sólido (10%). En la proyección más a medio plazo, la reanimación en el mercado de suelo permite albergar esperanzas de que se pueda seguir creciendo en 2017 (5%) y 2018 (4%). Es preciso volver a insistir en que todos estos incrementos no prefiguran un mercado anormalmente activo, sino todo lo contrario: un mercado que responde caso a caso a los vacíos de oferta, muy atento al riesgo y con una cartera en ejecución parecida a la del 2011-12.

La promoción de edificación no residencial todavía va un paso por detrás con respecto a la vivienda, y siguen sin aparecer signos convincentes de que el flujo de proyectos crezca de manera palpable. Esto crea un notorio contraste con la intensa actividad en el mercado de inversión mayorista que sigue apostando por comprar activos 'prime', anticipándose a un repunte de la demanda y de las rentas que precisamente empieza ahora. Sin embargo, las empresas promotoras de nueva superficie no parecen dispuestas a tanta anticipación y aún siguen en una actitud muy conservadora. Habrá que superar primero un 2015 recesivo (-4%) antes de que la producción vuelva a la zona positiva en 2016 (3,5%). El momento de máximo avance podría ser 2017 (5%) si finalmente un nicho clave como las oficinas finalmente consigue salir de su letargo.

Como era de esperar, la producción en ingeniería civil se ha beneficiado de la secuencia de elecciones municipales y generales que se ha producido en 2015. La reactivación de la obra pública ya contribuyó a que la ingeniería civil fuese el segmento más expansivo de 2014 (3,1%) y en 2015 se vuelve a repetir (6%). El panorama cambia en 2016, no tan solo porque las administraciones locales no están en disposición de prolongar el sobreesfuerzo inversor de los últimos meses, sino porque la administración central podría poner en cuestión la estrategia de infraestructuras del país. En un escenario en el que se descarta un replanteo radical de la planificación, vemos factible que se continúe trabajando de la obra iniciada a un ritmo moderado (1,6% para 2016). Y si progresivamente se van dando las condiciones para ir incorporando la inversión privada, se podría aspirar a unos niveles alrededor del 3% para el horizonte 2017-2018. (p. 1)

En cuanto al sector franquicia, el Servicio de Estudios Estadísticos de la Asociación Española de Franquiciadores, determina que este sector se encuentra en fase de recuperación según se recoge en su informe anual 2015.

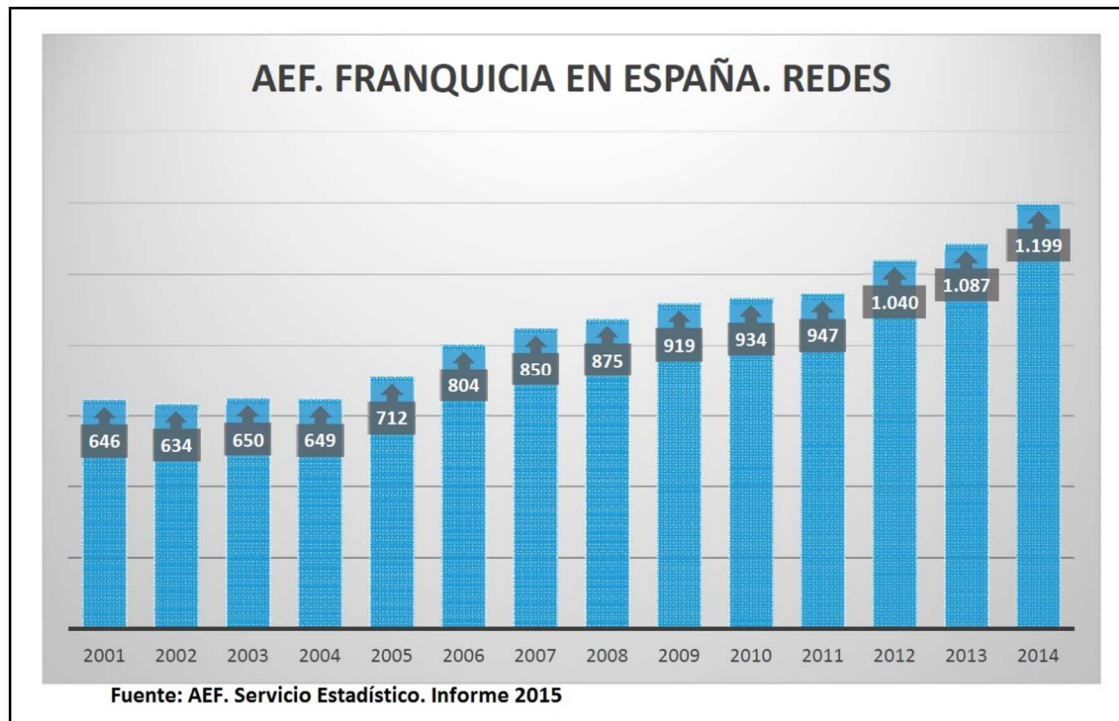


Figura 1.1 Redes de Franquicia. Servicio Estadístico de la AEF. Estadísticas Nacionales. Informe 2015

| NÚMERO DE EMPLEADOS | | | |
|--|--------------------|---------------------|--------------------|
| Sectores | Pers. Prop. | Pres. Franq. | Total Pers. |
| Administración Fincas | 41 | 360 | 401 |
| Agencias Inmobiliarias | 99 | 2.344 | 2.443 |
| Agencias de Viajes | 3.947 | 2.498 | 6.445 |
| Alimentación | 35.343 | 23.473 | 58.816 |
| Belleza-Estética | 2.023 | 11.356 | 13.379 |
| Centros de Ocio | 149 | 430 | 579 |
| Centro de Salud | 1.298 | 3.417 | 4.715 |
| Colchonerías | 292 | 456 | 748 |
| Deportes | 821 | 1.885 | 2.706 |
| Dietética-Parafarmacia | 398 | 2.204 | 2.602 |
| Energías Renovables | 59 | 547 | 606 |
| Enseñanza-Formación | 528 | 4.624 | 5.152 |
| Fotografía | 215 | 293 | 508 |
| Hostelería / Cafeterías | 1.259 | 2.439 | 3.698 |
| Hostelería / Cervecerías/Sidrerías | 105 | 2.457 | 2.562 |
| Hostelería / Fast Food | 4.898 | 23.637 | 28.535 |
| Hostelería / Heladerías/Yogurterías | 171 | 1.262 | 1.433 |
| Hostelería / Restaurantes / Hoteles | 10.588 | 7.137 | 17.725 |
| Hostelería / Tapas | 253 | 3.648 | 3.901 |
| Informática | 1.076 | 11.013 | 12.089 |
| Joyería / Bisutería | 716 | 1101 | 1.817 |
| Mobiliario / Hogar | 1.686 | 4.921 | 6.607 |
| Moda / Arreglos | 162 | 182 | 344 |
| Moda / Complementos | 2.032 | 2.116 | 4.148 |
| Moda / Femenina | 3.575 | 2.954 | 6.529 |
| Moda Genérica Mixta | 3.716 | 2.310 | 6.026 |
| Moda / Infantil Juvenil | 1.572 | 2.541 | 4.113 |
| Moda / Íntima | 651 | 904 | 1.555 |
| Moda / Nupcial | 285 | 359 | 644 |
| Moda / Masculina | 370 | 270 | 640 |
| Oficina/Papelería/Librería | 322 | 2.061 | 2.383 |
| Óptica / Audiometría | 2.485 | 3.098 | 5.583 |
| Panadería / Pastelería | 784 | 1.379 | 2.163 |
| Servicios / Asesorías - Servicios a empresas | 393 | 2.141 | 2.534 |
| Servicios / Automoción | 1.807 | 7.057 | 8.864 |
| Servicios / Financieros | 20 | 349 | 369 |
| Servicios / Limpieza | 33 | 214 | 247 |
| Servicios / Transportes | 1.333 | 11.110 | 12.443 |
| Servicios / Varios | 539 | 1.935 | 2.474 |
| Tiendas Especializadas | 2.751 | 4.625 | 7.376 |
| Tintorerías | 297 | 2.715 | 3.012 |
| TOTALES 2.014 | 89.092 | 159.822 | 248.914 |

Fuente: AEF. Servicio de Estadística. Informe 2015

Tabla 1.1 Número de empleados. Servicio Estadístico de la AEF. Informe 2015

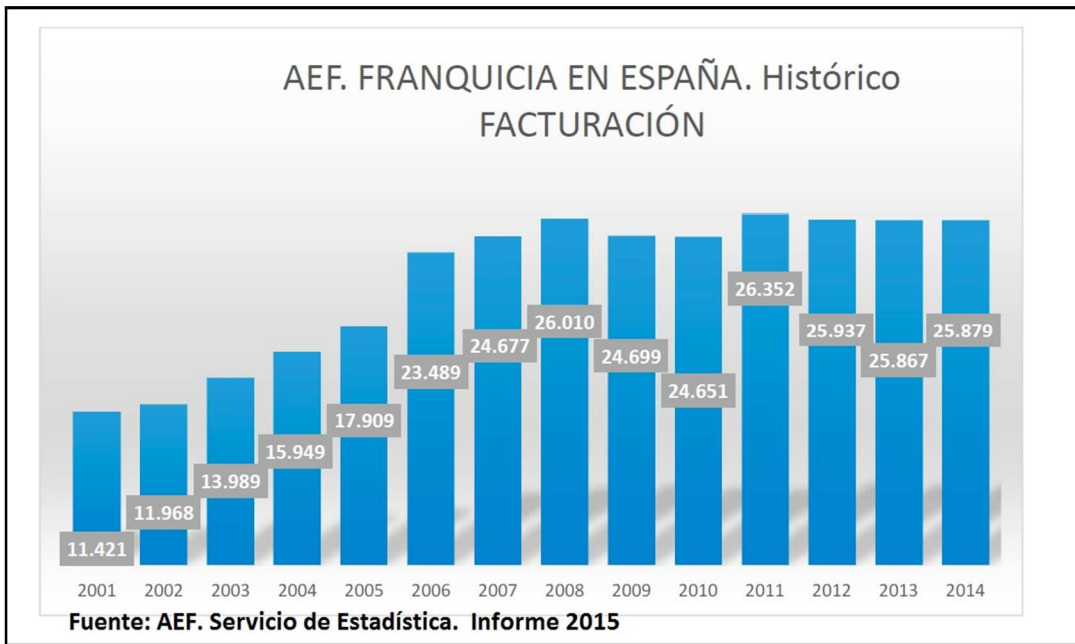


Figura 1.2. Histórico de facturación. Estadísticas Nacionales. Informe 2015

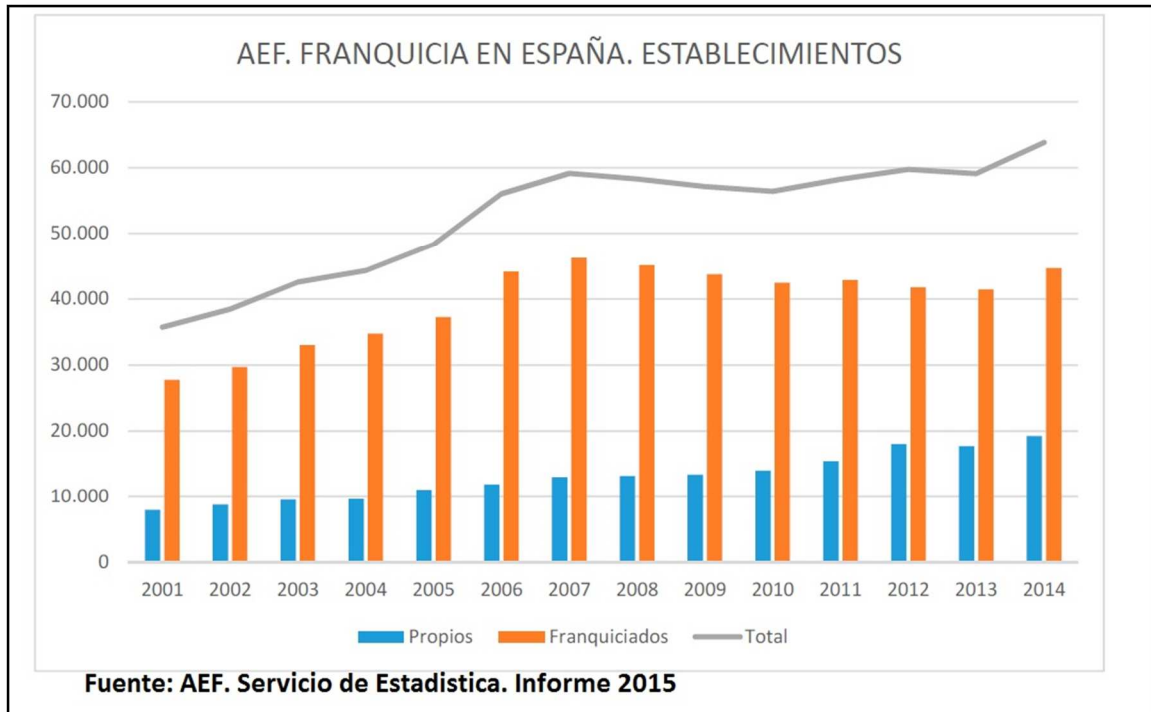


Figura 1.3. Establecimientos de franquicia en España. Estadísticas Nacionales. Informe 2015

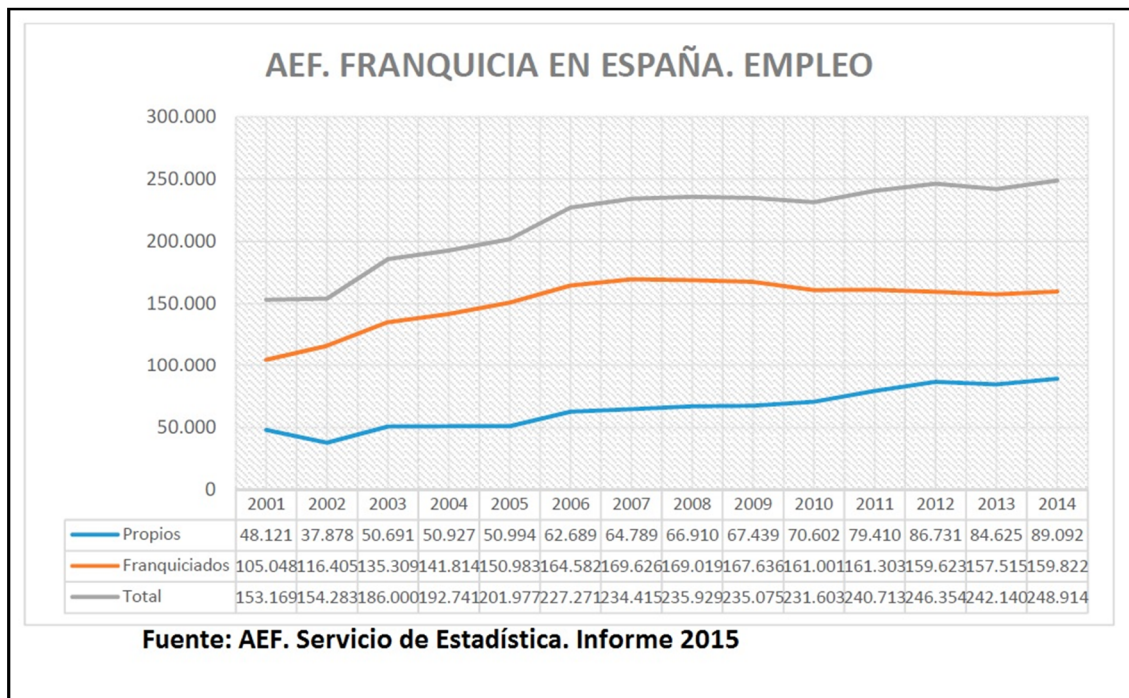


Figura 1.4. Empleo sector franquicia en España. Estadísticas Nacionales. Informe 2015

Se hace por ello necesario investigar los procesos y métodos de trabajo, análisis y gestión de costes en la construcción, sus vínculos a normas contables nacionales e internacionales y la búsqueda de nuevas soluciones aun no trabajadas que permitan nuevos enfoques y mejoras de problemas aun no resueltos. Este es el fin último de esta Tesis Doctoral, pretendiendo con ello un trabajo de investigación multidisciplinar, pues se analizarán y buscaran nuevos enfoques que determinen las ventajas en gestión de obra propiciadas por el uso de sistemas BIM (Building Information Modeling), y demostrar que presentan una clara mejora en la reducción de costes, tiempos y mejora en respuesta a toma de decisiones y que su uso a su vez puede venir mejorado con la incorporación de sistemas fotogramétricos. En esta Tesis Doctoral veremos además las ventajas de implantación de metodología BIM en los procesos productivos y las ventajas del cambio de mentalidad del uso de herramientas CAD a BIM (Cámara, Carlos, 2011) “Del dibujo a la construcción”, algo analizado y concluido en algunos trabajos previos. Por ello no solo se trata en esta investigación de llegar a nuevos enfoques, nuevas perspectivas que demuestren en varios frentes las ventajas de uso de BIM y la solución de la problemática del control de costes gracias a su correcta aplicación, frente a métodos tradicionales .

Se supone que el concepto BIM se menciona por primera vez en la publicación "AIA Journal" en 1975. (Ulloa y Salinas, 2013) - En esta publicación, Chuck Eastman, profesor en el Instituto Tecnológico de Georgia, mencionó un concepto llamado "Building Description System" que se relaciona con muchas de las ideas que rodean al término BIM, como se conoce hoy en día (BIM Handbook). El arquitecto Phil Bernstein, fue el primero que usó el término actual de BIM (modelado de información BIM). Jerry Laiserin, analista industrial, ayudó a popularizar y estandarizarlo como un nombre para la representación digital de los procesos de construcción con el objetivo de intercambiar y operar con información en formato digital.

De este modo, mejorar la previsión del resultado final de obra, mejora de tiempos, uso de diversas tecnologías, mejora de los resultados gráficos y comerciales, la reducción de errores, intentar hacer partícipe al creador del proyecto y al cliente en la solución final gracias a la implementación de sistemas y metodologías BIM unidos a sistemas fotogramétricos en la recogida y procesado de datos se presenta como una investigación apasionante.

1.1 Motivación y justificación

Expuestos los criterios generales en la introducción, motiva para su estudio y es suficiente justificación para ello la mejora profesional que supondrá la demostración de los objetivos principales de esta investigación, analizados posteriormente, y que son describir y analizar la metodología BIM como sistema de control de obra, estudiar y cuantificar las principales consideraciones e intentar demostrar que ventajas obtendrá una empresa franquiciadora y directamente el franquiciado en su caso cuando se implementa BIM, describiendo cómo deben ser tenidas en cuenta para la obtención de mejoras competitivas, mejora en costes y toma de decisiones frente a otras metodologías tradicionales y también como todo ello aporta además ventajas de gestión y comerciales al modelo de negocio.

1.2 La problemática técnica, optimización de costes y decisiones

El origen de esta investigación reside en la existencia de un interés creciente en la gestión de costes, toma de decisiones anticipadas para corregir e incluso desechar un proyecto de forma anticipada, control real del avance de obra, reducción de errores y minimizar las modificaciones de obra o incluso los mantenimientos.

La problemática reside en las pérdidas económicas debidas a la falta de optimización de los proyectos de construcción y el inadecuado seguimiento y control durante la fase de ejecución. Este es uno de los objetivos principales que se plantean cuando se opta por BIM. Pero en cualquier caso la problemática o complejidad técnica también reside en la necesidad de capacitación y especialización profesional, disponer de conocimientos necesarios y tener acceso a las herramientas tecnológicas de software y equipamiento físico necesario para plantear su aplicación en diferentes campos, tanto en la toma de datos como en el tratamiento de los mismos, para ir haciendo un análisis e investigación de los diferentes puntos, controlar el avance y las ventajas o desventajas de cada uno de los ensayos que realizaremos. Es este el punto de partida para poder trazar un mapa conceptual que nos indica qué fases o tareas del proceso de medición, definición del proyecto o implantación son más interesantes de aplicación con un sistema BIM y donde la fotogrametría además presenta una gran ventaja con programas o técnicas que mejoran el proceso de toma de datos o agilizan el diseño de un elemento 3D-BIM. También la fotogrametría puede servir de refuerzo para texturizados y acabados finales, que mejoran la calidad visual y el impacto comercial de un proyecto, mediante las correcciones oportunas.

1.3 Objetivos

Esta investigación pretende como objetivo principal describir y demostrar una nueva y mejor solución a los procesos de toma de datos, diseño de proyecto e implantación de modelos de líneas de negocio o puntos de venta de franquicias, uniendo BIM y fotogrametría como ventaja competitiva

Las franquicias suelen llevar un modelo repetitivo en procesos de medición y en la obra de implantación de la imagen corporativa, por ello suele tener muchos elementos visuales, señalética o mobiliario que es común en diferentes proyectos. Ese es el espíritu del modelo de franquicia, para un mejor reconocimiento de marca por parte del cliente.

Por ello resulta importante intentar mejorar los procesos de medición y toma de decisiones tradicionales a través de nuevas tecnologías y sistemas BIM, aplicar la toma de datos con el apoyo de fotogrametría y la presentación de resultados a través de renderizados que mejoran los resultados de implantación de la imagen de la franquicia y las expectativas comerciales de la misma.

Todo ello llevado a un análisis de mejora de costes por el desarrollo BIM del proyecto, que es lo que se presenta en esta investigación.

Los objetivos secundarios son la homogenización del proceso y una selección de diferentes técnicas, para investigar y obtener los mejores resultados posibles con unas u otras. Decidiremos si esta solución de mejora técnica BIM es viable mediante los correspondientes análisis financieros y de costes, como herramienta de oficina técnica y de toma de decisiones tras una toma de datos histórica de unas 121 tiendas y muy diferentes variables de medición en todas ellas.

Por ello es clave el apoyo en varios métodos y materiales combinados, incluso el uso de la realidad aumentada, una vez que en la fase inicial se ha definido la biblioteca BIM o catálogo de productos, en este caso fundamentalmente el mobiliario tipo de la franquicia. Objetivo es que dicha fotogrametría y su uso aplicado a través de software de entrono BIM mejora tiempos, costes y gestión respecto la medición tradicional o el modelado a través de escáner (limitado por tiempos y calidad) para implantar los modelos virtuales. Que simplificar el modelado con la combinación de texturas fotográficas supera el

modelado tradicional en 3D en tiempos, texturas ya que se usa el “reflejo” fotográfico para todo tipo de objetos, especialmente aquellos complejos y que mejora su presentación en renderizados. Y que la incorporación dentro del concepto BIM y su asociación a datos se agiliza y optimiza.

Objetivo es también sacar conclusiones de diferentes sistemas con base fotogramétrica, como el sistema desarrollado por e-Capture[®], que trabaja a través de su tableta EyesMap[®] y otros sistemas de fotogrametría como PhotoScan[®] o 123DCatch[®], entre los varios que han sido objeto de esta investigación. Ver entonces como presentan mejora en resultados por su volumen, calidad de la información y exactitud en medición por su sistema de estereocámara en el primer caso y por sus reducidos costes y buenos resultados para algunos campos de aplicación puntuales en el segundo caso.

Objetivo es ver que la combinación de estos sistemas permite una integración inmediata en el trabajo de implantación en pequeñas reformas, locales o como es el caso el estudio de procesos estandarizados de decoración e imagen como los que supone la implantación de una franquicia, para los tamaños de locales que se trabajan. Incluyendo procesos de toma de decisiones que optimizan el proyecto definitivo con la combinación de BIM y Realidad Aumentada y cálculo de tiempos en la ejecución de los mismos.

Pretendemos concluir que con ello se mejoran, los costes de estudio, capacidad de presentación de resultados al cliente, que agiliza el proceso de toma de decisiones de la inversión en el modelo de negocio y los tiempos de implantación con ello, mejorando el retorno de la inversión en el franquiciado, la posibilidad de monitorizar el proceso de obra y reducir los tiempos de la toma de decisiones, además que se mejoran los ingresos del franquiciador y franquiciado al reducirse los tiempos de ejecución y puesta en marcha del negocio.

En resumen los objetivos secundarios consisten en la demostración de que con todo ello conseguimos:

- Mejora en eficiencia.
- Aumento de productividad
- Disminución en el número de defectos de medición.
- Mejora de la percepción de calidad del sistema de franquicia.

Los tres primeros aspectos son trabajados en esta tesis desde un análisis directo en 121 proyectos de tiendas y el último desde un análisis complementario mediante una encuesta a los franquiciados existentes. Posterior a las 121 tiendas estudiadas existe una modificación de la imagen corporativa del franquiciador por lo que solo parte de una serie de proyectos nuevos desde entonces puede ser empleada para ratificar conclusiones.

1.4 Antecedentes y estado del arte

Conviene hacer una consideración de las peculiaridades y diferencias del sector de la construcción respecto a otras actividades productivas existentes en la economía.

Por ello en este trabajo de investigación voy a tratar de unificar diversas disciplinas como la ingeniería y la construcción analizando la problemática detectada desde aspectos técnicos y de costes, pero a la misma vez analizando la ventaja competitiva que puede llegar a representar el uso de sistemas Building Information Modeling como sistema de toma de decisiones, demostrar que su implantación, mediante el estudio y valoración, entre otros aspectos, del **ROI** (Return on Investment) de implantación BIM es la adecuada, como premisa fundamental para continuar con el planteamiento de la hipótesis que resuelva de manera definitiva los problemas de tomas de decisiones y de desviaciones de costes mediante su adecuado uso.

Establecemos unos antecedentes previos para iniciar a plantear nuestra propia hipótesis y demostrar en nuestro caso que el sistema de gestión mediante BIM se presenta como una solución a los problemas aun no resueltos y que planteamos a continuación.

Las empresas constructoras tienen diferentes actividades y presentan importantes diferencias respecto a otros sectores de actividad. Entre las que podemos destacar: (De Los Santos , 2010)

- Realización de numerosos trabajos por pedido. El precio de la venta está fijado antes de la fabricación del producto.
- Existencia de un largo plazo del proceso productivo, generalmente mayor que un ejercicio económico.
- Incertidumbre del precio del producto a vender, debido, de un lado, a que el largo plazo de la producción obliga a la revisión periódica de precios y, de otro, a la frecuente necesidad de adaptación y modificación del proyecto a lo largo de la ejecución de la obra.

- Magnitud en términos absolutos del precio del producto a vender, lo que implica, en muchas ocasiones, la necesidad de concentrar en un solo proyecto grandes medios, tanto personales, materiales e instrumentales como financieros.
- Actividad muy sujeta a cambios del mercado.
- Cifras de ventas extraordinariamente significativas.
- Heterogeneidad del producto, definida por la dificultad de encontrar productos finales similares. Cada obra es un prototipo.
- Centros de producción no fijos, sino de localización cambiante, pues el producto, arraigado en el suelo, se construye allí donde se demanda.
- Distorsiones y pérdidas apreciables de productividad causadas, a veces, por los fenómenos naturales.

Estas singularidades y peculiaridades que se presentan plantean una serie de problemas que no se dan en otras actividades, y que tienen su reflejo tanto en la contabilidad (incertidumbres en la evaluación de los costes y de los ingresos), como en la determinación del resultado económico, es decir, en el establecimiento del beneficio, o la pérdida a registrar al cierre del ejercicio económico. (pp. 4,-5)

En este caso los procesos de puesta en marcha de un proyecto de franquicia, suelen tener más reducidos los tiempos que la inmensa mayoría de los proyectos previstos en este estudio planteado por De Los Santos Granados, en nuestro caso, la investigación se centra en proyectos que suelen tener un tiempo medio de implantación de unos 45/50 días, al ser relativamente pequeños y con procesos muy estandarizados, como lo son en general todos los modelos de franquicia.

Sí es verdad que el precio de la venta está definido de antemano, ya que todas las unidades de implantación lo tienen. Lo que es necesario definir en el proyecto BIM es la implantación de dichos elementos en el entorno o local para definir los costes adicionales que suponen la adecuación o reforma para que dicha implantación sea posible según lo previsto por el franquiciador para mantener la imagen corporativa.

En este caso la incertidumbre de variabilidad de precios está más controlada por la propia planificación de ejecución en cuanto a tiempos que como hemos indicado son muy reducidos respecto a grandes obras.

Otra ventaja que presenta el modelo de franquicia respecto a la frase en la que se indica “cada obra es un prototipo” queda minimizada y limitada a la adaptación al local que evidentemente será distinto de un proyecto a otro, pero con muchas menos variables que un proyecto de obra convencional ya que en franquicia existen elementos de implantación repetitivos de una tienda a otra.

En el aspecto de considerar a cada proyecto un centro de producción no fijo, es evidente que comparte características con cualquier obra, ya que se realizará en cualquier punto de la geografía en donde se demande.

En la obra en general De los Santos (2010) señala:

Las obras, generalmente, se contratan por una cantidad global, sin perjuicio de que el contrato refleje en anexo un presupuesto en el que se especifiquen los precios de cada una de las unidades de obra en la que aquélla se descomponga. La forma de pago establecida es muy variable de unas obras a otras. Puede ir desde la modalidad de los anticipos en la que la propiedad financia la obra anticipando cantidades, hasta el Contrato “llave en mano” en el que la financiación corre a cargo del constructor y no recibe ninguna cantidad hasta que la obra se encuentra terminada. Sin embargo, lo usual es que la propiedad certifique con periodicidad mensual, la obra ejecutada de conformidad con los precios establecidos en el presupuesto que sirva de base al contrato y que efectúe pagos por el importe de dichas certificaciones (facturación de la parte de obra realizada) que, en todo caso, tendrán la consideración de anticipos a cuenta sin correlación con los costes reales acumulados.

Sólo cuando la obra se termina y se finiquita el contrato es posible determinar con una cierta exactitud los ingresos obtenidos y los gastos totales realizados. Y sólo con cierta exactitud porque aun después de terminada la obra y finiquitado el contrato subsisten responsabilidades para el contratista que pueden dar origen a futuros gastos y, de igual modo, pueden haberse previsto revisiones de precios o cualquier otra cláusula contractual que, dependiendo de hechos futuros, originen ingresos posteriores a la recepción de la obra. (p.6-7)

En el sistema de franquicias objeto de investigación, bajo la cual se han estudiado 121 tiendas o proyectos diferentes el sistema es similar, pero se presentan presupuestos mucho más ajustados o definidos de antemano.

La diferencia en lo que supone la inversión inicial está en un aspecto como el “Saber Hacer” denominado habitualmente por su vertiente anglosajona “Know-How”, la formación y por supuesto el equipamiento, señalética e imagen corporativa. Sin embargo se hace una separación de lo que supone la obra de reforma o adecuación, que supone el coste variable más difícil de controlar y definir a priori, pues es obvio que depende de las condiciones del local y podríamos necesitar una gran reforma o simplemente una adecuación, según el caso. Por ello cuanto mejor se defina el proyecto y se optimicen tiempos, mejor para esta parte variable del coste del proceso de implantación de una franquicia.

El uso de BIM en nuestro caso establecerá diversas opciones de implantación de bloques de elementos o familias, como se denominan en REVIT®. Una vez trabajadas y creadas, serán útiles de un proyecto a otro, mientras el franquiciador no establezca cambios en este sentido. Por otro lado el hecho de trabajar en 3D y con datos asociados nos permite obtener valores y mediciones que podrán ayudar a cometer menores desviaciones y errores en la reforma del local. Todo traducido a términos de ventajas en mejora de tiempos y costes.

Este método debería permitir, contemplando las dispersiones, establecer resultados de forma comparativa a los sistemas de control, medición y proyecto estandarizados.

Para tener una visión global tanto del contenido de este trabajo como de los objetivos que nos impusimos al comienzo del mismo conviene establecer resumidamente los datos de partida investigados, y las consideraciones previas necesarias para justificar el planteamiento general.

1) La importancia del sector de la construcción y del sector franquicias en la economía es una razón suficiente como para justificar la necesidad de estudios referentes a la mejora de procesos y costes en la puesta en marcha de nuevos proyectos.

2) La problemática principal de tipo técnico pone en valor la investigación de diversas tecnologías, sistemas y técnicas, incluyendo la combinación o implementación de la fotogrametría como un valor añadido a BIM.

3) Existen dos criterios de reconocimiento de resultados, generalmente aceptados:

- ROI. Este método consiste en calcular el coste y el beneficio anual, conociendo el coste total al inicio del proyecto "C0", para determinar en qué año se recupera el coste total.
- VALOR ACTUAL. Este método permite tener en cuenta que un gasto invertido durante un cierto tiempo produce un beneficio.

Nosotros presentaremos nuestra propuesta, basada en sistemas de implementación y control mediante BIM y proponiéndola como otra posible solución, diferente a las tradicionales, además pretendemos resolver y demostrar que es una herramienta que es rentable (Mediante el estudio ROI) y por otro lado que mejora además la gestión de decisiones y desviaciones de costes. Esta será nuestro objetivo de aportación de algo novedoso en su campo de aplicación para resolver con otro enfoque además los problemas de medición y tiempos, incorporando técnicas fotogramétricas.

1.4.1 Contenido de la investigación

Se ha estructurado el trabajo de forma que, partiendo desde el conocimiento de los aspectos genéricos necesarios, desemboquemos, en las cuestiones más concretas, constitutivas de su objetivo último.

Así el estudio se ha organizado haciendo un análisis de los siguientes grandes apartados:

- BIM Descripción, partes, estructura y componentes útiles para esta investigación.
- El sector de la construcción y de la franquicia. Su importancia en la Economía Nacional, incidiendo en las características de la actividad constructora española y las particulares del sector franquicia.
- Análisis de la problemática de toma de datos, errores u omisiones. La fotogrametría como alternativa.
- Investigación y recogida de datos de 121 proyectos de tiendas de franquicia.
- Estudio detallado por sistema tradicional y BIM – Fotogrametría de 13 proyectos de tienda completos, detallando la validez y fiabilidad de la escala de medida mediante sistemas estadísticos de validación como la alfa de Cronbach o estudio de las correlaciones.
- Tratamiento y filtro estadístico de datos aplicados a los 121 proyectos.
- Ensayos e implementación de las técnicas y sistemas propuestos.
- Análisis ROI de implantación BIM .
- Reconocimiento de resultados.
- Encuesta de valor añadido o percepción del sector por la aplicación de 3D-BIM y fotogrametría.
- Resultados de la encuesta como complemento a la investigación.

1.5 Organización de tareas, tiempos y medios

El trabajo investigador se ha planificado desde los inicios como un estudio de mejora de procesos de toma de datos y de mejora de costes en los proyectos de nuevas tiendas o proyectos de franquicia, basándonos en la reiteración de procesos e imagen final prevista. En él demostraremos como la tecnología y sistemas BIM y el apoyo de la fotogrametría son claves para la obtención de resultados positivos.

| PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE ACTIVIDADES | 2013 | | | | 2014 | | | | 2015 | | | | 2016 | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | J | A | S | O | N | D | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O |
| 1 FORMACIÓN PREVIA EN BIM Y FOTOGRAMETRÍA APLICADA (POSICIONAMIENTO E INFORMACIÓN) | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 RECOGIDA DE DATOS DOCUMENTAL E HISTÓRICO DE PROYECTOS REALIZADOS ANTERIORES | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 ENSAYOS FOTOGRÁFICOS Y LABORATORIO | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 GENERACIÓN DE MODELOS 3D-BIM POR DIVERSAS TÉCNICAS | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 CREACIÓN Y RECOGIDA DE DATOS EN TABLAS COMPARATIVAS CAD/BIM | | | | | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | |
| 6 ENCUESTA | | | | | | | | | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | |
| 7 ANÁLISIS Y CONCLUSIONES | | | | | | | | | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | | | | |
| 8 PRESENTACIÓN Y MAQUETACION MULTIMEDIA DE LOS RESULTADOS Y PROCESOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ |

Figura 1.5. Diagrama de Gantt ejecución temporal de los trabajos.

Para organizar las tareas se ha conseguido un importante acuerdo de colaboración dentro de La Botica de Los Perfumes, una empresa de Mérida con experiencia como franquiciador a nivel nacional y presencia internacional, y en donde he desarrollado laboralmente mi trabajo durante el proceso de investigación dentro de las funciones diarias del departamento como director de expansión.

Con este estudio se pretende aportar mejoras en los procesos de I+D+i y que además de una investigación para una tesis la empresa pudiera tener un auténtico "laboratorio" de ensayos con proyectos y clientes reales, quedando las posibles mejoras conseguidas como un valor añadido para la empresa, intentando retornar de este modo a ella el esfuerzo y apoyo depositado en mí.

La recapitulación y recogida de datos se basará en 121 proyectos entre tiendas ya instaladas y de nueva apertura durante la fase de recogida de datos, en donde se podrá apreciar la diferencia entre procesos tradicionales frente a los propuestos en esta tesis. El hecho de que sean 121 tiendas se debe a la documentación válida de los proyectos posibles, no existiendo datos válidos de algunos proyectos anteriores y no pudiendo

ampliar la selección ante el comienzo de un cambio de imagen que afectará a todo el proceso posterior. Por ello los 121 proyectos seleccionados han sido todos los posibles.

La fase de creación de modelado BIM se hace con la imagen corporativa definida, mobiliario estándar, rótulos, productos etc. Lo que en REVIT® se conoce como familias y en algunas marcas comerciales que hacen públicos en red sus productos se denomina catálogo BIM. Dada la posibilidad de que trabajo y tesis coincidan, con una gran dedicación temporal, los resultados han sido muy fluidos,

Los medios técnicos son varios en cuanto a hardware, con un potente ordenador y equipo gráfico, laboratorio fotográfico, medidor laser, scanner 3D y utillaje vario y un campo de trabajo enorme como lo es toda la geografía española donde se han estudiado muy diversas localizaciones.

En cuanto a métodos y materiales se combinan varios soportes como REVIT®, 3D-Studio MAX®, SketchUp®, Lumion®, AUTOCAD, Agisoft® PhotoScan, 123D Catch® incluyendo varios plugins o programas auxiliares como BiMuP 5D, V-RAY®, OBJ importer o 3dPDF exporter y también un análisis de campo del sistema EyesMap®. En el apartado análisis de costes se desglosan con mayor detalle los materiales, así como el software evaluado.

También se usan análisis de datos estadísticos con SPSS y Microsoft® Excel. Y se usaran procesos de toma de datos y encuestas a través de Google Docs, redes sociales y sistemas como MAILCHIMP® para la difusión y recogida de esos datos para la parte de complemento estadístico que se recoge en este estudio.

1.6 Estructura de la tesis

La tesis doctoral que presentamos se estructura en ocho capítulos agrupados en dos partes: la primera (capítulos 1 a 4) delimita el marco teórico sobre el que vamos a basar nuestro trabajo y la toma de muestras y datos, mientras que la segunda parte (capítulos 5 a 7) es, fundamentalmente, de contenido empírico y recoge los modelos y aplicaciones que desarrollamos para el análisis de los sistemas propuestos. El capítulo 7 se dedica a presentar las conclusiones.

En este primer capítulo, de carácter introductorio, hemos presentado las motivaciones que nos llevan a desarrollar esta tesis doctoral, justificándola y analizando el sector de la construcción y el de franquicias, su importancia, sus sistemas de gestión de costes y la posible implementación y metodología BIM, presentando el estado en que se encuentra actualmente la investigación sobre este tema. Además se marcan los objetivos y hacemos la introducción y propuesta de la tesis que se va a defender y el procedimiento que utilizaremos para ello.

En el capítulo 2 se expone el modelo BIM propuesto para el análisis de los sistemas de gestión de costes y toma de decisiones, los cuales pueden ser implementados en arquitectura, instalaciones, ingeniería civil, entre otros. Llevaremos a cabo un análisis de estos sistemas y presentaremos las ventajas que presenta, principalmente referidas a su comportamiento dinámico.

El capítulo 3 presenta los sistemas de control de costes usados en el sector de la construcción, su clasificación, problemática e incertidumbre y el porqué de proponer BIM para la mejora del control y la optimización de costes.

El capítulo 4 presenta un modelo de gestión de costes y tras el planteamiento del problema se analiza la gestión y control con sistemas BIM mediante un análisis cuantitativo considerando un escenario de trabajo conocido en el ámbito de la construcción mediante datos de campo obtenidos en nuestra investigación. También parte de la investigación en este capítulo se centrará en demostrar mediante análisis financieros basados fundamentalmente en el análisis ROI que es viable, como factor clave, para la incorporación e implementación de sistemas BIM en el sector de la construcción.

El capítulo 5 describe la tecnología y los procesos que servirán de apoyo en la fase clave de tomas de muestras o datos, describiendo sus ventajas, las fases de implementación y la combinación de los diferentes materiales y métodos.

Los capítulos 6 y 7 recogen los resultados derivados de la modelización propuesta y la realización de un análisis de escenarios a través del cual realizar una comparación entre los distintos modelos considerados. Se presentan los resultados en dos capítulos debido, primero, a la extensión de los mismos y, segundo, a la diferente perspectiva que damos a los resultados en cada capítulo: en el capítulo 6 presentamos un análisis descriptivo de los modelos empleados en la simulación, mientras que en el capítulo 7 desarrollamos un análisis comparativo entre los mismos.

Por último, en el capítulo 8, se presentan las principales conclusiones obtenidas y se exponen futuras líneas de investigación en el ámbito de la implementación de sistemas BIM como mejora de control, costes y toma de decisiones.

Capítulo II

APLICACIÓN DE SISTEMAS BIM COMO HERRAMIENTA DE CONTROL

Resumen: *Analizamos BIM como sistema de control de la construcción en general y en particular en arquitectura, instalaciones e ingeniería civil entre otros. Se analiza BIM como herramienta multidisciplinar y sus ventajas en análisis, representaciones gráficas y visualización.*

2.1 Introducción

El uso de sistemas BIM, y en concreto uno de los más estandarizados como es el REVIT® permiten la gestión integral de la obra en cuanto a sus mediciones y con las bases de datos relacionales el control de los datos asociados a desgloses de unidades, precios y costes imputados en cada proceso de medición.

BIM soporta un ciclo completo de diseño y pretende un desarrollo sostenible a lo largo de toda la vida del edificio o construcción, lo que conocemos como 360º, desde el diseño, pasando por la construcción hasta la gestión o mantenimiento (FM *facilities management*).

Los aspectos del diseño de instalaciones son enfocados desde BIM por Coloma (2008) señalando:

El otro aspecto importante de esta tecnología es la capacidad de cuantificar eficazmente los parámetros no formales de un edificio. Estamos hablando de mediciones, pero también de otras cualidades computables como, por ejemplo, volúmenes de aire, recorridos de evacuación, consumo energético, etc. En realidad, todo esto representa información contenida en modelos específicos que es posible unificar en mayor o menor grado con el fin de conseguir las prestaciones de coordinación y coherencia anteriormente comentadas. La clave está en comprender que el diseño no se refiere sólo a criterios formales, sino también a

otras variables que no son tratables desde el punto de vista de las herramientas de representación tradicionales. (p.11)

El Building Smart internacional y su capítulo español, La Building Smart Spanish Chapter recogen que los modelos con información BIM permiten obtener unos resultados que son significativos del análisis y ventajas en costes y toma de decisiones que podemos obtener, entre ellos (BSSC, 2014):

- Dar soporte a las decisiones de inversión, comparando la funcionalidad, el alcance y los costes de las diferentes soluciones.
- Análisis comparativo de los requisitos energéticos y medioambientales, para elegir las opciones de diseño y objetivos para el seguimiento posterior de la explotación del edificio y sus servicios.
- Visualización del diseño y estudios de viabilidad de la construcción.
- Mejora del aseguramiento de la calidad y del intercambio de datos para hacer el proceso de diseño más efectivo y eficiente.
- Uso de los datos del proyecto del edificio durante las operaciones de construcción y explotación y mantenimiento. (p - objetivos)

Todos estos puntos tienen directa o indirectamente relación con la gestión y optimización, y ello a su vez, como es lógico, relación con los costes. Nos centraremos en esta investigación en los parámetros y decisiones que condicionan una optimización de los costes a través de BIM.

2.2 Aplicaciones en arquitectura, estructuras, instalaciones e ingeniería civil

En arquitectura hay que definir los requisitos de trabajo básicos y los conceptos para el uso de BIM. El modelo arquitectónico es preceptivo en cualquier fase de proyectos basados en BIM, es la base para cualquier otro modelo y clave para el análisis y simulaciones. Por ello es fundamental que esté técnicamente bien definido en cualquier fase. Esto es extrapolable a cualquier proyecto de ingeniería civil y en el caso de tener un peso específico de las instalaciones, definir cómo interactúan con el modelo arquitectónico es fundamental definirlo con claridad, y especialmente si posteriormente se quiere tener un mejor control para los mantenimientos.

En general así nace el concepto de los programas BIM (Gómez Fernández, Iván, 2013), con la idea de centralizar en una única base datos todo el modelo de información de un edificio y analizar de antemano las posibles colisiones entre ellos. Otra parte fundamental que veremos y debemos definir al hablar en esta investigación de modelo BIM será la incorporación de los conceptos de tiempo (modelo 4D) y coste (modelo 5D).

En caso de que el proyecto englobe varios edificios, cada uno de ellos se considerará como un modelo independiente, y este a su vez se dividirá en partes que serán definidas por el equipo proyectista. El trabajo se desarrollará tanto en formato IFC, o en el formato nativo del software. Pudiendo ser necesario por la complejidad o tamaño del edificio la definición por niveles. Esto es importante dado que la mayoría del software de simulación para la definición de áreas y volúmenes se basan en niveles. La altura para cada nivel del suelo suele ser considerado el de pavimento acabado.

El BIM para estructuras tiene su propio espacio y es denominado S-BIM por algunos autores (Liebana y Gómez, 2012) indicando que S-BIM es un concepto que implica trabajo colaborativo, implica una actuación sobre la calidad global de la edificación debiendo ser compatible en tiempo real con otras disciplinas.

Necesitando para ello de forma genérica un software específico. Analizan también como con la tecnología s-BIM-4D (incluyendo la variable tiempo) se analiza el comportamiento estructural durante la construcción, resolviendo conflictos de recursos y costes. Pero no

menos importante es que permite realizar un análisis de seguridad durante el proceso de construcción mediante simulación en el modelo BIM.

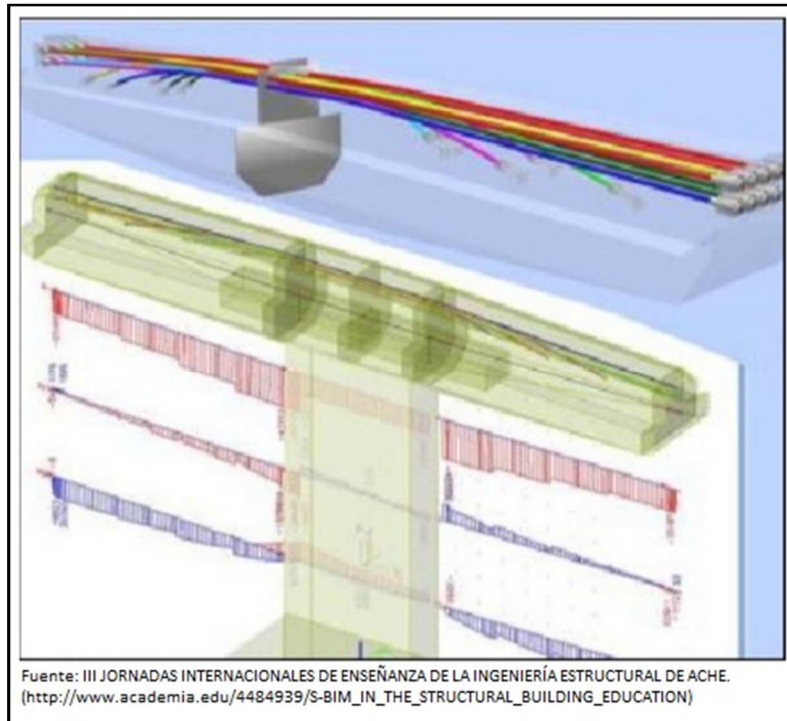


Figura 2.1. Diseño, análisis, modelado de pretensado e interacción con acero pasivo. Metodología s-BIM

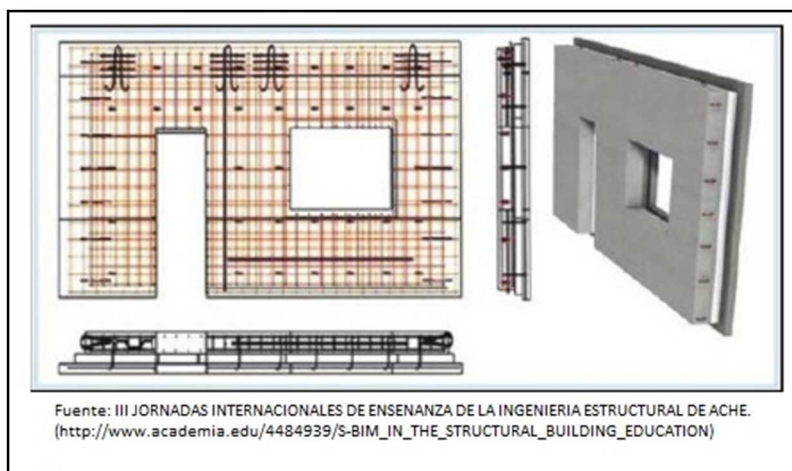


Figura 2.2. Planos y modelo de muro prefabricado en metodología s-BIM

En arquitectura existen una serie de elementos y fundamentos que Building Smart Spanish Chapter (2014) recoge en su Guía de Usuarios BIM, documento 3:

Los fundamentos de modelado en el diseño arquitectónico quedan definidos por la geometría y el nivel de información del modelo arquitectónico BIM, que varía en las diferentes fases del proyecto. El modelado debe realizarse utilizando las herramientas adecuadas para cada elemento del edificio; los muros serán modelados con la herramienta para muros, los forjados con la herramienta para forjados, etc.

Los elementos del modelo BIM deben modelarse de tal forma que su ubicación, nombre o tipo y geometría puedan emplearse por el software de otras disciplinas. Es recomendable que el punto base de coordinación del proyecto se ubique de tal manera que toda el área de modelado quede en la parte positiva de los ejes XY y que el origen de coordenadas se ubique cerca del área de dibujo. Evitar coordenadas locales y negativas es aconsejable.

La ubicación del sistema de coordenadas del modelo se documenta empleando al menos dos puntos conocidos, otra opción es identificar un punto y su ángulo de rotación. Preferiblemente dos puntos para evitar imprecisiones en largas distancias.

Cuando sea necesario, la transformación del sistema de coordenadas origen al sistema de coordenadas destino puede hacerse mediante el proceso de transformación de Helmert.

La posición Z del Modelo BIM es la misma que la altura real del edificio. La unidad de medida en BIM es el metro. Los ángulos siempre se indican con al menos dos posiciones decimales.

Es posible y razonable pensar que el sistema de coordenadas empleado en el modelo BIM de estado actual será también el empleado en los modelos de diseño. (pp. 1-2)

2.3 Ventajas del uso de BIM como herramienta multidisciplinar. Visualizaciones e Ilustraciones Técnicas

La visualización se puede dividir en dos formas principales. La primera más tradicional, a menudo visualización foto-realista, que presenta la vista del diseñador del proyecto y sus soluciones de diseño. Los requisitos de calidad para este tipo de imágenes son a menudo muy altos, y en el mejor de los casos es difícil distinguirlo de fotografías.

Esto y la otra forma de visualización, una ilustración técnica, se recoge en la Guía de usuarios BIM, documento 8 de la Building Smart Spanish Chapter (2014) en donde se describe la ilustración técnica en BIM del siguiente modo:

Además, hace de herramienta de comunicación entre el equipo de diseño, el cliente, la gestión de proyectos y sitio de construcción. Los requisitos de presentación para las ilustraciones técnicas son diferentes en comparación con las visualizaciones fotorealistas, por ejemplo, los colores representan a menudo sistemas y piezas de construcción diferente, en lugar de los materiales reales. En ambos de estos casos, la visualización puede ser en forma de un video o un modelo con una capacidad de walkaround¹ en tiempo real en la pantalla del ordenador. Visualización y control de calidad software se utilizan comúnmente para los estudios técnicos y la capacidad de moverse alrededor del modelo en tiempo real es una característica básica de estas aplicaciones.

La visualización mediante BIM apoya el trabajo de los diseñadores y de gestión del proyecto, la mejora de la comunicación entre el equipo de diseño, las partes del proyecto y los usuarios finales de las instalaciones .

Los principales beneficios de la visualización incluyen la calidad, optimización, la comparación más conveniente de alternativas, aumenta la interacción entre las diferentes partes, y el apoyo al desarrollo inmobiliario y la comercialización del proceso.

¹ Voz inglesa, que en muchas aplicaciones y software BIM determina por parte del usuario un recorrido predefinido en primera persona dentro del modelo virtual.

El BIM se utiliza en todo el curso del proyecto de acuerdo con la información y del proceso de inversión del cliente. En particular, se utilizan los BIM durante el diseño de alternativas y etapas tempranas del diseño con el fin de comparar la inversión y los costes de ciclo de vida y las propiedades funcionales.

Como las capacidades técnicas y conocimientos mejoran, con el uso de simulaciones de modelado y visualizaciones se incrementará y se extienden a diferentes etapas del proceso de proyecto.

Tradicionalmente, la visualización ha sido considerada territorio del arquitecto, pero el diseño basado en BIM se ha extendido rápidamente a otras áreas del diseño, otras disciplinas ya han comenzado a producir ilustraciones técnicas e incluso las visualizaciones de sus propios modelos.

La rápida, ilustrativa e interactiva visualización y análisis que es posible con BIM proporciona soporte para la comunicación y las decisiones del proceso de diseño. La visualización produce claridad e información más intuitiva y proporciona información adicional en las condiciones existentes del emplazamiento. (pp. 1-3)

Planteado lo expuesto al respecto de las visualizaciones, así es como se enfoca nuestra investigación en cuanto a la comunicación y presentación al cliente de los avances del proyecto. Pudiéndose tomar decisiones y alternativas de las diferentes soluciones y tratar de optimizar los espacios en este modelo de franquicia debido al reducido tamaño que se encuentra en general en los locales.

Capítulo III

SISTEMAS DE CONTROL DE COSTES EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Resumen: Como determinar el coste final de obra, predecir y corregir estos valores son los principales objetivos de los sistemas de gestión de costes. En este capítulo analizamos el EVM como herramienta clave y se tratan algunos otros sistemas. Se concluye proponiendo BIM como mejora de control de costes y presentando el BCIS, un sistema británico que puede ser un referente en la implantación de BIM.

3.1 Introducción

En el sector de la construcción, existen dos preguntas básicas que siempre surgen y debemos encontrar la manera de encontrar alternativas a su respuesta.

¿Qué cantidad y tipo de unidades de obra me quedan por ejecutar en cada momento de análisis de obra, según esta avanza?

¿Cómo puedo determinar el coste total final cuando finalice la obra?

Estas preguntas son típicas que se las plantee un jefe de obra y un director de obra en su caso.

Vamos a ver diferentes métodos, técnicas o sistemas de gestión para determinar cómo controlar, a ser posible de forma normalizada y mediante un determinado protocolo., para después de este profundo análisis en el sector de la construcción ver cómo podemos trabajar con BIM sabiendo los principios básicos de la gestión de costes en la construcción.

3.2 Sistemas de control. Características y clasificaciones

Existen y es posible encontrar otras referencias bibliográficas y otros sistemas, pero aquí nos vamos a centrar en los siguientes, por sus similitudes y su relevancia para este estudio:

- La Gestión del Valor Ganado (EVM)
- El BCIS
- Avance de obra por costes (Normas Contables)

La Gestión del Valor Ganado es una técnica de gestión de proyectos que permite controlar la ejecución de un proyecto a través de su presupuesto y de su calendario de ejecución.

La gestión de Valor Ganado EVM (del inglés Earned Value Management) es probablemente uno de los sistemas más importantes, y al mismo tiempo menos comprendidos de la dirección de proyectos.

Compara la cantidad de trabajo ya completada en un momento dado con la estimación realizada antes del comienzo del proyecto. De este modo, se tiene una medida de cuánto trabajo se ha realizado, cuanto queda para finalizar el proyecto y extrapolando a partir del esfuerzo invertido en el proyecto, el jefe de proyecto puede estimar los recursos que se emplearán para finalizar el proyecto. Con esta metodología se puede estimar en cuanto tiempo se completaría el proyecto si se mantienen las condiciones con las que se elaboró el cronograma o considerando si se mantienen las condiciones que se presentaron durante el desarrollo del proyecto. También se puede estimar el costo total del proyecto.

Lo consideramos importante porque ha demostrado ser una técnica fundamental para el seguimiento y control, y que aparentemente no ha podido ser reemplazada con éxito por otra metodología similar. Es quizá poco comprendida, porque muchos conocedores de la técnica no han entendido todavía que se trata de un sistema complejo y no meramente de una herramienta aislada de análisis del desempeño o valoración del estado de fases y predicción del proyecto.

El EVM, viene descrito (Alsina, 2013) en cuanto a sus antecedentes:

Históricamente surge por primera vez en el año 62 como parte del sistema PERT/COST en un proyecto de misiles balísticos Minuteman del Departamento de Defensa de los Estados Unidos. En 1967 se convierte en el núcleo del C/SCSC Cost/Schedule Control System Criteria agrupando un conjunto de 35 criterios. Este sistema se mantiene más o menos estable por los siguientes treinta años. No es sino hasta 1998 cuando se publica la primera norma de EVMS bajo la designación ANSI/EIA-748 con 32 criterios. En 1999 el gobierno americano da un paso hacia adelante y dispone que el estándar 748 deba ser en adelante obligatorio para todos los contratos de las agencias federales, como la NASA. La última versión actualizada de esta norma es la ANSI/EIA 748-B del año 2007 y sigue teniendo 32 criterios. En 1987 el Project Management Institute (PMI) ya había publicado en su borrador de lo que sería más tarde la Guía del PMBoK² ®, algunos detalles sobre la técnica Earned Value Analysis (EVA).

En 1996 EVM forma parte del PMBoK® como un proceso del área de comunicaciones. Y es en el año 2005 cuando se publica el primer estándar de práctica de EVM del PMI. Con el cambio de siglo vienen los escándalos de Enron y las www y en el 2002 se impone el acta Sarbanes-Oxley que regula los requisitos y auditorías de los sistemas contables. A partir de ese momento las empresas privadas a nivel mundial se toman más en serio los sistemas de gestión de Valor Ganado

EVM, es pues una técnica de gestión que permite controlar de forma normalizada la ejecución de un proyecto y contestar las dos preguntas anteriores formuladas en la introducción, y de esta manera podemos encontrar que es un método integrado dentro de Presto, que como sabemos, es un programa de referencia en el sector de la construcción en España.

² PMBOK: Project Management Body of Knowledge. <http://www.pmi.org/PMBOK-Guide-and-Standards.aspx>

Este método internacional, difundido por el PMI, Project Management Institute, puede consultarse en numerosas referencias de fácil acceso. Veremos a continuación un ejemplo de utilización del EVM con Presto para la construcción desde el punto de vista del director de la obra o gestor del proyecto, que es el mismo que el del promotor o cliente, en el que partiendo de los datos que habitualmente están a su disposición cada mes se muestra cómo obtener respuestas concretas y argumentadas a las preguntas iniciales.

EVM también es perfectamente aplicable en programas y en portafolios de proyectos, pues es una técnica que puede ser integrable a nivel de paquetes, productos a entregar, fases o portafolios. En el pasado decisiones estratégicas han sido tomadas a nivel de programas de gran magnitud. Por ejemplo en Enero de 1991 el programa del avión de ataque A-12 Avenger II para portaviones fue cancelado por el Secretario de Estado de EEUU, cuando a través de los reportes de EVMS detectaron que el programa iba en mal camino. Debido a ello se tomó la decisión de cancelarlo y posteriormente reemplazarlo por el caza multi-rol F/A-18E/F Super Hornet.

La Gestión de Valor Ganado se ha designado a lo largo de cincuenta años con distintas denominaciones y siglas. Como hemos indicado, originalmente formaba parte del C/SCSC. Posteriormente tratándose la técnica de una herramienta de análisis de la situación de un proyecto, pasa a llamarse EVA por Earned Value Analysis (Análisis de Valor Ganado). El estándar ANSI/EIA-748 lo refiere como EVMS por Earned Value Management Systems (Sistema de gestión de Valor Ganado). De hecho las siglas de la norma 748 representan acertadamente lo que es EVM, un sistema completo de la que forma parte la herramienta de Valor Ganado. A partir de la primera década del siglo XXI, las publicaciones y el estándar de práctica del PMI lo designan en su mayoría como EVM.

Desde que se viene aplicando Valor Ganado, ha recibido también otras siglas que no han prosperado. (pp. 1-3)

Por su importancia y presencia en el sector de la edificación y la obra civil y por su orientación sobre el concepto BIM analizamos la implementación del EVM en Presto. Tal y como describen sus propios manuales, desde el punto de vista de la empresa constructora, que maneja otras variables económicas, se describe en documentos independientes.

El uso del EVM para el director de obra requiere Presto Gestión del proyecto y las variables correspondientes llevan el sufijo "Do".

Veremos a continuación los datos necesarios, ya que el EVM se basa en unas variables fundamentales, que describimos a continuación, con la terminología normalizada y su correspondencia en Presto.

| EVM | Presto | Descripción |
|--|----------|---|
| BAC <i>Budget Compleat</i> | Pres | Importe del presupuesto total aprobado, sea inicial o modificado posteriormente. |
| PV <i>Planned</i> | PlanPres | Importe de la planificación estimada hasta la fecha. |
| AC <i>Actual</i> | Cert | Importe certificado hasta la fecha. |
| EV <i>Earned</i> | Cert - | Valor ganado. En este modelo está representado por el importe certificado hasta la fecha que corresponde al presupuesto |

Tabla 3.1 EVM Descripción elementos en Presto.

El uso de EVM requiere la asignación de las líneas de medición y certificación a estados de aprobación del presupuesto, como se describe en el manual del programa y podemos ver en los ejemplos siguientes.

Aunque en Presto las fases de certificación pueden representar cualquier período de tiempo, en este documento se utilizarán siempre como certificaciones o meses.

BAC (Budget At Completion) es el importe del presupuesto total aprobado en la fecha, que incluye el presupuesto inicial que aparecerá en color negro (PresIni) más las variaciones aprobadas que aparecerá en verde (PresMod).

La posibilidad de desglosar así el presupuesto es útil porque proporciona dos líneas de base y sigue el esquema de la obra pública española (presupuesto original y modificado o reformado).

| Código | NatC | Tr | It | Resumen | CanPres | Ud | Pres | ImpPres |
|--------|--------------|----|----|--|----------|----|------------|------------|
| E05 | | | | Estructuras | 1 | | 563.262,37 | 563.262,37 |
| 1 | E05HFA020 | | | Forjado de vigueta autorresistente 20+5 cm, 60 cm entre ejes | 6.277,72 | m2 | 83,93 | 538.557,48 |
| 2 | E05AG010 | | | Dintel de hueco de chapa galvanizada, 250x4 mm | 365,45 | m | 22,04 | 8.054,52 |
| 3 | E05AW040 | | | Angular de 60 mm en remate | 108,00 | m | 23,88 | 2.579,04 |
| 4 | E05HFS400_01 | | | Formación de hueco en forjado con zuncho perimetral de atado | 181,37 | m2 | 60,00 | 10.882,20 |
| 5 | E05HLA030 | | | Hormigón armado HA-25/P/20, encofrado en losas inclinada de madera, 85 kg/m3 | 11,66 | m3 | 298,25 | 3.477,60 |
| 6 | E05HSA010 | | | Hormigón armado HA-25/P/20/I, en pilares, encofrado metálico, 80 kg/m3 | 205,16 | m3 | 290,92 | 59.685,15 |
| 7 | E05HVA030 | | | Jácnas de cuelgue con hormigón HA-25/P/20/I, con encofrado de madera | 230,18 | m3 | 391,36 | 90.083,24 |
| 8 | E05HVA075 | | | Zunchos planos con hormigón HA-25/P/20/I, con encofrado visto de madera | 107,85 | m3 | 463,08 | 49.943,18 |

| Actividad | Comentario | Cantidad | CanPres | Nota |
|-----------|------------|--|----------|----------|
| 1 | Act0010 | Planificado y certificado en el mes nº 2 | 400,00 | 400,00 |
| 2 | Act0010 | Planificado y certificado en el mes nº 2, modificado | 600,00 | 600,00 |
| 3 | Act0010 | Planificado y certificado en el mes nº 3 | 1.700,00 | 1.700,00 |
| 4 | Act0010 | Planificado y certificado en el mes nº 3, modificado | 300,00 | 300,00 |
| 5 | Act0010 | Inicialmente planificado 2000; se certifican 500 en mes nº 4 | 500,00 | |
| 6 | Act0010 | Restos de planificación anterior 1500, no certificado | 1.500,00 | |
| 7 | Act0010 | Planificado y certificado en el mes nº 5 | 1.000,00 | 3.000,00 |
| 8 | Act0020 | Planificado y certificado, modificado y con retraso | 1.000,00 | 1.000,00 |
| 9 | Act0010 | Certificación adicional en mes nº 6 no prevista, sin aprobar | 1.000,00 | |
| 10 | Act0010 | Certificación adicional en mes nº 6 no prevista, sin aprobar | 1.000,00 | |
| 11 | Act0020 | Revisión de la actividad Act0020. No se realiza una parte | -722,28 | -722,28 |

Fuente: Presto. EVM: Gestión del Valor Ganado para el Director de Obra.

Figura 3.1 Ventana subordinada de medición, esquema “presupuesto y planificación”

| Código | NatC | Resumen | CanPres | CanObj Ud | Pres | ImpPres | 2: Can... | 3: Can... | 4: Can... | 5: Can... |
|--------|-----------|---|----------|-------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| E05 | | Estructuras | 1 | 1 | 563.262,37 | 563.262,37 | | | | |
| 1 | E05HFA020 | Forjado de vigueta autorresistente 20+5 cm, 60 cm entre ejes | 6.277,72 | 6.277,72 m2 | 83,93 | 538.557,48 | 1.000,00 | 2.000,00 | 2.000,00 | 1.277,72 |
| 2 | E05AG010 | Dintel de hueco de chapa galvanizada, 250x4 mm | 365,45 | 365,45 m | 22,04 | 8.054,52 | 365,45 | | | |
| 3 | E05AW040 | Angular de 60 mm en remate | 108,00 | 108,00 m | 23,88 | 2.579,04 | 108,00 | | | |
| 4 | E05HFS400 | Formación de hueco en forjado con zuncho perimetral de atado | 181,37 | 181,37 m2 | 60,00 | 10.882,20 | | | | 181,37 |
| 5 | E05HLA030 | Hormigón armado HA-25/P/20, encofrado en losas inclinada de | 11,66 | 11,66 m3 | 298,25 | 3.477,60 | | | | 11,66 |
| 6 | E05HSA010 | Hormigón armado HA-25/P/20/I, en pilares, encofrado metálico, | 205,16 | 205,16 m3 | 290,92 | 59.685,15 | | | | 205,16 |
| 7 | E05HVA030 | Jácnas de cuelgue con hormigón HA-25/P/20/I, con encofrado | 230,18 | 230,18 m3 | 391,36 | 90.083,24 | | | | 224,00 |

| Actividad | FasePlan | Comentario | Cantidad | CanPres | CanPlan |
|-----------|----------|------------|--|----------|----------|
| 1 | Act0010 | 2 | Planificado y certificado en el mes nº 2 | 400,00 | 400,00 |
| 2 | Act0010 | 2 | Planificado y certificado en el mes nº 2, modificado | 600,00 | 600,00 |
| 3 | Act0010 | 3 | Planificado y certificado en el mes nº 3 | 1.700,00 | 1.700,00 |
| 4 | Act0010 | 3 | Planificado y certificado en el mes nº 3, modificado | 300,00 | 300,00 |
| 5 | Act0010 | 4 | Inicialmente planificado 2000; se certifican 500 en mes nº 4 | 500,00 | |
| 6 | Act0010 | 4 | Restos de planificación anterior 1500, no certificado | 1.500,00 | |
| 7 | Act0010 | 5 | Planificado y certificado en el mes nº 5 | 1.000,00 | 3.000,00 |
| 8 | Act0020 | 5 | Planificado y certificado, modificado y con retraso | 1.000,00 | 1.000,00 |
| 9 | Act0010 | | Certificación adicional en mes nº 6 no prevista, sin aprobar | 1.000,00 | |
| 10 | Act0010 | | Certificación adicional en mes nº 6 no prevista, sin aprobar | 1.000,00 | |
| 11 | Act0020 | 5 | Revisión de la actividad Act0020. No se realiza una parte | -722,28 | -722,28 |

Fuente: Presto. EVM: Gestión del Valor Ganado para el Director de Obra.

Figura 3.2. Ventana subordinada de medición, esquema “presupuesto y planificación”

AC (Actual Cost) en este modelo, el coste real para el promotor es el importe certificado hasta la fecha. En Presto se representa como la certificación hasta la fase aprobada, Cert.

El proceso de la certificación se realiza de forma similar a la planificación, introduciendo el número de fase o certificación en el campo "FaseCert" de las mediciones.

| Código | NatC | Resumen Estructuras | ImpCert | ImpCertPte | EvmEvDo | ImpPlanPres | ImpPres | Ir |
|--------|-----------|---|------------|------------|------------|-------------|------------|----|
| 1 | E05HFA020 | Forjado de vigueta autorresistente 20+5 cm, 60 cm entre ejes | 257.652,44 | 0 | 257.652,44 | 338.557,44 | 338.557,44 | |
| 2 | E05AG010 | Dintel de hueco de chapa galvanizada, 250x4 mm | 8.054,52 | 0 | 8.054,52 | 8.054,52 | 8.054,52 | |
| 3 | E05AW040 | Angular de 60 mm en remate | 2.579,04 | 0 | 2.579,04 | 2.579,04 | 2.579,04 | |
| 4 | E05HFS400 | Formación de hueco en forjado con zuncho perimetral de atado | 10.882,20 | 0 | 10.882,2 | 10.882,20 | 10.882,20 | |
| 5 | E05HLA030 | Hormigón armado HA-25/P/20, encofrado en losas inclinada de | 3.477,60 | 0 | 3.477,6 | 3.477,60 | 3.477,60 | |
| 6 | E05HSA010 | Hormigón armado HA-25/P/20/I, en pilares, encofrado metálico, | 59.685,15 | 0 | 59.685,15 | 59.685,15 | 59.685,15 | |
| 7 | E05HVA030 | Jácnas de cuelgue con hormigón HA-25/P/20/I, con encofrado | 90.083,24 | 0 | 90.083,24 | 90.083,24 | 90.083,24 | |
| 8 | E05HVA075 | Zunchos planos con hormigón HA-25/P/20/I, con encofrado vist | 49.943,18 | 0 | 49.943,18 | 49.943,18 | 49.943,18 | |

| Actividad | FasePlan | FaseCert | Comentario | Cantidad | CanPres | CanPlan | CanCert |
|-----------|----------|----------|--|----------|----------|----------|----------|
| Act0010 | 0 | 7 | | | 6.277,72 | 6.277,72 | 4.777,72 |
| 1 | Act0010 | 2 | Planificado y certificado en el mes nº 2 | 400,00 | 400,00 | 400,00 | 400,00 |
| 2 | Act0010 | 2 | Planificado y certificado en el mes nº 2, modificado | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 |
| 3 | Act0010 | 3 | Planificado y certificado en el mes nº 3 | 1.700,00 | 1.700,00 | 1.700,00 | 1.700,00 |
| 4 | Act0010 | 3 | Planificado y certificado en el mes nº 3, modificado | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 |
| 5 | Act0010 | 4 | Inicialmente planificado 2000; se certifican 500 en | 500,00 | | | |
| 6 | Act0010 | 4 | Restos de planificación anterior 1500, no certificad | 1.500,00 | | | |
| 7 | Act0010 | 5 | Planificado y certificado en el mes nº 5 | 1.000,00 | 3.000,00 | 3.000,00 | 1.500,00 |
| 8 | Act0020 | 5 | Planificado y certificado, modificado y con retraso | 1.000,00 | | | |
| 9 | Act0020 | 5 | Revisión de la actividad Act0020. No se realiza una | -722,28 | 277,72 | 277,72 | 0 |
| 10 | Act0020 | 7 | Certificación de la actividad Act0020 | 277,72 | 0 | 0 | 277,72 |

Fuente: Presto. EVM: Gestión del Valor Ganado para el Director de Obra.

Figura 3.3 Ventana subordinada de medición, esquema "Todas (simplificadas)"

Aunque para el EVM tal y como aquí se aplica no es obligatorio, Presto permite separar las certificaciones aprobadas en dos grupos, las que corresponden al presupuesto inicial (en negro) y las que corresponden a modificaciones aprobadas (en verde).

Para facilitar la introducción de líneas de certificación de elementos que realmente forman parte del presupuesto aprobado, pero donde no existe una correspondencia fácil de establecer con las líneas de medición del presupuesto, se pueden introducir líneas en estado gris, que se suman a la certificación pero no alteran el presupuesto.

En este caso, es el usuario quien garantiza que no incorporan elementos fuera del presupuesto y, en consecuencia, para utilizar este método adecuadamente, nunca deberían superar el 100 % del mismo.

La variable EV (Earned Value), la más importante en el método que lleva su nombre, se define en general como el coste que se hubiera estimado inicialmente para la parte de obra realmente ejecutada hasta el momento.

Desde el punto de vista de la dirección de obra, y en el sistema tradicional de contratación con precios unitarios cerrados y medición abierta, este importe coincide exactamente con la certificación y no permite obtener ninguna conclusión operativa.

Para obtener un valor realmente útil, en la implementación del EVM incorporada a Presto se considera que el valor ganado equivale a la parte de obra ejecutada que estaba prevista en el presupuesto aprobado.

Por tanto, para aplicar el EVM correctamente, deben introducirse en color rojo todas las mediciones de los elementos ya certificados o cuya ejecución ya se ha previsto pero que no forman parte del presupuesto aprobado, y mantenerse en ese estado durante toda la ejecución.

Si la obra en rojo se aprueba, pasando a color verde, equivale a un cambio de línea de base. Las variaciones se consolidan y las desviaciones se ponen a cero. Los cambios de líneas verdes a negras no alteran el modelo.

La obra en rojo, por tanto, aporta coste, real o futuro, pero no aporta avance. En Presto se obtiene restando de la certificación hasta la fecha (Cert) la parte pendiente de aprobación (CertPte).

| Actividad | FasePlan | FaseCert | Comentario | Cantidad | CanPres | CanPlan | CanCert |
|------------|----------|----------|--|----------|----------|----------|----------|
| 1 Act0010 | 2 | 2 | Planificado y certificado en el mes nº 2 | 400,00 | 400,00 | 400,00 | 400,00 |
| 2 Act0010 | 2 | 2 | Planificado y certificado en el mes nº 2, modificado | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 |
| 3 Act0010 | 3 | 3 | Planificado y certificado en el mes nº 3 | 1.700,00 | 1.700,00 | 1.700,00 | 1.700,00 |
| 4 Act0010 | 3 | 3 | Planificado y certificado en el mes nº 3, modificado | 300,00 | 300,00 | 300,00 | 300,00 |
| 5 Act0010 | 4 | 4 | Inicialmente planificado 2000; se certifican 500 en mes nº 4 | 500,00 | | | |
| 6 Act0010 | 4 | 4 | Restos de planificación anterior 1500, no certificado | 1.500,00 | | | |
| 7 Act0010 | 5 | 5 | Planificado y certificado en el mes nº 5 | 1.000,00 | 3.000,00 | 3.000,00 | 1.500,00 |
| 8 Act0020 | 5 | 5 | Planificado, modificado y no certificado | 1.000,00 | 1.000,00 | 1.000,00 | 0 |
| 9 Act0010 | 6 | 6 | Certificación adicional en mes nº 6, sin aprobar | 1.000,00 | | | |
| 10 Act0010 | 7 | 7 | Certificación adicional en mes nº 7, sin aprobar | 1.000,00 | | | 2.000,00 |
| 11 Act0020 | 5 | 5 | Revisión de la actividad Act0020. No se realiza una parte | -722,28 | -722,28 | -722,28 | 0 |
| 12 Act0020 | 7 | 7 | Certificación del modificado de la actividad Act0020 | 277,72 | 0 | 0 | 277,72 |

Fuente: Presto. EVM: Gestión del Valor Ganado para el Director de Obra.

Figura 3.4. Ventana subordinada de medición, esquema "Todas (simplificadas)"

El objetivo del método es conocer las desviaciones actuales en coste y en plazo a partir de las variables anteriores y, por proyección, la estimación a la finalización del proyecto.

Los índices de desempeño son dos:

| EVM | Presto | Significado |
|------------|---|----------------------|
| CPI | $EvmCpiDo$ $(Cert - CertPte) / Cert$ | Desviación en coste. |
| SPI | $EvmSpiDo$ $(Cert - CertPte) / PlanPres$ | Desviación en plazo. |

Tabla 3.2 EVM Descripción elementos 2 en Presto.

El CPI (Cost Performance Index) mide la desviación en coste y se obtiene dividiendo el valor ganado EV por el coste real AC. Si vale < 1, los costes superan los del presupuesto.

El SPI (Schedule Performance Index) mide la desviación en plazo y se obtiene dividiendo el valor ganado EV por el coste planificado PV. Si vale < 1, hay un retraso sobre el calendario previsto.

La estimación EAC (Estimate At Completion) es parte de varias estimaciones que se pueden obtener del coste final, todas complementarias entre sí y basadas en diferentes hipótesis:

| Estimación | Presto | Hipótesis contemplada |
|----------------------------|---|---|
| Presupuesto posible | PresPosible Pres + Pte | Este es el coste final si se asume que todos los cambios previsibles están incorporados al presupuesto pendiente, estén certificados o no. |
| EAC | EvmEacDo Pres + CertPte | Coste final asumiendo las desviaciones pasadas, pero considerando que no habrá más desviaciones en la parte pendiente de ejecutar. |
| EAC [CPI] | EvmEacCpiDo Cert + (Pres-Cert+CertPte) / EvmCpiDo | Se calcula asumiendo que la parte de obra por ejecutar tendrá misma misma desviación que la parte de obra ya ejecutada. |
| EAC [CPI-SPI] | Cert + (Pres-Cert+CertPte) / (EvmCpiDo * EvmSpiDo) | Coste final más pesimista, que tiene en cuenta el retraso, suponiendo que la parte por ejecutar tendrá no sólo la desviación de la parte ejecutada, sino otra desviación proporcional a la desviación en plazo. |

Tabla 3.3 EVM Descripción elementos 3

En el EVM la primera estimación del coste final EAC se calcula como la parte ejecutada, valorada a su coste, más la parte pendiente, a su coste estimado. El resultado de esta expresión con las variables de Presto es el que figura a la izquierda en la tabla.

La ventaja de las estimaciones alternativas a la primera es que no requieren un análisis de los cambios pendientes de ejecución, sino que extrapolan de diferentes maneras lo ocurrido en el pasado.

El EAC [SPI] va variando a lo largo de la ejecución, a diferencia del EAC[CPI], que sólo varía cuando cambia la línea de base, es decir, cuando las modificaciones pendientes de aprobación se consolidan.

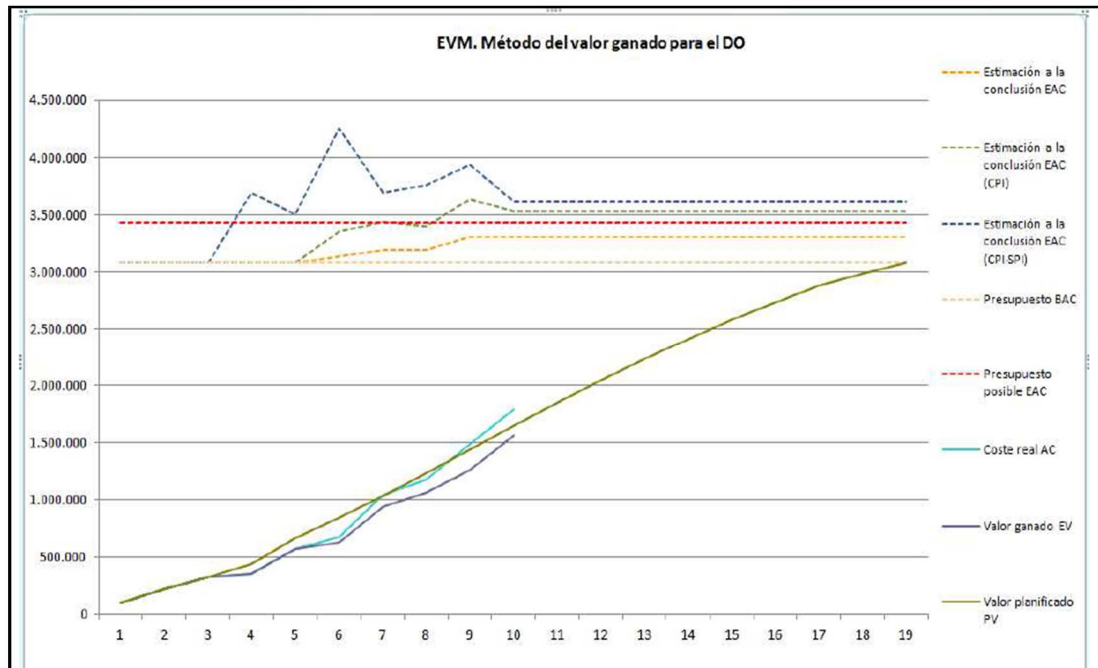
| Código | NatC | Resumen | ImpCert | EvmEvDo | ImpPlanPres | ImpPres | ImpPresPosible | EvmEacDo | EvmEacCpido | EvmCpido | EvmSpido |
|--------|------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|----------|----------|
| 0 | | Proceso 5. Gestión del proyecto | 1.763.007,11 | 1.536.267,11 | 1.644.127,11 | 3.082.939,84 | 3.309.679,84 | 3.309.679,84 | 3.540.791,86 | 0,87 | 0,93 |
| 1 | E01 | Actuaciones previas | 4.979,35 | 4.979,35 | 4.979,35 | 4.979,35 | 4.979,35 | 4.979,35 | 4.979,35 | 1,00 | 1,00 |
| 2 | E02 | Acondicionamiento del terreno | 61.079,93 | 61.079,93 | 61.079,93 | 61.079,93 | 61.079,93 | 61.079,93 | 61.079,93 | 1,00 | 1,00 |
| 3 | E03 | Red de saneamiento | 12.592,48 | 12.592,48 | 12.592,48 | 12.592,48 | 12.592,48 | 12.592,48 | 12.592,48 | 1,00 | 1,00 |
| 4 | E04 | Cimentaciones | 81.448,25 | 81.448,25 | 81.448,25 | 81.448,25 | 81.448,25 | 81.448,25 | 81.448,25 | 1,00 | 1,00 |
| 5 | E05 | Estructuras | 863.262,37 | 495.402,37 | 863.262,37 | 863.262,37 | 671.122,37 | 671.122,37 | 696.422,86 | 0,81 | 0,81 |
| 6 | E07 | Cerramientos y divisiones | 531.653,46 | 412.773,46 | 412.773,46 | 412.773,46 | 531.653,46 | 531.653,46 | 531.653,46 | 0,78 | 1,00 |
| 7 | E08 | Revestimientos y falsos techos | 213.039,32 | 213.039,32 | 213.039,32 | 213.039,32 | 213.039,32 | 213.039,32 | 213.039,32 | 1,00 | 1,00 |
| 8 | E09 | Cubiertas | 50.123,74 | 50.123,74 | 50.123,74 | 50.123,74 | 50.123,74 | 50.123,74 | 50.123,74 | 1,00 | 1,00 |
| 9 | E10 | Aislamiento e impermeabilización | 114.359,74 | 114.359,74 | 114.359,74 | 114.359,74 | 114.359,74 | 114.359,74 | 114.359,74 | 1,00 | 1,00 |
| 10 | E11 | Pavimentos | 130.468,47 | 130.468,47 | 130.468,47 | 287.035,18 | 287.035,18 | 287.035,18 | 287.035,18 | 1,00 | 1,00 |
| 11 | E12 | Aliratarinos, chanarinos y rrafaherizalinos | 0 | 0 | 0 | 106.670,71 | 106.670,71 | 106.670,71 | 106.670,71 | 1,00 | 1,00 |

Fuente: Presto. EVM: Gestión del Valor Ganado para el Director de Obra.

Figura 3.5 Ventana de variación del EAC

Todos los resultados del EVM se obtienen en las ventanas de presupuesto y árbol, desglosados para los capítulos y las partidas, lo que facilita la identificación de la actividad causante de alguna desviación significativa.

Los resultados a lo largo del tiempo se obtienen en la ventana de agenda que permite analizar y comparar los valores estimados al inicio del proyecto con los realmente ejecutados, así como la ejecución realizada pero no aprobada, todo ello por meses, años y el total del proyecto.



Fuente: Presto. EVM: Gestión del Valor Ganado para el Director de Obra.

Figura 3.8 Representación gráfica de la plantilla

Existe una alternativa, en lugar de considerar como valor ganado la obra aprobada puede considerarse exclusivamente la obra correspondiente al presupuesto inicial. Las variables pueden obtenerse como campos de usuario o a través de hojas Excel. En este caso, se pueden convertir las líneas en estado rojo a verde sin alterar el modelo.

| EVM | Presto | Descripción |
|----------------------------------|---------|--|
| EV <i>Earned Value</i> | CertIni | Valor ganado. En esta variante está representado por el importe certificado hasta la fecha que corresponde al presupuesto inicial. |

| EVM | Presto | Significado |
|------------|--------------------|----------------------|
| CPI | CertIni / Cert | Desviación en coste. |
| SPI | CertIni / PlanPres | Desviación en plazo. |

| Estimación | Presto | Hipótesis contemplada |
|----------------------|--|--|
| EAC | Pres + CertPte | Coste final asumiendo las desviaciones pasadas, pero no las futuras. |
| EAC [CPI] | $Cert + (PresIni - CertIni) / CPI$ | Corrección por desviaciones pasadas. |
| EAC [CPI*SPI] | $Cert + (Pres - Cert + CertPte) / (CPI * SPI)$ | Corrección por desviaciones pasadas en coste y plazo. |

Tabla 3.4 EVM Descripción elementos 4

Como conclusión vemos que este método tiene muchas similitudes con lo expuesto en cuanto que permite que el director de obra pueda cambiar su comportamiento, pasando de una actitud pasiva, que se basa en recopilar información para registrar lo que ha pasado en la obra, a una actitud proactiva, que le permita conocer por adelantado lo que va a pasar, y tomar medidas para que se parezca a lo que realmente debería pasar.

3.3 Objetivos del análisis de sistemas de control de costes

Los tres sistemas planteados tienen su eje sobre el EVM que Alsina (2013) define como:

EVM es una técnica que obtiene información del proyecto y que analizamos con unas reglas bien establecidas. Su análisis nos permitirá:

- Revisar si estamos por encima o por debajo del presupuesto y en qué proporción.
- Si estamos adelantados o atrasados en el cronograma.
- Nos permitirá analizar la situación del proyecto en términos de costo y de tiempo.
- Observaremos cómo de peligrosas o favorables son las tendencias que hemos detectado.
- Con los datos recolectados haremos proyecciones basadas en hipótesis, que vendrán dadas por la situación del proyecto.
- Tomaremos acciones para mitigar el impacto de algunos problemas.
- La dirección dispondrá de la información necesaria que les permita seguir adelante con el proyecto o cancelarlo, solicitar más fondos, o tomar otras decisiones corporativas, tanto en lo referente a nuestro proyecto, como a otros que forman parte del portafolio de la empresa. (p. 6)

Por lo tanto un sistema de control de costes como los planteados tienen como principal objetivo:

- a) Intentar estandarizar el uso de sistemas de control interno eficaces, de costes y de tiempos.
- b) Permitir que el cliente pueda confiar en los datos que produjo el sistema, para determinar, orientándose al producto, el estado de avance de un determinado contrato.

3.4 Paralelismos método EVM-normas contables avance de obra

Es importante determinar si EVM es un criterio válido a nivel normativo contable ya que podría ser una solución fiable. Y determinar del mismo modo que podemos trabajar con EVM basándonos en el principio de prudencia y la búsqueda y obtención de la imagen fiel. De este modo Valgañón (2013) recoge que:

El sistema de gestión de Valor Ganado es uno de los grandes baluartes de la gerencia de proyectos. Abarca todos los procesos esenciales de planificación, la integración de la ejecución y la mayoría de los de seguimiento y control. Se trata de una gestión construida principalmente con el WBS, el cronograma y el presupuesto, que se integran en puntos específicos del WBS donde controlamos el desempeño, midiendo el trabajo realizado EV y su costo real AC, comparándolos con el plan (PV). (Alsina, 2011)

Con esa información los responsables de la cuentas de control aplican la técnica de valor ganado, y calculan variaciones, índices de tendencia y estiman proyecciones de costo. El gerente del proyecto observa la suma de todas las cuentas de control CA vigilando el desempeño del proyecto completo y de los entregables más importantes, haciéndose preguntas de que es lo que pasa. Finalmente toma decisiones y reporta los resultados y las acciones a tomar a los interesados del proyecto.

El sistema se puede administrar en software EPM disponible comercialmente, pero que habrá que adaptar, y que será necesario mantenerlo actualizado en todo momento. Será indispensable también contar con un control integrado de cambios sólido y riguroso.

EVMS tiene más de 50 años aunque tiene puntos de mejora, especialmente lo referente a proyecciones de tiempo de ejecución y a su integración con la gestión de riesgos. (p.67)

Por todo lo expuesto, sí parece que EVM puede ser utilizado en el mismo sentido que las normas contables establecen según avance de obra, aunque la gestión de forma conveniente es compleja. La imagen fiel y el principio de prudencia son fundamentales para asegurar que con EVM los ingresos se reconocen como tales en el estado de resultados.

Por lo tanto el objetivo de marcar el paralelismo entre ambos métodos y que pueda ser considerado válido parece conseguido.

3.5 Problemática de los sistemas de control de costes

La decisión de establecer un sistema de gestión de costes depende de una serie de factores que exponemos a continuación (Alsina, 2013)

En un mundo moderno con escasez de recursos, los proyectos cada vez con mayor frecuencia, tienden a disponer de menos recursos. Poseen un alcance definido, requieren ser ejecutados en el plazo de tiempo más corto que se pueda y al menor costo posible.

Pero el hecho cierto es que en cualquier proyecto de la clase que sea, estas tres variables de alcance, tiempo y coste están siendo constantemente influenciadas por elementos tanto internos como externos al proyecto. Surgen frecuentes cambios de alcance y de calidad, en el programa de ejecución y en los costes que forman el presupuesto. Por lo tanto todo proyecto está limitado por esas tres variables que están permanentemente en equilibrio. Cada vez que una de ellas cambia, las otras dos también lo hacen, buscando un equilibrio natural. Por ejemplo, un incremento de alcance requerirá con seguridad aumentos en tiempo, en coste o en ambos. Aunque menos frecuentes, las disminuciones también son posibles.

Después de la segunda guerra mundial y hasta los años 80, los grandes proyectos fueron realizados mayormente por el sector de la construcción. Procesos como la estructura de desglose del trabajo (WBS), redes PDM, CPM o PERT, estimación de costes y presupuesto, gestión de riesgos y tantos otros, van evolucionando para llegar a ser lo sólidos que son hoy en día. Ahora bien, uno de los grandes problemas que tenían esas empresas era la falta de un sistema de control con las características por ejemplo de EVM.

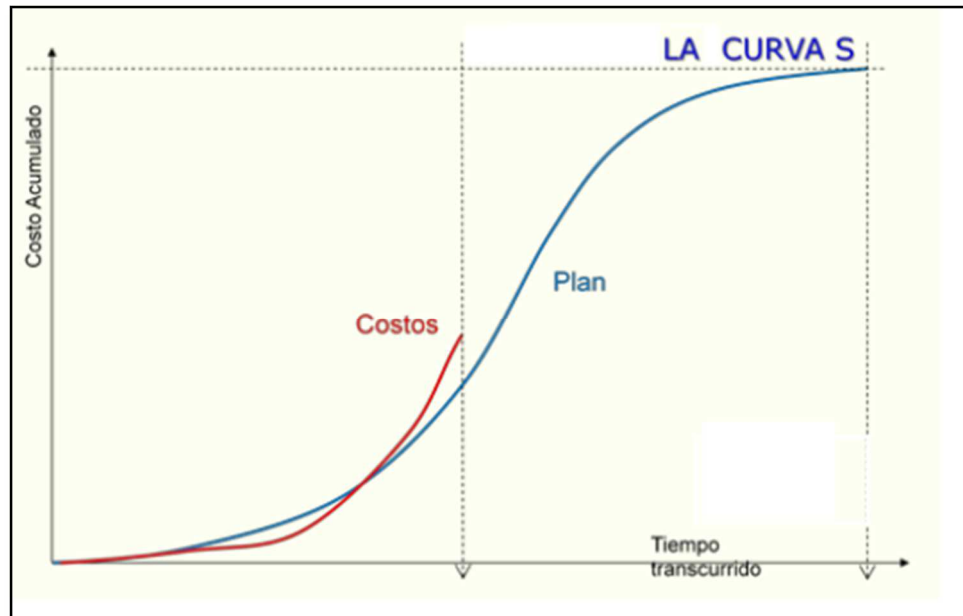


Figura 3.9. Representación gráfica de la Curva S

El seguimiento financiero del proyecto se basaba en el presupuesto distribuido en el tiempo, y posteriormente en su seguimiento se obtenían los costes reales de la contabilidad y se comparaban con el presupuesto no muy diferente de cómo se hace hoy con EVM. Ahora bien, se llevaba a cabo una medición de trabajo fuera de sincronismo y difícilmente comparable con el plan y que tenía por objetivo, más bien, la facturación del trabajo realizado. Difícilmente se lograba tener una lectura correcta del valor ganado, o sea el trabajo logrado con los recursos a disposición del proyecto. Es así como en los proyectos de infraestructura se hace popular la legendaria curva S. (pp. 41-42)

3.5.1 El diseño de sistemas de control

El avance de obra y los costes dentro de las normas contables, BCIS y EVM tienen como hemos indicado, el mismo sentido en cuanto a la capacidad de análisis de datos, con objetivo de control y toma de decisiones.

Vamos a centrar nuestro análisis de sistemas de control en EVM y determinemos si es una técnica o herramienta o es acaso un sistema. (Alsina, 2013)

Dentro de la gestión, el núcleo de EVM lo constituye la técnica de análisis, que es una interrelación tridimensional entre lo planeado, el trabajo efectivamente realizado y los costes reales incurridos en el proyecto. Sin embargo, para llegar a esa correspondencia es necesario poner a disposición de EVM un grupo de procesos o mejores prácticas de gestión de proyectos, que convierten a EVM en un “sistema” complejo de gestión.

Efectivamente, EVM se alimenta de la información del WBS (Work Breakdown Structure), descomposición de un proyecto en partes, del cronograma y del presupuesto, y establece puntos de control.

Con esta información se obtienen variaciones de coste y cronograma (en términos de coste), se evalúan índices de desempeño y finalmente se estiman las proyecciones del proyecto. Estas sirven como sustento al Gerente del Proyecto para identificar problemas y llevar a cabo decisiones con el objeto de mitigarlos.

La técnica de EVM es una herramienta que nos permite analizar el pasado del proyecto mientras avanzamos a toda velocidad hacia el futuro. En publicaciones de esta última década, se ha sugerido que EVM es como conducir un vehículo hacia adelante sin perder de vista el espejo retrovisor. EVM no es en absoluto una panacea y requiere de una disciplina sumamente rigurosa para que el sistema de gestión tenga éxito en el control del proyecto.

Los retrasos y los excesos de costo seguirán acechando al proyecto tan intensamente como si no tuviéramos el sistema implementado, pero nos permitirá darnos cuenta de que está pasando algo y de que debemos reaccionar con celeridad para neutralizarlo.

El único modo de mitigar de una manera efectiva los problemas del proyecto que acechan en el horizonte, es mediante una gerencia de riesgos efectiva. Ésta, en combinación con la gestión de Valor Ganado se convertirá en un escudo casi impenetrable a los factores que afectan al proyecto de una manera significativa, pero todavía queda mucho trabajo para lograr la integración de ambas gestiones.

Las variables de EVM son tres valores, que deberemos obtener durante el seguimiento del proyecto:

Valor Planeado PV (Planned Value) que nos indica el monto presupuestado de todo lo que teníamos planificado haber hecho. Su valor es la sumatoria de las cantidades planeadas por los costes estimados en el presupuesto.

Valor Ganado EV (Earned Value) que representa el monto presupuestado del trabajo efectivamente realizado. Éste proviene de la medición física de lo que ya hemos hecho. Su valor es la suma de las cantidades instaladas por los costes estimados en el presupuesto.

Costo Real AC (Actual Cost) que nos indica cuanto nos ha costado hasta ahora el trabajo que hemos hecho hasta la fecha. Su valor es la sumatoria de todas las cantidades ya instaladas por su costo de adquisición.

Cuando hablamos de “instalación” da la impresión que nos referimos a proyectos de infraestructura, pero el término es válido para escribir código en software, hacer pruebas clínicas de un fármaco o alcanzar una meta importante en un proyecto de investigación y desarrollo.

En el pasado las tres variables usaron siglas diferentes que parecían confusas para algunos, pero para otros eran muy claras. PV se designaba como BCWS por Budgeted Cost of Work Scheduled (Costo presupuestado del trabajo programado). EV se designaba como BCWP por Budgeted Cost of Work Performed (Costo presupuestado del trabajo realizado). AC era el ACWP o Actual Cost of Work Performed (Costo real del trabajo realizado). El PMI abandona la vieja terminología EVM, a partir del PMBoK® 2ª. Edición del año 2000.

Las tres variables se obtendrán de ese sistema de gestión que tenemos que poner en funcionamiento. PV proviene de la integración de tres componentes del plan del proyecto: las líneas de base del WBS, cronograma y presupuesto. EV procede de la medición del trabajo durante la ejecución, una vez establecidas las métricas y la forma de medir y asignarle peso a los paquetes de trabajo. Finalmente, AC proviene del sistema contable del proyecto. (pp. 5-7)

3.5.2 Dinámica de los sistemas de control de costes

En EVM la dinámica del sistema incluye los siguientes procesos a implementar (Alsina, 2013):

Para establecer el sistema de gestión de Valor Ganado necesitamos echar mano de las mejores prácticas de planificación que tenga la Gerencia de Proyectos. Es necesario planificar alcance, tiempo y costo y gestionar su integración en puntos específicos de control.

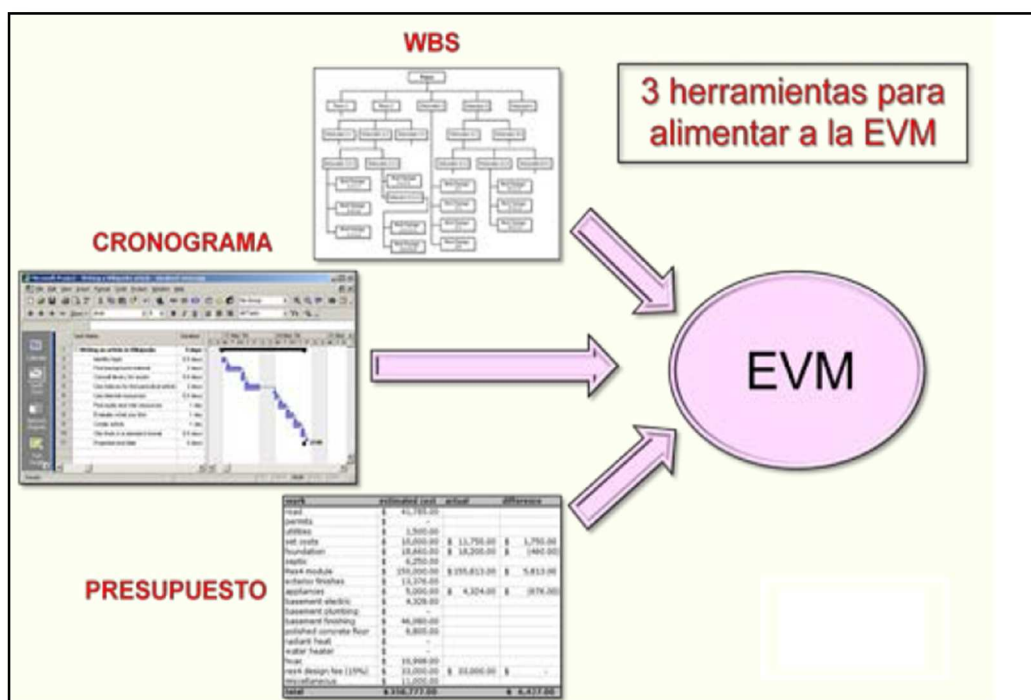


Figura 310. Tres herramientas para alimentar el EVM

El WBS que constituye la herramienta esencial para definición de alcance, nos permitirá desglosar el proyecto en entregables, disciplinas o áreas que a su vez descompondremos en diversos niveles, hasta obtener paquetes de trabajo que sean perfectamente medibles y controlables. La suma de todos sus elementos constituye el total del proyecto.

Requeriremos también de la estructura de desglose de la organización OBS (Organization Breakdown Structure) que nos permite organizar los recursos humanos de una manera jerárquica similar al organigrama, pero disponiendo solo del personal que tenga funciones de responsabilidad en los trabajos del proyecto. El OBS puede o no coincidir con el organigrama.

El cronograma permitirá programar cuando se realizarán los trabajos de los paquetes. Para ello requerimos definir las actividades, preestablecer las secuencias de trabajo, asignar recursos y estimar las duraciones. Finalmente con estos datos optimizaremos la red, nivelando los recursos e identificando el camino crítico del proyecto (y los cuasi-críticos). Y de esta manera habremos obtenido la línea de base del cronograma.

A continuación deberemos estimar los costes correspondientes a todos los paquetes de trabajo, sumar los costes indirectos y de gestión, y determinar el presupuesto línea de base.

Tanto el cronograma como el presupuesto deben ser autorizados como las líneas de base del proyecto, por un ente superior de la organización. En muchos proyectos, es el sponsor o un gerente de alto nivel quién tiene la autoridad para aprobarlos. Y tal autorización debe obtenerse cada vez que el cronograma o el presupuesto cambian sustancialmente. Ellos se encargarán o de proveer los fondos necesarios o de cancelar el proyecto.

Las Cuentas de Control (CA) son necesarias para gestionar Valor Ganado requerimos controlar los trabajos en diversos puntos específicos del WBS, midiendo EV durante el seguimiento del proyecto y obteniendo AC de la contabilidad, y comparándolos contra el VP que obtendremos del presupuesto base, con pesos asignados y distribuido en el tiempo, el cual se designará como "línea de base de medición del desempeño" PMB (Performance Measurement Baseline). La cantidad de estos puntos de control dependerá del tamaño, clase y complejidad de los proyectos. En los de gran magnitud pueden requerir control hasta el nivel 4 o 5, mientras que en proyectos menores bastará efectuar el control total del proyecto o a lo sumo en el nivel 2, todo dependiendo de la variedad de los paquetes de trabajo.

La cuenta de control CA (Control Account) requiere que se designe una persona del proyecto como responsable por gestionar todos los trabajos de los paquetes que estén por debajo del punto de control. Un responsable puede controlar un solo paquete de trabajo o una agrupación de paquetes similares.

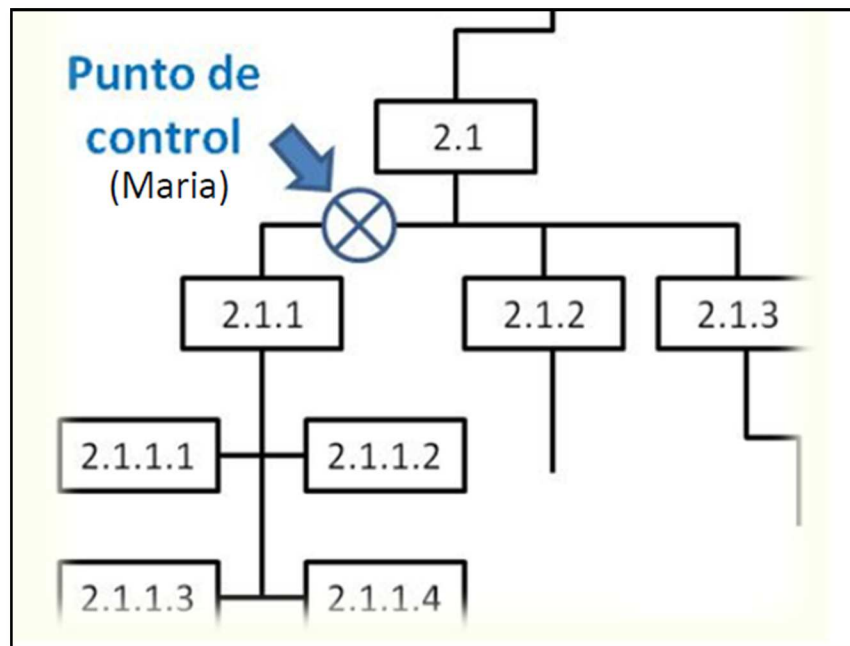


Figura 3.11 Punto de control

En el ejemplo de la figura vemos un WBS con cuatro niveles, María será responsable por la cuenta de control del elemento 2.1.1 y deberá controlar todos los trabajos de los paquetes de trabajo que están debajo, cuatro en total (2.1.1.1 al 4).

Una de las maneras de asegurar que todos los paquetes tienen su responsable asignado es utilizar el OBS para asignar una persona a cada paquete de trabajo (o un conjunto), tal y como indica la figura siguiente.

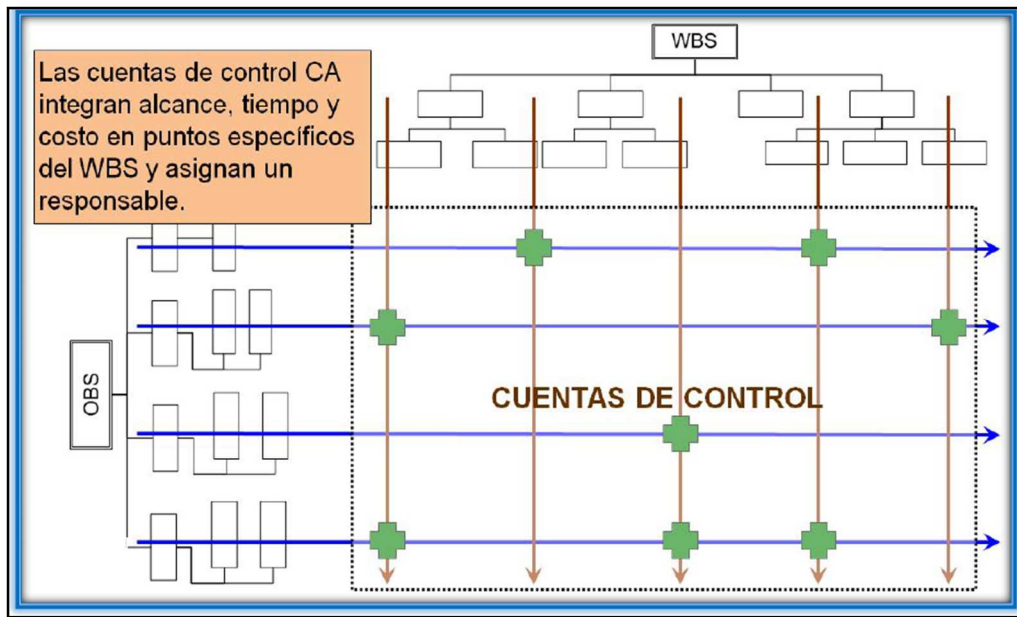


Figura 3.12. Cuentas de control

Durante la ejecución el responsable de una cuenta de control gestionará el alcance, cronograma y presupuesto en todos los paquetes de trabajo debajo del punto de control asignado, comparándolos contra los mismos elementos del plan.

El cruce del OBS con el WBS coincide también con la matriz RAM pero esta herramienta se usa para establecer los diferentes tipos de responsabilidad que incluyen tareas de apoyo, verificación, autorización, etc.

Una cuenta de control contiene como mínimo los siguientes elementos:

- Descripción del alcance de los trabajos de la cuenta.
- Paquetes de trabajo incluidos y sus códigos del WBS.
- Fechas de inicio y de terminación de los trabajos incluidos en la cuenta.
- Costo asignado a la cuenta, según el presupuesto aprobado.
- Persona responsable por los trabajos de los paquetes bajo la cuenta.
- Atributos de medición de los paquetes de trabajo incluidos.

- Reglas de medición de los trabajos para obtener el valor ganado EV.
- Código de cuenta del sistema de contabilidad para obtener costes reales AC.
- Adicionalmente una cuenta de control puede tener su PMB individual.

La suma de todas las cuentas de control debe coincidir con el monto total del “presupuesto a la conclusión” del proyecto entero (BAC).

A nivel de gestión de portafolio de proyectos o de un programa, se consolidan todos los totales de los proyectos incluidos y normalmente la alta gerencia recibe reportes de desempeño de todo el portafolio (o programa), así como de los proyectos integrantes. En estos reportes se puede observar gráficamente la evolución de las tres variables PV, EV y AC y calcular variaciones, tendencias y proyecciones, tal como en una cuenta individual de control.

Para obtener el valor ganado EV es necesario que el responsable de la cuenta decida de qué manera se medirá el trabajo. Puede ser que la decisión no sea suya y provenga de los sistemas de gestión de la Compañía (sus activos) o esté establecido en una cláusula de un contrato con un cliente.

Existen diversos métodos de medición del trabajo:

- Regla 0/100. Al concluir el trabajo se asignará la totalidad del valor.
- Formulas como 50/50, 40/60 o 25/75. El primer valor se asigna al autorizar el y el último al entregarlo.
- Logro por hitos alcanzados con pesos asignados. Al alcanzar un hito se asigna un porcentaje del valor o una cantidad fija predefinida. Una versión algo diferente es cuando los hitos son portales de paso de una a otra etapa del trabajo.
- Por unidades terminadas y entregadas. Es similar a la regla 0/100, pero pensando más en partes, productos, subproductos o entregables que en paquetes de trabajo.

- Escala de valores discretos de progreso tal como 0/25/50/75/100%. Se trata de fórmulas usadas para actividades que llevan un tiempo significativo concluir las (típico de la construcción) y donde se otorgan porcentajes fijos según se alcanzan o atributos o se completan trabajos parciales. Es típico de la industria de la construcción.

- % completado del trabajo es un método que asigna un porcentaje de avance acordado entre las partes. El valor es algo subjetivo y que puede no reflejar la realidad.

- Medición del nivel de esfuerzo (LOE). Es una regla basada en asignar al trabajo el tiempo incurrido para llevarlo a cabo. Tiene la desventaja de que EV suele coincidir con PV. Es el típico sistema de medición de los proyectos de construcción de antaño.

- Asignación proporcional al esfuerzo. Es para trabajos o actividades, normalmente de gestión, que son proporcionales al trabajo directo. Por ejemplo inspección, calidad, seguridad, almacenamiento, etc. Se suele asignar como un porcentaje fijo de otros trabajos medidos con fórmulas.

La línea de base del presupuesto distribuido en el tiempo y con pesos asignados, contra la que compararemos el valor ganado y el costo de los trabajos, se suele indicar como PMB, en muchas publicaciones de EVM, incluyendo los dos estándares disponibles.

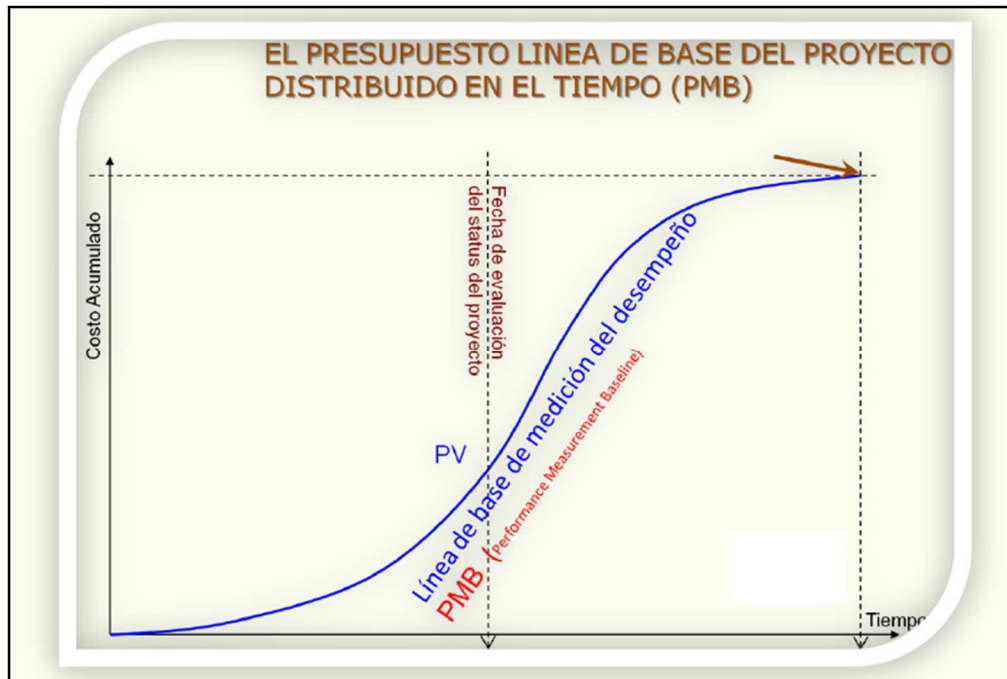


Figura 3.13 Presupuesto línea de base del proyecto distribuido en el tiempo.

El PMB será el resultado y el gráfico obtenido integrando los paquetes de trabajo del WBS, la distribución del trabajo en el cronograma, los costes aplicables según el presupuesto y los métodos de medición de trabajo. Este gráfico define los cambios de costo a lo largo del tiempo de ejecución del proyecto. Las ordenadas normalmente se representan en valores de presupuesto tal como moneda (€, \$), pero pueden usarse horas, horas-hombre u otras unidades (ej.: metros de fibra óptica)

Para construir el PMB debemos definir las cuentas de control CA en el programa, con sus códigos del WBS, sus fechas de inicio y terminación, su presupuesto asignado y establecer la regla de medición del trabajo. A las actividades del cronograma, con sus recursos asignados y nivelados, se le designará el método de medición de trabajo.

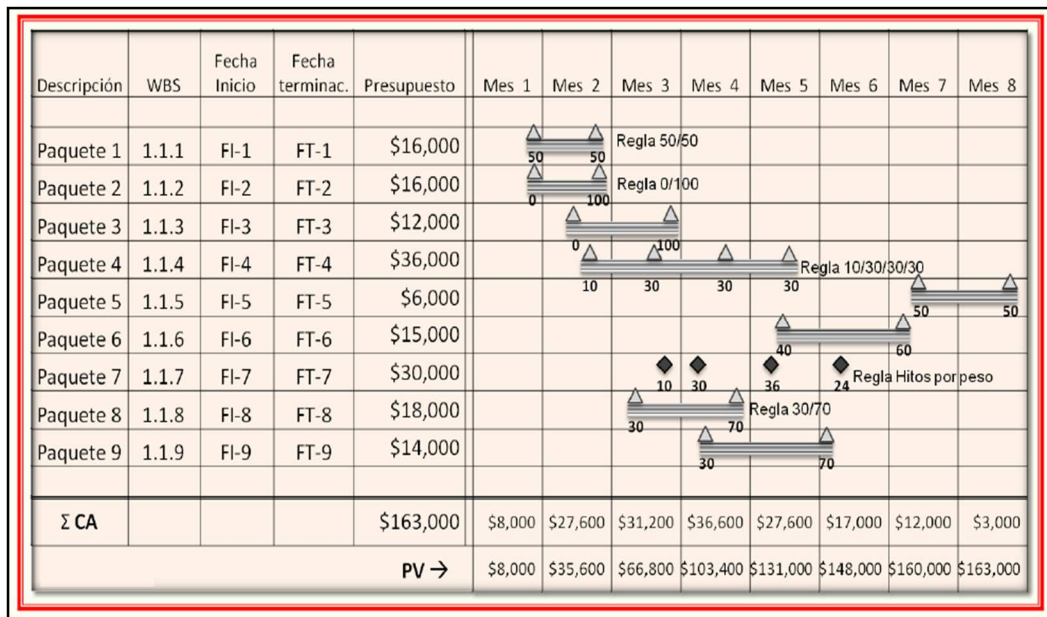


Figura 3.14. Resultados organización WBS

La suma de todos los retornos de valor ganado en las cuentas de control para cada uno de los periodos (columnas) es el valor de PV para ese momento, y nos indicará cuanto de los fondos requeriremos (ej.: mes a mes). Es una aproximación al flujo de caja del proyecto.

Cada total es el aporte del PMB para ese período. A su vez, la suma de estas cantidades coincidirá con la sumatoria de todas las cuentas de control CA y constituirá el valor total del presupuesto, conocido en gestión de Valor Ganado EVM como “presupuesto a la conclusión” y designado con la sigla BAC por Budget at Conclusion. Algunas de estas cuentas incluirán también los costes indirectos que afecten el proyecto, casi siempre cargados de una manera proporcional a otros costes directos. Sin embargo las reservas del proyecto deberán gestionarse fuera del PMB con un grado de autorización diferente

Esto puede organizarse en la mayoría de los Sistemas EPM Enterprise Project Management disponibles comercialmente (tales como Microsoft Project u Oracle Primavera).

A lo largo de su ejecución, el proyecto sufrirá de frecuentes y a veces muy impactantes cambios de alcance, cambios de fechas de entrega y aumentos o disminuciones de costes que habíamos estimado de tal o cual manera.

Se trata de una serie de efectos causados por la incertidumbre del proyecto y donde necesitamos poner en marcha una gestión de riesgos que los identifique y calcule su impacto y enfrente las amenazas o aproveche las oportunidades que vayan surgiendo.

Será necesario luchar contra múltiples factores para mantener nuestras líneas de base intactas el mayor tiempo posible. Para ello será fundamental disponer de un sistema integrado de control de cambios, riguroso y efectivo para que no se cuelen cambios indeseados o poco importantes para el proyecto o para el negocio del producto del proyecto.

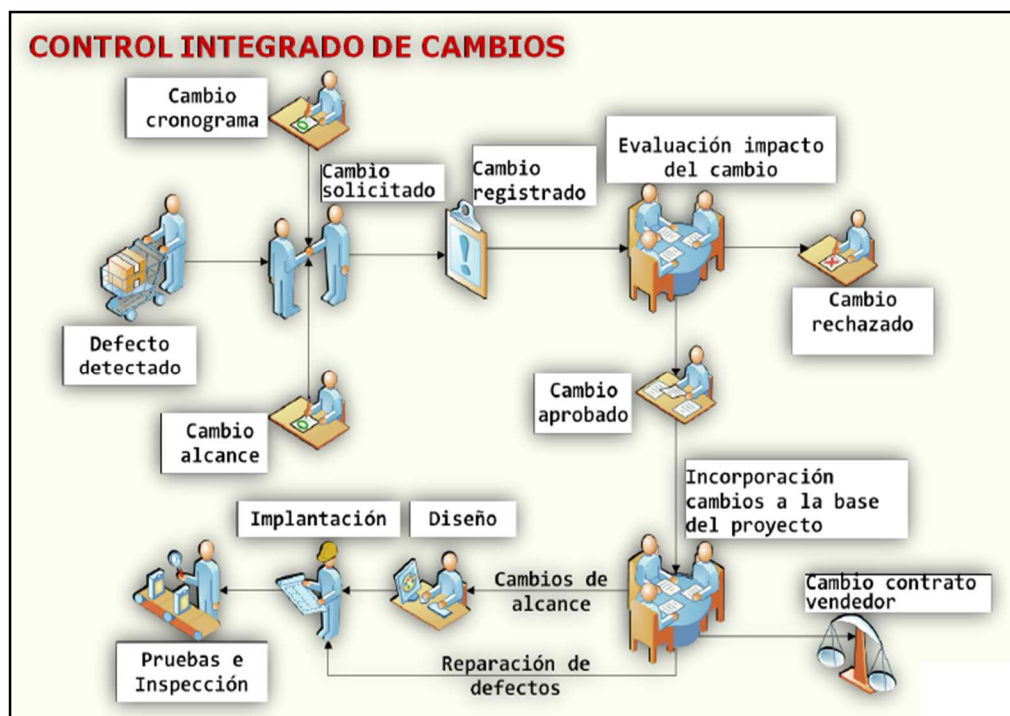


Figura 3.15 Control integrado de cambios.

Debido pues a los cambios, será necesario modificar, quizás varias veces, la línea de base del presupuesto (PMB) con nuevos costes estimados y/o fechas de entrega diferentes a la conclusión del proyecto.

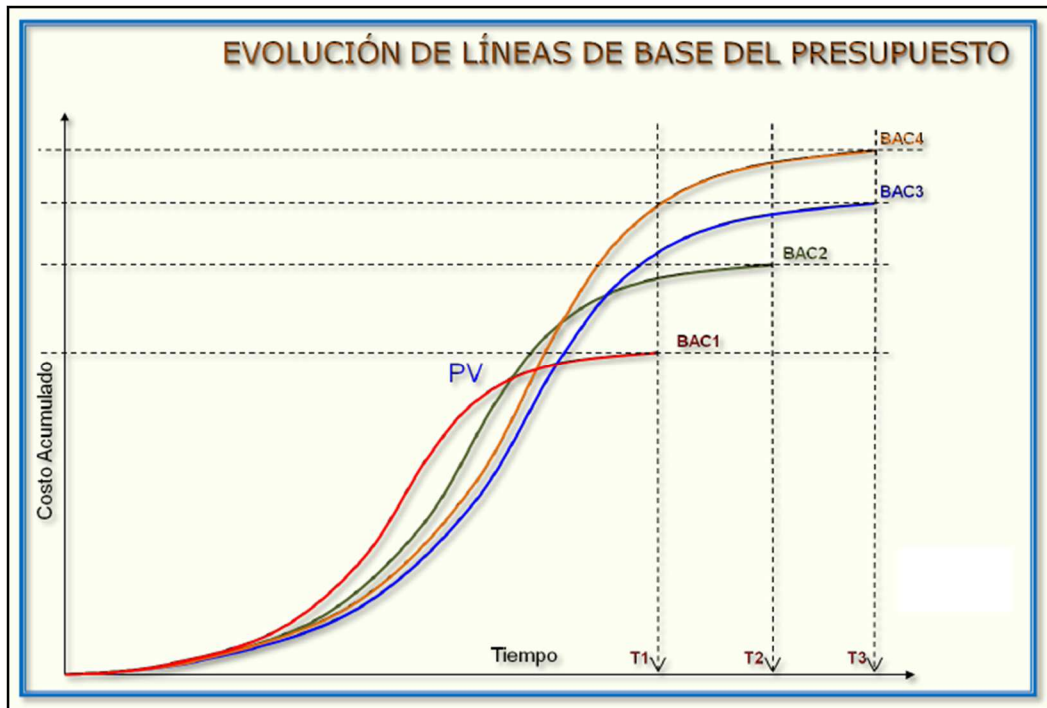


Figura 3.16 Evolución de líneas de base del presupuesto.

Con todo el sistema montado, lo que nos queda es ejecutar el proyecto y hacerle seguimiento, recolectando los datos para obtener EV y AC y hacer una serie de cálculos y análisis para obtener información que nos permita hacer una radiografía del desempeño para tomar decisiones rápidas y acertadas con el fin de mantener el proyecto saludable en el futuro inmediato.

La técnica de análisis requiere evaluar variaciones e índices de tendencia y finalmente hacer cálculos de proyecciones.

Hay tres variaciones en EVM. Veremos dos a continuación:

- La variación del costo **CV** (cost variance) nos permite identificar si estamos por encima o por debajo del valor planeado del presupuesto a la fecha, y en qué cuantía. Un valor negativo indica que nos estamos excediendo en el presupuesto y por tanto no es deseable. La fórmula es:

$$\mathbf{CV = EV - AC}$$

- La variación del cronograma **SV** (schedule variance) nos indica lo adelantados o atrasados estamos en nuestro cronograma. SV compara el trabajo realizado EV con el valor planeado PV. Un valor negativo indica que estamos atrasados y por lo tanto desfavorable.

$$\mathbf{SV = EV-PV}$$

CV y SV son valores absolutos y si bien nos indican condiciones favorables o desfavorables, no nos dan idea de la magnitud. Las fórmulas que siguen y los índices nos indicarán el valor relativo de la situación:

$$\mathbf{SV \% = SV/PV}$$

Este porcentaje nos indica cuanto atraso o adelanto llevamos con respecto al cronograma planeado.

$$\mathbf{CV \% = CV/EV}$$

Este nos indica cuan excedidos o por debajo de la línea de base del presupuesto estamos.

Los índices nos mostrarán que es lo que estamos logrando hacer con nuestros recursos. Índices menores a la unidad son desfavorables.

- CPI es el índice de desempeño del presupuesto (Cost Performance Index):

$$\mathbf{CPI = EV/AC}$$

Un CPI de 0.8 significa que por cada dólar/euro de los fondos del proyecto obtenemos solamente 80 centavos/céntimos de valor.

- SPI es el índice de desempeño del cronograma (Schedule Performance Index):

$$\mathbf{SPI = EV/PV}$$

- El producto CPI x SPI suele recibir el nombre de índice costo-cronograma o índice crítico.

El historial de los CPI y SPI pasados del proyecto nos indican las tendencias de los índices. Si representamos gráficamente los valores de CPI (o SPI) obtenidos a lo largo del tiempo, obtendremos un gráfico de control. Podemos fijar los límites de variación superior e inferior, analizar las tendencias del índice e identificar causas comunes o especiales que puedan surgir.

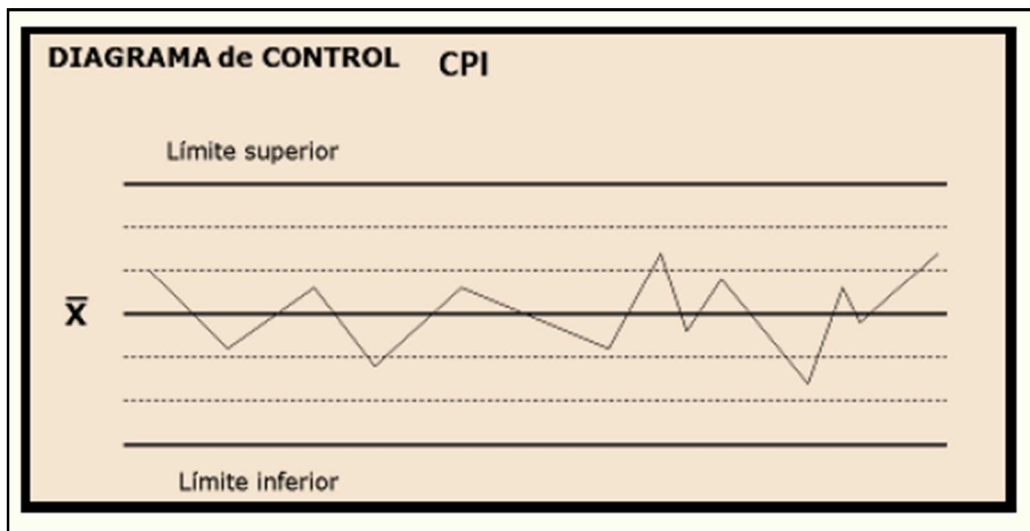


Figura 3.17. Diagrama de control CPI

Con las 3 variables básicas, las variaciones y los índices, solo nos falta obtener un gráfico coste-tiempo con tres curvas, trazadas desde el inicio del proyecto: el PV (PMB) y las otras dos curvas que trazamos con los valores obtenidos de EV y AC, hasta la fecha de corte (actual). Los gráficos nos permitirán visualizar el progreso de valor ganado EV contra el plan (PV) y el coste real (AC) y observar visualmente y en todo momento, las variaciones CV y SV. Ver la siguiente figura.

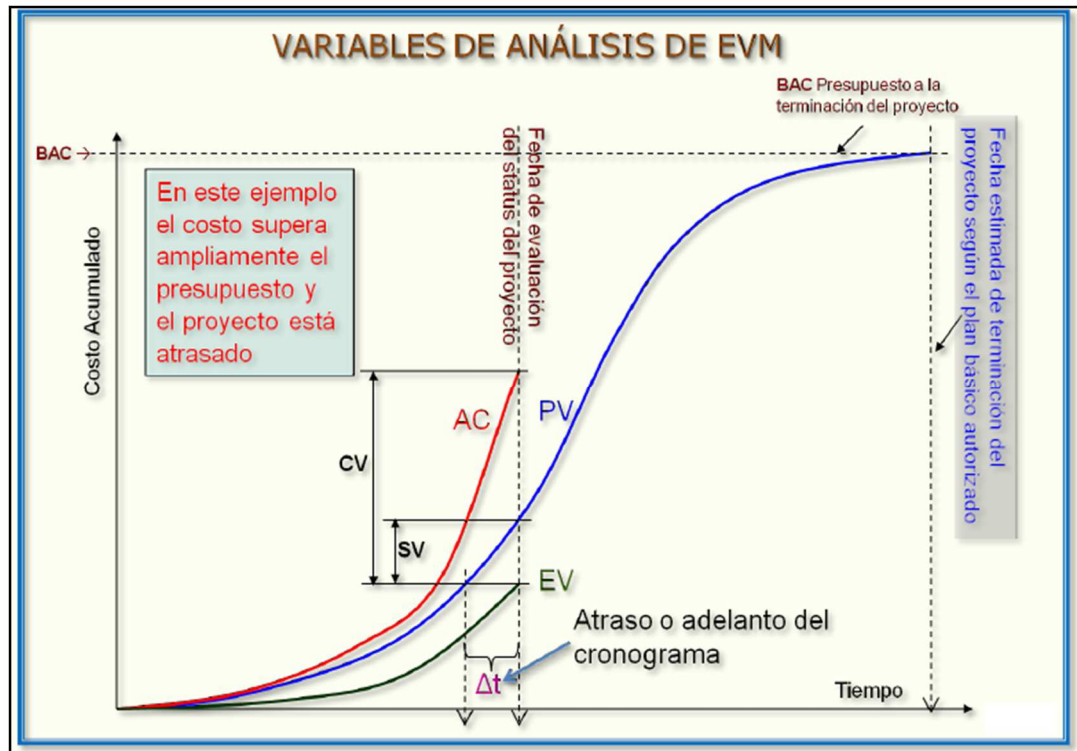


Figura 3.18. Variables de análisis de EVM

Adicionalmente, si comparamos las pendientes de los gráficos EV y AC con respecto a la curva de PV hasta el momento de corte, podremos apreciar las tendencias de EV y AC desde el inicio, y si observamos visualmente la evolución de las variaciones CV y SV podremos apreciar el comportamiento de CPI y SVI.

Otro tema, aunque suscita controversia hoy en día, es el significado de las diferencias en el eje de abscisas. Si tomamos el tiempo del momento de corte en la curva EV y lo sustraemos del tiempo en que la curva PV registró el mismo costo que EV, obtendremos el retraso actual del proyecto en términos de tiempo (Δt).

Para el análisis de las proyecciones del proyecto debemos determinar el siguiente paso, una vez que tenemos las variaciones, índices y la historia del proyecto hasta la fecha (AC, PV, EV)_n

Debemos entender primero que es lo que está pasando, ver si los costes están aumentando más de lo previsto, si no logramos producir con eficiencia, si nos estamos atrasando peligrosamente o si hay un error en los costes estimados. Aunque se disparen los costes o existan atrasos en el programa, debemos ver cuáles son las tendencias de las curvas AC y EV comparándolas con PV.

Atrasarse podría ser simplemente un problema de coste adicional, o puede que sea requerido acortar el plazo de entrega para lanzar un producto al mercado en una fecha más temprana. Esta es la primera fase del análisis de EVM una vez recibimos los reportes periódicos.

La segunda parte implica hacer proyecciones de cómo finalizará nuestro proyecto, y hay que empezar analizando si podemos mantener el actual PMB y como tal nos podremos recuperar en lo que queda del proyecto. Ver si cambia el presupuesto al final o BAC, y si podemos recuperar tiempo perdido acelerando (fast-track³) o comprimiendo el camino crítico (crashing⁴). Podemos con ello ver los costes de acelerar el proyecto y comprobar si la estimación original era suficientemente confiable.

Esta serie de preguntas están destinadas a tomar decisiones sobre que vamos a hacer con el proyecto, a partir de ahora. Debemos proyectar nuestras dos variables EV y AC hacia el futuro y agregarle lo que ellas no nos dicen, pero que nosotros podemos estimar, basados en lo que sabemos que podemos hacer con el futuro inmediato del proyecto.

El “Estimado a la Conclusión” del proyecto o **EAC** (Estimate at Conclusion) es la proyección que nos interesa calcular. Para ello hay que tener las ideas claras de lo que podemos y debemos hacer: el CPI (o SPI). Podremos analizar si mejoran los índices, los mantendremos iguales, o empeorarán.

El **EAC** será igual a lo que ya hemos gastado (AC) más los fondos que necesitaremos para terminar o “Estimado hasta Finalizar” **ETC** (Estimate To Complete). Por lo tanto:

• **EAC = AC + ETC**

Toda la parte del análisis de proyecciones se basa en calcular ETC. Cuando el CPI sea perfecto (o sea igual a 1), ETC se calcula como el total de los fondos aprobados para el proyecto (BAC), menos el trabajo que ya hemos logrado completar (EV).

^{3,4} Términos anglosajones típicos en terminología de Valor Ganado y en el entorno PMB.

Hay diversas maneras de calcular ETC, entre ellas:

- **$ETC_1 = [BAC - EV] / CPI$**

Se asume que el proyecto se comportará como hasta la fecha, por lo que utilizamos el último CPI calculado.

- **$ETC_2 = BAC - EV$**

El gerente y equipo del proyecto están seguros que podrán recuperar el coste perdido, lo que significa que el proyecto asegura terminar en el presupuesto (BAC).

- **$ETC_3 = [BAC - EV] / [a\%CPI \times b\%SPI]$**

En este caso el remanente del proyecto se comportará según una cierta combinación de CPI y SPI. Los factores a o b pueden ser cero o tomar cualquier valor. El uso de la combinación requiere de una explicación más amplia, que requiere de mayor explicación.

- **$ETC_4 = \text{Una nueva estimación.}$**

Si tenemos la posibilidad de obtener una nueva estimación seguramente con menor incertidumbre, esta es la manera más correcta de obtener ETC. Una estimación revisada recientemente se designa a veces en EVM como **LRE** (Last Revised Estimate)

Hay otras formas de cálculo en diferentes publicaciones. Por ejemplo, en el estándar de EVM del PMI hay una fórmula de cálculo de CPI con la media de tres parejas de valores AC y EV.

Para determinar cómo se calcula puede también depender de la industria o negocio del cual se trata el proyecto.

En la figura, a continuación, podemos observar un ejemplo gráfico de evolución del PMB del plan (PV) a la nueva curva dada por el trazado de AC.

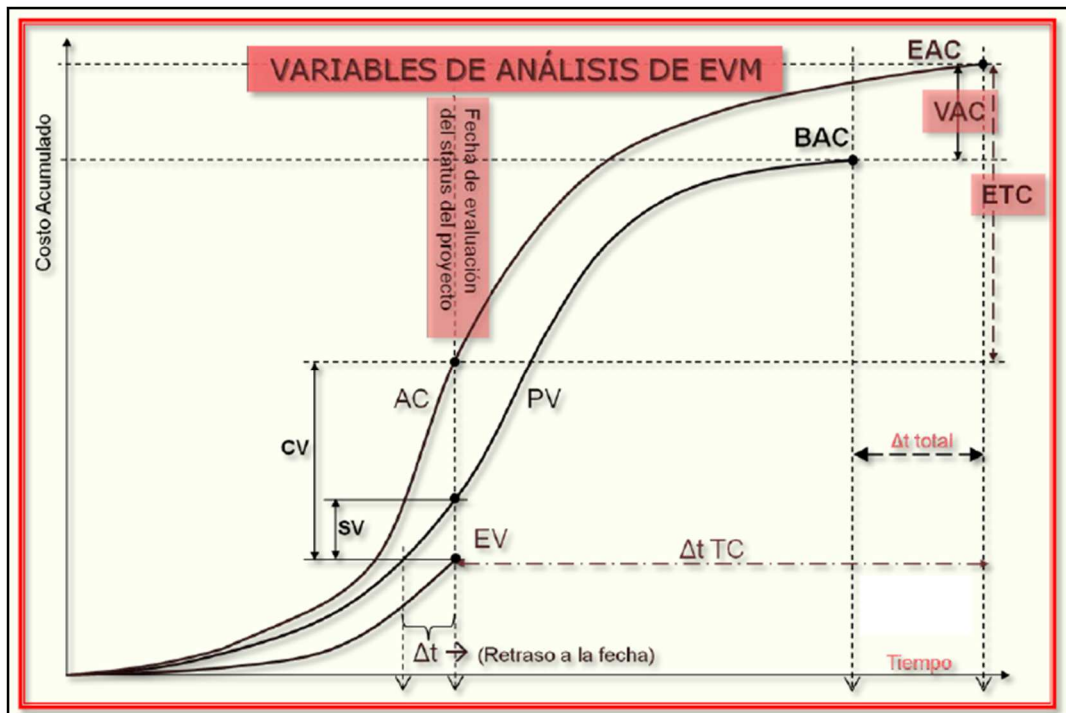


Figura 3.19 Variables de análisis de EVM II

Podemos visualizar en él, que significa ETC y EAC en ese cambio de PMB. En ella también observamos la “Variación a la Terminación” **VAC** (Variation at Completion) que es la diferencia entre el presupuesto BAC y el nuevo estimado EAC, el cual seguramente una vez lograda una nueva autorización, se convertirá en el próximo BAC₂. La variación relativa al presupuesto aprobado calculado como porcentaje sería:

• **$VAC\% = VAC / BAC$**

VAC% nos indica cuanto nos hemos excedido en el presupuesto autorizado.

ΔtTC corresponde a la parte del cronograma que nos falta para concluir el proyecto y se denomina “cronograma para terminar” y el Δt total sería la variación entre la nueva fecha de conclusión dada por el nuevo EAC y la autorizada, dada por BAC.

Este método de proyectar tiempo está todavía muy inmaduro a nivel de EVM y algunos autores observan cierta cautela en su utilización, ya que los métodos como CPM y PERT, son los que nos darán una mayor precisión para estimar tiempos.

El índice TCPI es necesario para concluir como desearíamos. Si estamos en una situación con un índice CPI no favorable, podríamos valorar cómo debería cambiar a partir de ahora este índice, para poder finalizar el proyecto dentro del presupuesto. Para ello tenemos a disposición otro índice, que solo en los últimos años se ha consolidado como parte de la gestión de Valor Ganado. Se denomina “índice de desempeño para concluir” y se designa como **TCPI** (To Complete Performance Index).

El gráfico de la figura siguiente corresponde a un ejemplo de la variación en el tiempo de CPI hasta un valor de 0.75, a la fecha de corte.

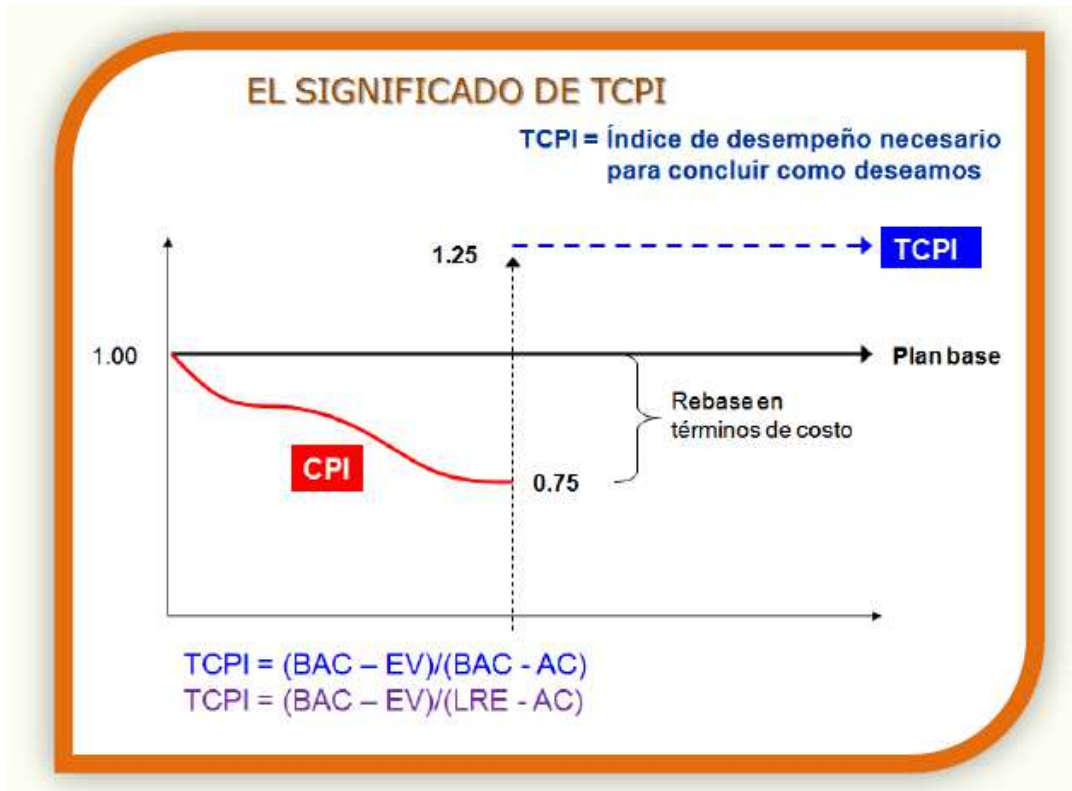


Figura 3.20. Significado de TCPI

Para poder terminar el proyecto en el presupuesto necesitamos lograr un TCPI de 1.25. Significa que hay que tomar acciones para lograr revertir la productividad del proyecto.

El TCPI se calcula como el cociente entre “lo que nos queda de trabajo por hacer” y “lo que nos queda disponible de fondos”.

Si calculamos el TCPI para completar el proyecto según el presupuesto original, la fórmula es:

$$TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$$

Si en cambio consideramos EAC como el último estimado revisado (LRE) a ser autorizado, reemplazaremos BAC en el denominador por LRE.

$$TCPI = (BAC - EV) / (EAC - AC)$$

Para establecer un sistema EVM nos podemos basar en el estándar ANSI/EIA-748 EVMS 2007 que es el documento disponible de mayor utilidad a la hora de implementar un sistema de Valor Ganado EVM. En Internet existen varias guías tales como la del Departamento de Energía (DoE) y la de la NDIA (The National Defense Industrial Association) que son muy útiles para interpretar los 32 criterios de la norma 748.

Resumimos los pasos que hay que dar con los procesos de gerencia de proyectos que hemos revisado, con el fin de implementar EVM.

Se proponen algunas ideas para organizarse para tal fin.

Los procesos a seguir son:

- Definir el alcance con el WBS y su diccionario (Glosario, o significado de cada parámetro).
- Definir el cronograma (establecer secuencias, dependencias, recursos y duraciones) y optimizarlo nivelando recursos y aplicando CPM.
- Estimar costes para elaborar el presupuesto.
- Autorizar el cronograma y el presupuesto que serán las líneas de base.
- Definir los puntos de control de EVM.
- Crear los métodos de medición de trabajo.
- Crear las cuentas de control (CA).
- Asignar los responsables a las cuentas (cruzar OBS con WBS).
- Integrar toda la información en un sistema de software EPM (Enterprise Project Management).

- Establecer los reportes de desempeño y la manera en que serán distribuidos a los interesados.
- Establecer un sistema de Project Review para analizar Valor Ganado y en base a ello, tomar decisiones oportunas.
- Asegurar la puesta en funcionamiento de un sistema de control de cambios efectivo y riguroso.
- Establecer un sistema de reinyección de nueva información a los procesos anteriores.
- Hacer todo lo posible para integrar todo esto con la gestión de riesgos.

Adicionalmente debemos asegurar llevar a cabo todos los procesos del grupo de Seguimiento y Control (PMBok 4^a.Edición) que están directamente relacionados con los indicados en la lista anterior.

La figura siguiente muestra una serie de pasos para la organización de un sistema EVM que pueden ser diferentes en distintas organizaciones o proyectos. Normalmente estos pasos deberían estar relacionados con un sistema de control con todos sus procedimientos, que forme parte de los activos de la Empresa. (pp. 7-24)

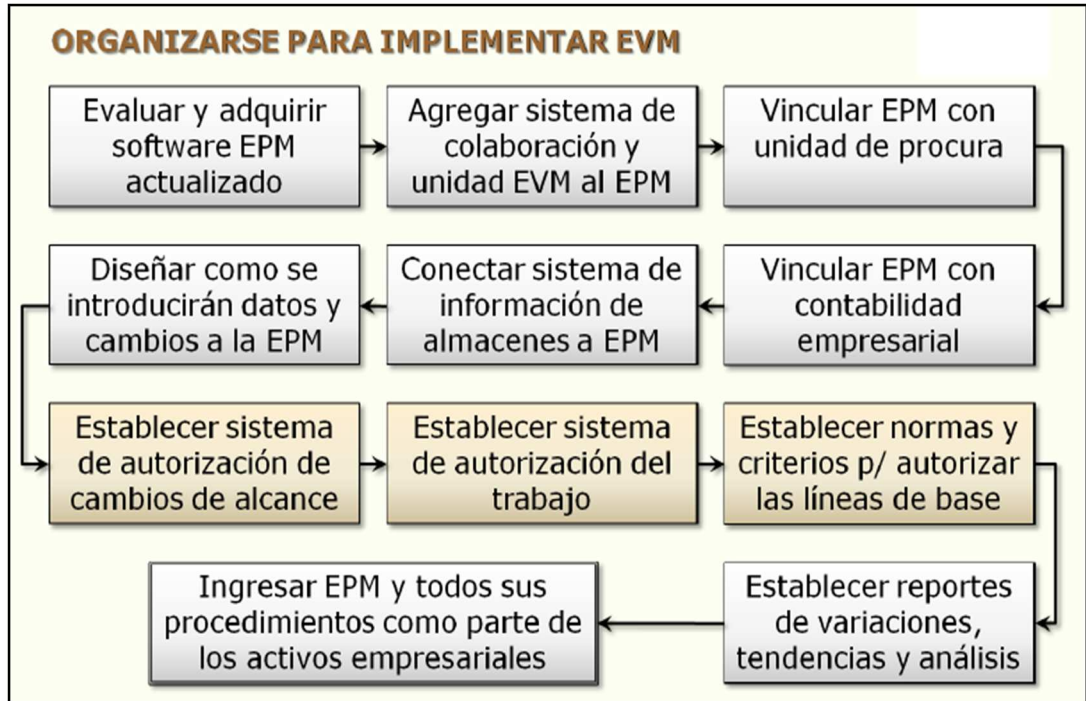


Figura 3.21 Organizarse para implementar EVM

3.5.3 BCIS, la estrategia británica de control y BIM como referente

El BCIS (Building Cost Information Service) es un sistema, una estrategia de construcción del Gobierno Británico, es para muchos una referencia mundial y se publica cada año, con el objetivo de la aplicar este sistema en el sector de la construcción, permitiendo controlar los costes, realizar una evaluación comparativa o benchmarking⁵, y su aplicación al ciclo de vigencia del coste e incluso su interacción con el Building Information Modelling (BIM).

Para que esto pueda normalizarse se requiere que la información de costes se presente constantemente en un formato estándar. La previsión del coste viene determinada en la primera fase de un proyecto, ya que existen elementos claramente definidos inicialmente que proporcionan la base para la previsión del coste, benchmarking, y especificación de rendimiento previsto.

Por lo tanto, cada publicación de una nueva edición del Formulario BCIS Elemental de Análisis de Costes (SFCA) está basado en las definiciones elementales comunes y la estructura de desglose de costes con las nuevas reglas de medición para la planificación de los mismos.

La primera edición de la SFCA fue publicado en 1961 por el Grupo de Investigación de Costes RICS (siendo RICS una organización global de profesionales del sector inmobiliario). Se define en ella un elemento como "... una parte física principal de un edificio que cumple una función o funciones específicas con independencia de su diseño, especificación o construcción". La estandarización de los elementos permitió la mejora para almacenar y controlar la información de los diferentes costes y de los cambios.

⁵ Anglismo que consiste en tomar "comparadores" o benchmarks de aquellos productos, servicios y procesos de trabajo que pertenezcan a organizaciones que evidencien las mejores prácticas sobre el área de interés, con el propósito de transferir el conocimiento de las mejores prácticas y su aplicación. En este caso del sector de la construcción. Es una herramienta destinada a lograr comportamientos competitivos (eficientes) en la oferta de los mercados, consistente en la comparación del desempeño de las empresas, a través de la métrica por variables, indicadores y coeficientes.

En una presentación corporativa (Building Cost Information Service, 2011) se recoge de forma resumida aspectos como que:

La estrategia de construcción del Gobierno se centra en la entrega de los edificios a un coste conocido y de ser capaz de realizar un seguimiento de la reducción de los costes que se derivan de las mejoras en la contratación. Para hacer esto se requiere el tipo de información que el BCIS ofrece a coste por m² de superficie de suelo interior de edificios y elementos y coste por unidad de cantidad de elemento.

El desarrollo de Building Information Modeling (BIM) requiere que la información sea suministrada desde el modelo BIM en varias etapas a lo largo de la línea de tiempo del proyecto para que los costes pueden ser conocidos o validados. En la primera etapa de un proyecto esta información se deriva de un modelo de bloques que proporcionará cantidades de base a partir del cual se pueden derivar cantidades unitarias elemento.

Reglas claras para medir el edificio y sus elementos deben ser incluidos en los requisitos de BIM del empleador y / o en el Plan de Ejecución del Proyecto BIM para garantizar que se utiliza la información de costes adecuada.

El propósito del análisis de costes es proporcionar datos que permitan realizar comparaciones entre los costes en función del edificio (su destino, uso o tipo) en un proyecto con los obtenidos en edificios con funciones equivalentes en otros proyectos. Es el análisis del coste de un edificio en términos de sus elementos. Un elemento para fines de análisis de costes se define como una parte física principal de un edificio que cumple una función o funciones específicas con independencia de su diseño, especificación o construcción. La lista de elementos, sin embargo, es un compromiso entre esta definición y lo que se considera práctico.

El análisis de costes permite diversos grados de detalle en relación con el proceso de diseño. Se necesitan los costes generales de los tipos de edificios durante el período inicial y se requiere cada vez más detalle según el diseño se desarrolla. Los costes elementales están relacionados con la ocupación de metros de superficie de suelo interno y también a un parámetro más estrechamente

identificado con la función de los elementos, la cantidad unitaria elemento.

Un análisis más detallado relaciona costes de las formas específicas de la construcción dentro del elemento representado por precios unitarios denominados "All-in".

Con todo ello se consigue un apoyo a la información sobre los factores de contrato, de diseño o forma y sobre todo situación del mercado, al ser definidos los costes analizados. De esta manera pueden ser plenamente conocidos y analizados de forma previa. (p. 1-25)

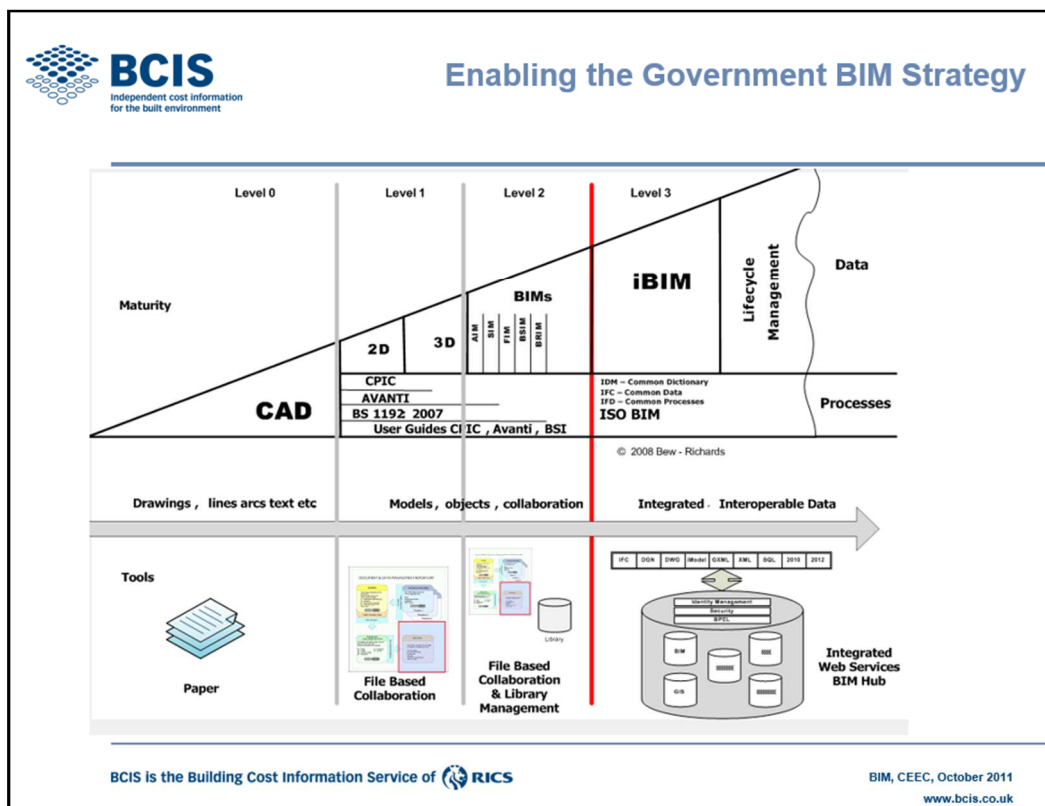


Figura 3.22 BCIS, Estrategia del gobierno británico en BIM.

De esta tabla original del informe en inglés, de la propia presentación corporativa del BCIS y del contenido de los documentos revisados, el análisis más importante que podemos deducir es que BCIS lo que pretende ser es un sistema que se base en información evaluable abierta y que se pueda compartir. El gobierno británico pretende impulsar el uso de BIM creando una infraestructura de estándares, guías y formación.

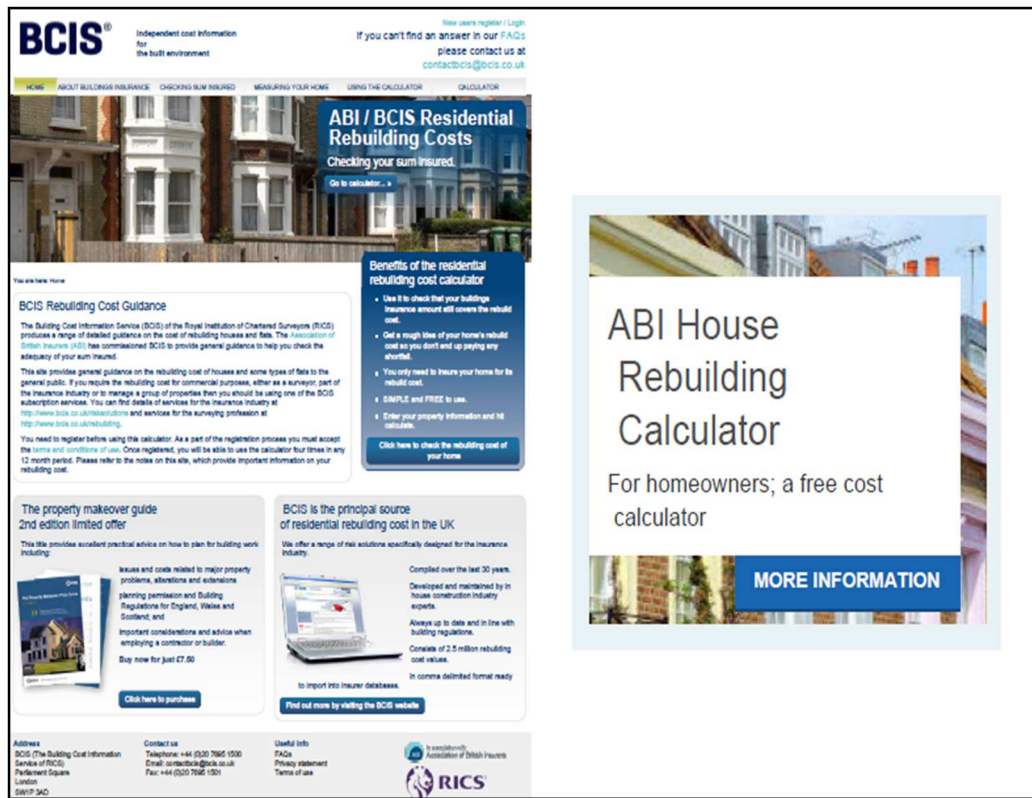
La estrategia pretende ser de aplicación a todos los proyectos de edificación, infraestructura y rehabilitación y solo tendrá éxito si los beneficios son reales, existe una generalización en su adopción y se llega incluso a implantar en la cadena de suministro.

Definir y considerar que los datos no son propiedad de alguien en concreto significará que se potencie el intercambio de información, definiendo COBie (Construction Operations Building Information Exchange) que es un formato de datos relacionado con BIM que no se centra solo en aspectos geométricos del modelo. COBie ayuda a recopilar y guardar datos en la fase origen de los proyectos, incluyendo listado de equipamiento, garantías, incluso planes de mantenimiento.

El objetivo del BCIS ha sido producir la normalización de los análisis de costes y un formato único para la presentación.

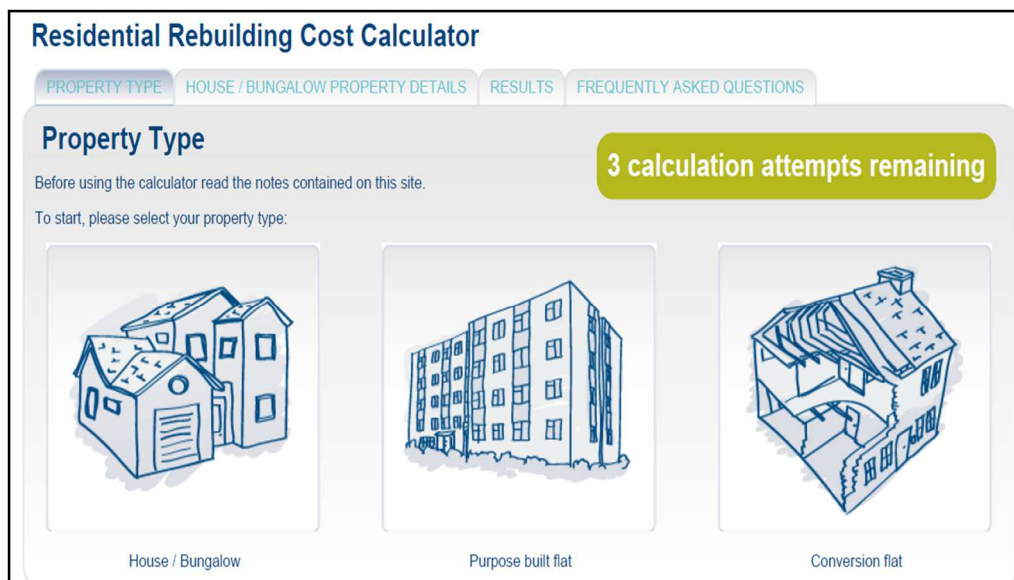
Analizamos y referenciamos de la propia página WEB, aparte de las ya mencionadas, en apartados anteriores, fórmulas para el cálculo de la duración de un proyecto de obra en función del tipo de edificación, la posibilidad del cálculo inicial de un presupuesto de un proyecto a través de las herramientas online del BCIS, como la disponible para reconstrucciones o reformas para edificios residenciales. Algo que puede hacer más simple el proceso es que no solo ofrece un sistema donde existen complejos criterios, herramientas y códigos, sino que podemos acceder incluso a alguna la herramienta básica o utilidad en línea que sirve de partida y que nos marca el coste previsto de la inversión. Desde el gobierno británico con ello se da un apoyo al ciudadano para el cálculo en función de parámetros tan dispares como el código postal, los m² o el número de baños entre otros.

Presentamos a continuación un ejemplo de la herramienta BCIS a la que se puede tener acceso de este modo.



Fuente: <http://www.rics.org/es/knowledge/bcis/>

Figura 3.23 BCIS, captura de pantalla de la página oficial.



Fuente: <http://www.rics.org/es/knowledge/bcis/>

Figura 3.24 BCIS, Calculadora de costes de reforma residencial.

Residential Rebuilding Cost Calculator

PROPERTY TYPE HOUSE / BUNGALOW PROPERTY DETAILS RESULTS FREQUENTLY ASKED QUESTIONS

Property Details

Please enter the details of the property:

3 calculation attempts remaining

Style: Number of bedrooms:

Number of storeys: Number of bathrooms:

Postcode:

Approximate year built:

Number of garage spaces:

Wall type:

For help in calculating the external floor area click here

Roof type:

Cellar:

External floor area: m2 ft2

Listed/unusual property?:

Fuente: <http://www.rics.org/es/knowledge/bcis/>

Figura 3.25 BCIS, Calculadora de costes de reforma residencial II

3.6 Propuesta de uso de BIM para mejora de los sistemas de control de costes

Hemos dicho que la decisión de establecer un sistema de gestión de costes depende de una serie de factores, acabamos de ver en profundidad un análisis de la gestión de costes en el sector de la construcción y aspectos, como ya indicábamos en el apartado 3.5, al respecto de la problemática de dichos costes. En general BIM permite una buena gestión de costes y en particular en esta investigación se va a centrar en una combinación de costes y tiempos, para llegar a comprobar como la mejora de ambos parámetros justifica el uso de BIM a través de diversas aplicaciones contables como el ROI, gestión coste-beneficio, o el sistema del “valor actual”.

Vamos a analizar y tener en cuenta la implementación de BIM y técnicas fotogramétricas comparadas con métodos de medir y proyectar tradicionales, y tratar de demostrar que proporcionan una serie de ventajas y valores añadidos.

Existen algunos estudios como el de la compañía Autodesk® y otros muchos de los que abundaremos en datos en el capítulo 4.1, que a través de varias plataformas, especialmente REVIT®, dispone de uno de los softwares BIM más estandarizados. Estos estudios ayudan a enfocar a BIM como herramienta de gestión y control de costes y demuestran como tiene un papel muy importante en el retorno de la inversión en tecnología, además de cómo está influyendo en la toma de decisiones.

En este mismo sentido la influencia de BIM en el trabajo del Project Manager es cada vez mayor. Desde las fases iniciales hasta la finalización de la obra. Los procesos y la metodología de trabajo propia de BIM ayudan al Project Management a ejercer de modo más eficaz una labor de coordinación y control sobre cada uno de los agentes implicados, orientándoles hacia un desarrollo de sus funciones de forma más interdependiente. BIM ayuda al PM a aportar valor al cliente e incrementar la eficiencia operacional interna. Eficiencia que casi siempre se mide en términos de tiempos y minimización de errores. Es por ello, que en la medida que se mejoran estos parámetros, se está estandarizando el uso de BIM y se propone como sistema de gestión de costes.

Capítulo IV

ANÁLISIS CUANTITATIVO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE COSTES

Resumen: Desde su implantación las empresas tratan de valorar el impacto cuantitativo y cualitativo de BIM en gestión y ahorro de costes. Veremos los motivos del rechazo inicial de algunas empresas a BIM, que aspectos debería contemplar el realizar un estudio de ROI de BIM, y analizamos algunos estudios por sectores y países. Finalmente planteamos como vamos a hacer el análisis ROI del BIM aplicado a nuestro caso de estudio del sector franquicias de pequeño tamaño.

4.1 Introducción. Sistemas de gestión de costes y BIM como solución

Al respecto de la gestión de costes mediante análisis cuantitativo (Gutiérrez y Holman, 2013) señalan:

La gestión de costes mediante análisis cuantitativo ha avanzado considerablemente en los últimos años, impulsados por nuevas tendencias de gestión, globalización, nuevos modelos de contratación y marcos regulatorios de aplicación internacional, entre otras. La gestión de riesgos en proyectos, mediante este análisis cuantitativo, está dejando de ser residual en los proyectos y ha pasado a convertirse en un enfoque integral. Sin lugar a dudas, la aplicación de diferentes metodologías de gestión de riesgos nos han llevado a mapear de manera detallada un sin fin de riesgos que afectan a los proyectos, a construir extensas matrices y a construir modelos probabilísticos de tiempo y costo a partir del análisis de escenarios de materialización de riesgos. Sin embargo y a pesar del avance obtenido a la fecha, los proyectos siguen teniendo grandes brechas y desviaciones frente a sus objetivos y metas, la industria y la construcción no es para nada ajena a esta situación. (p - introducción)

Desde los comienzos de la tecnología BIM, las empresas que adoptan BIM han tratado de comprender el impacto de la transición de esta tecnología y software en términos de factores cuantitativos y cualitativos. De este modo (Rae Hoffer, 2016) señala en un informe de Autodesk®:

Debido a que la adopción de BIM continúa acelerándose, el diseño y la construcción recogen más de una década de experiencia analizando el valor y el impacto financiero de BIM. A lo largo de la historia, en los negocios, tener una creencia sólida del retorno de la inversión ha sido una condición necesaria en la evaluación de las inversiones. Sin embargo, aunque algunas empresas calculan la relación del retorno de la inversión para evaluar los beneficios económicos asociados con el cambio de procesos, otros consideran este cálculo demasiado difícil o que supone una mano de obra intensiva e innecesaria. Muchos señalan que la rigurosa medición económica es a menudo cuestionada por la complejidad y singularidad de un proyecto determinado.

El reto de definir el impacto económico de BIM para el diseño y la industria de la construcción ha atraído un gran interés en la investigación. Además de medir la percepción del sector en cuanto al retorno de la inversión a través encuestas y entrevistas (Berckerik-Gerber and Rice (2010), los estudios han incluido las inspecciones detalladas de los resultados financieros de casos de estudio de proyectos (Azhar (2008), Shen y Issa (2010), Giel y Issa (2013), y Bryde (2012)) y estudios en profundidad de iniciativas corporativas concretas (Barlish and Sullivan (2012), Giel (2010), Giel and Issa (2013). Todos estos trabajos representan una amplitud de investigaciones sobre el ROI del BIM que se extiende por todo el ciclo de vida del proyecto, examina varios tipos de construcción, considera diferentes niveles de experiencia BIM, y observa una serie de diferentes métodos de cálculo. (pp. 4-5)

Otro reto inicial resulta de analizar las razones que algunos estudios arrojan sobre el nivel de interés y los motivos de rechazo al uso de BIM por aquellos que no lo usan.

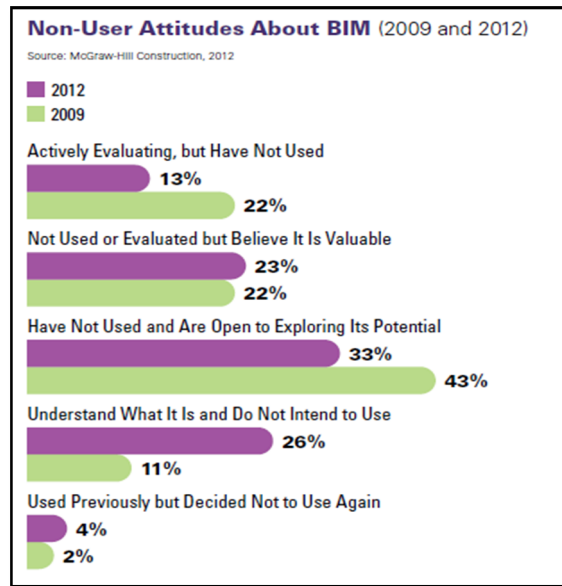


Figura 4.1 Actitudes de los no usuarios frente a BIM

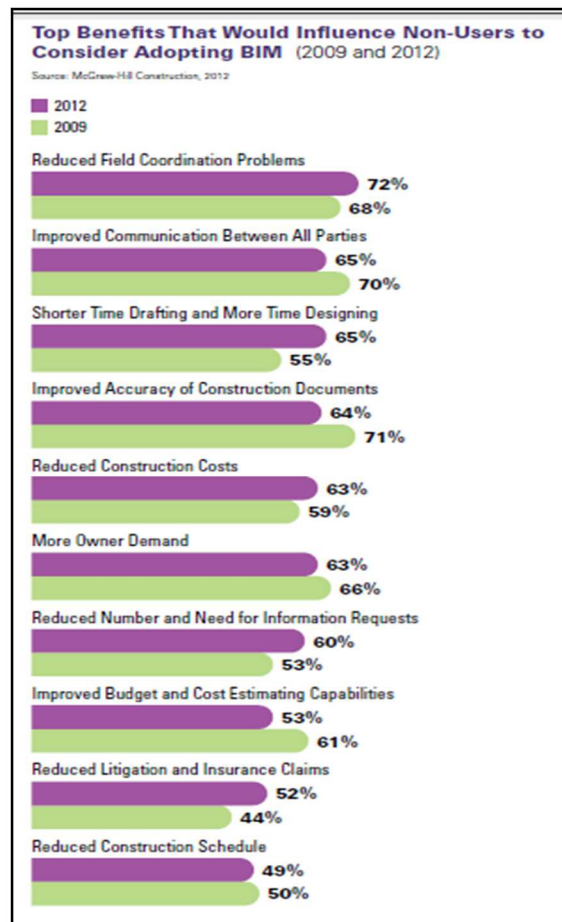


Figura 4.2 Los mayores beneficios que podrían influir en los no usuarios en adoptar BIM

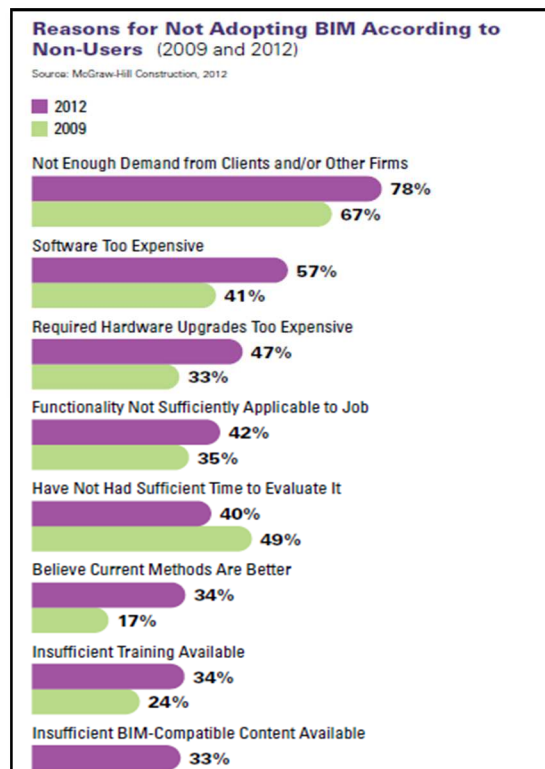


Figura 4.3 Razones para no adoptar BIM por aquellos que no lo usan.

Vemos argumentos en las respuestas como que no existe todavía suficiente demanda por los clientes de este servicio, considerar que el software es demasiado caro, que el hardware adecuado es caro, que funcionalmente no es lo suficientemente aplicable en el trabajo, que no se dispone de tiempo suficiente para la evaluación, la creencia de que los métodos habituales son mejores, que no existe o hay una formación insuficiente y que no existe un entorno BIM compatible suficiente disponible.

4.2 Análisis ROI de implantación BIM

Existen muchos planteamientos para hacer un análisis cuantitativo de gestión de costes, algunos autores estiman que en cualquier caso hay que seguir un patrón para monitorizar comparativamente los procesos donde se aplican de un determinado modo y donde no. En este caso se establece y comentamos los pasos o proceso de aplicar el análisis ROI de implantación de BIM. (Morriscal, Kate, 2014):

1. Comparar proyectos similares. El cálculo del ROI más sencillo se puede hacer con los proyectos que comparten características relevantes: medidas, sistema estructural, esquema arquitectónico, incluso miembros del equipo del proyecto. Si se puede eliminar o reducir el efecto de esas variables, entonces la determinación de su mejora en la eficiencia puede ser tan simple como la comparación de las horas dedicadas a diseñar un proyecto en CAD para el diseño de las horas dedicadas esencialmente el "mismo" proyecto en BIM. Esto es en parte lo que en este estudio o tesis hemos trabajado sobre el mismo modelo de trabajo, en este caso una serie de proyectos de tiendas de franquicia en donde se aplica esta comparación de tiempos.

2. Comparar Redacción vs Horas diseño. En este análisis comparativo se habla de proyectos más variados dentro de una empresa, con una cartera más ecléctica, puede que no tenga incluso proyectos "similares" para comparar entre sí. En su lugar, propone echar un vistazo a su división del trabajo. En un proyecto típico de CAD, analizar qué porcentaje de horas se factura a los ingenieros / arquitectos / diseñadores, y qué porcentaje va a los redactores ¿Cómo cambia cuando se mira a un proyecto BIM? Tal vez su tiempo de modelado sube o tal vez su tiempo de "documentación" puede bajar, debido a que sus ingenieros y arquitectos son capaces de modelar más y profundizar más en el proyecto y agilizar con las conclusiones el trabajo de redacción. De cualquier manera, podría proporcionar información valiosa sobre el flujo de trabajo BIM de su empresa. Me resulta interesante este análisis y por ello lo recojo como reflexión, aunque no es la aplicación de esta tesis en donde sí, por tratarse de modelo de proyectos de franquicia estaríamos en el punto comparativo de proyectos similares.

3. Comparar los esfuerzos de cada fase. Casi cualquier argumento de venta BIM se basa comercialmente en ahorro tiempo y dinero durante la construcción. Y si se hace bien, eso puede ser cierto, gracias a la documentación y coordinación mejorada. La otra cara de esto puede ser que la fase de documentos de diseño o construcción (CD) supone una carga y esfuerzo que normalmente se consume en la fase de administración de la construcción (CA) o fase de construcción propiamente dicha. Si aparentemente los proyectos van por encima del presupuesto en CD, se debe echar un vistazo a sus costos de CA. Podemos ver si existe un menor número de órdenes de cambio en sus proyectos BIM, ver cuántas IFR (solicitudes de información o aclaraciones) se optimizan en proyectos BIM comparados con los CAD, y si se están emitiendo menos complementarios o partidas auxiliares por mejor definición en la fase de proyecto BIM. Es importante definir estos puntos porque cualquier reducción en sus costos de CA, en tiempo o dinero, puede y debe sumarse al lado positivo de su ROI BIM.

4. Ir a la Fuente. En general parte de nuestras investigaciones ROI BIM probablemente involucrarán proyectos en los que se excede el presupuesto. Cuando eso sucede, es fácil culpar al uso de BIM porque implica un software caro y complicado que puede causar problemas si no se utiliza de manera inteligente o simplemente correcta. Pero, por supuesto, los proyectos de construcción que van por encima del presupuesto siempre han existido. Al analizar los proyectos, se deben buscar los factores que van más allá del software. Analizar condiciones imprevistas existentes que requieren grandes cambios en el diseño, si el cliente siempre cambia los requisitos, si se aumentó el alcance del proyecto y no se adapta el presupuesto son factores clave. Del mismo modo es imprescindible analizar si existe falta de comunicación entre los miembros del equipo afectando a su eficiencia. Cualquiera de estos factores podría afectar a proyectos CAD también. Y aun siendo factores importantes para el éxito global de un proyecto, puede que tengan que analizarse independientemente y centrarse en las eficiencias BIM específicas.

BIM puede proporcionar un montón de datos para que se pueden utilizar para evaluar su eficacia, es en este sentido una retroalimentación constante para el análisis. No todos los cálculos de ROI rendirán un número positivo, pero al

centrarse en aspectos específicos de los flujos de trabajo de BIM y eliminar información innecesaria se pueden encontrar en sus eficiencias el espacio que supone el retorno de la inversión en BIM. (p.1)

Del mismo modo y como referencia de investigación tomaremos algunos estudios como el desarrollado por Ang Yu Quian (2012) en la National University of Singapore en donde nos presenta un caso de estudio de Project Management multidisciplinar en donde se analizan los beneficios y el ROI de BIM. Si bien como veremos en el desarrollo de nuestra tesis no es de aplicación su enfoque ya que se centra en BIM exclusivamente y abarca más la fase de análisis de datos y materiales, mientras en nuestro caso centramos el estudio en la parte más de toma de datos de campo y en la parte gráfica de BIM y nos apoyamos e incorporamos además otras herramientas para mejorar los procesos de modelado desde dicha fase de toma de datos, tratando de optimizar estos trámites previos y valorando conjuntamente el retorno de la inversión.

4.3 Planteamiento del problema

El problema se plantea fundamentalmente cuando surge en las empresas la duda en la implantación del BIM por miedo a que no sea rentable, además ya comentamos en el punto 4.1 que el cálculo de costes para algunas empresas es considerado demasiado difícil o supone una mano de obra intensiva e innecesaria.

Este miedo en las empresas a que BIM no sea rentable es analizado por algunos autores, analizando que el problema reside en que estos factores intangibles son difíciles de ser apreciados por algunas empresas y entender este sistema en términos de ahorros de costos, evitar los modificados, reducir los errores o mejorar en la seguridad.

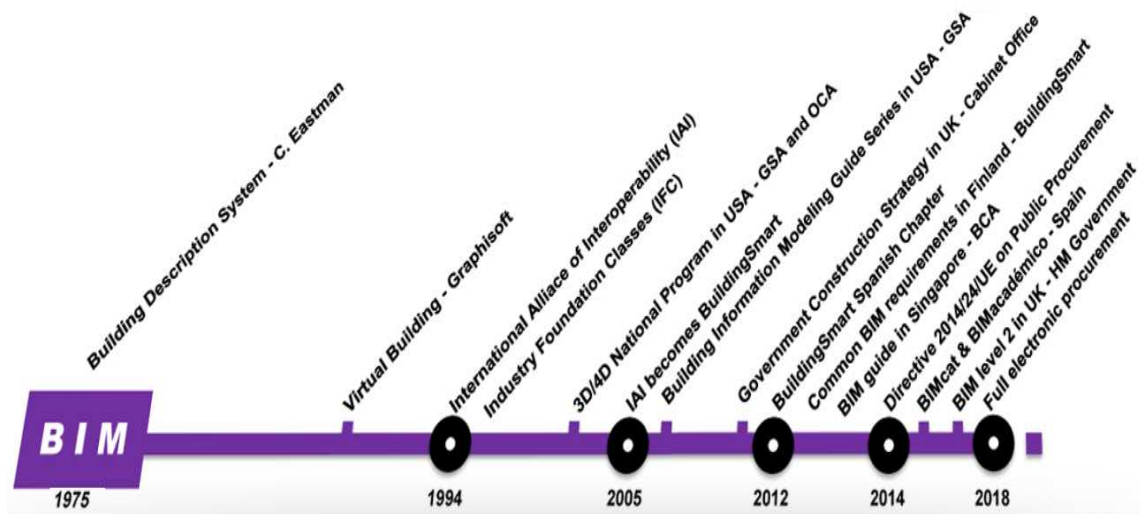
Además, en los grandes proyectos los sistemas y el personal necesarios para medir y realizar un seguimiento de retorno de la inversión pueden ser lentos y costosos en sí mismos. No hay un método estándar de la industria para el cálculo del ROI para BIM, y muchas empresas no han adoptado unas prácticas de medición consistentes, aunque hay interés en hacerlo y la creencia en el valor potencial de ROI para BIM, que demostrará sus bondades.

Esa rigurosa medición económica es a menudo cuestionada por su complejidad y singularidad y supone por tanto otra barrera, es decir, una resistencia interna en las organizaciones al cambio.

En nuestro proyecto de investigación también existe una necesidad de justificar la inversión a priori y dentro de las funciones de ingeniería aplicadas al sistema de implantación de proyectos de tiendas franquiciadas se prometen resultados que serán buenos para optimizar tiempos, costes y sobre todo diferenciación de la competencia por el sistema elegido para presentar los proyectos desde su fase inicial de toma de datos. Gracias a la apuesta llevada a cabo por la dirección de la empresa, se inician las inversiones y la aplicación práctica de esta tesis. Con los primeros resultados se autorizan posteriores avances y apuestas por la investigación a través de sistemas de BIM, fotogrametría y 3D que se empiezan a llevar de forma sistemática a todos los nuevos proyectos de inversión que surgen. Ahora el reto está en demostrar que las inversiones posibles en BIM serán rentables en forma de retorno de la inversión ROI, el modelo de seguimiento elegido y ya expuesto en su proceso de cálculo. Poder hacer una revisión de datos de cómo podría haber sido el resultado sobre el trabajo histórico de las 121 tiendas

estudiadas de haber hecho desde el inicio esta aplicación BIM supone llevar un riguroso control de datos, mediciones y correcciones a través de herramientas estadísticas, antes de llevar los resultados finales a términos de inversión, gasto y retorno con las fórmulas adecuadas ROI.

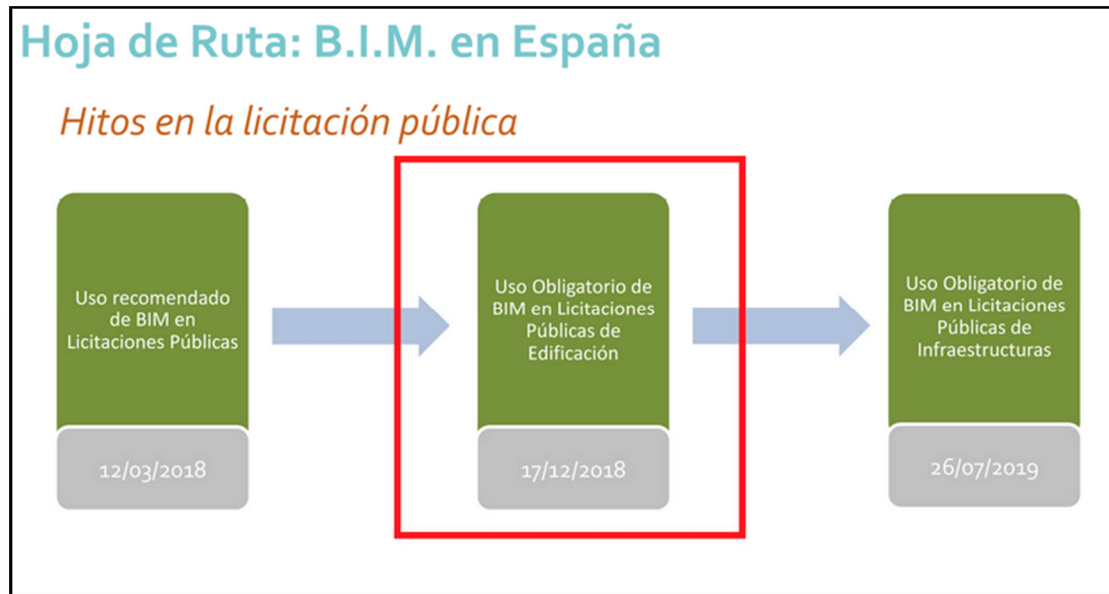
Otra problemática reside en el uso en sí mismo de BIM. El Parlamento Europeo está promoviendo la adopción del Building Information Modeling, BIM, en los países miembros. A principios del 2014 esta institución votó a favor de la exigencia de BIM en los concursos de obra pública. En España el Ministerio de Fomento constituye el 14 de julio de 2015 la Comisión para la implantación de la metodología BIM.



Fuente: <http://itec.es/servicios/bim/implantacion-bim-en-espana/>

Figura 4.4 Origen, evolución y objetivos implantación BIM

Estas medidas van encaminadas primordialmente precisamente al ahorro de costes en todas las fases del proceso de construcción. No menos importante es la dinamización económica puesto que permite que las empresas pequeñas y medianas entren en las licitaciones públicas accediendo a fragmentos de los grandes proyectos, ya que BIM permite segmentar contratos de obra sin que se resienta la fiabilidad de su encaje final.



Fuente: <http://www.kaizenai.com/noticias/kaizen-en-los-grupos-de-trabajo-de-la-comision-bim/>

Figura 4.5 Hoja de ruta de BIM en España.

La normativa quiere impulsar ya la adopción de BIM porque el mercado todavía se muestra algo reticente. (Nuñez, 2014) recoge en este sentido que:

Podemos hablar de dos causas para esta actitud.

La primera son las suspicacias a la hora de compartir información. Un sistema BIM es transparente y exige que los datos se pongan en común. No hay “secretos” y eso suscita temor en el ámbito empresarial.

Se trata de otro paso en el cambio de mentalidad tras asumir como habitual la divulgación de datos a través de Internet y el empleo de sistemas de almacenamiento en la nube y compartirlos.

No tenemos la misma perspectiva desde el punto de vista profesional, el cambio de paradigma que supone compartir para crecer, integrarse en un entorno colaborativo auténtico supone un esfuerzo.

Trabajar en grupo no es lo mismo que trabajar en equipo. Y BIM apunta a la colaboración, no a la coexistencia.

Esta es una cuestión filosófica pero el segundo motivo para la reticencia ante el BIM es más prosaico. Los números. El segundo factor que puede provocar resistencia a la adopción de un sistema es el temor a que la inversión no resulte rentable. Hablamos de inversión en la compra, en la contratación de personal especializado o en tiempo de formación.

Las grandes empresas juegan en otra liga y, por lo general, adoptan las novedades de todo tipo en cuanto surgen. Las de tamaño menor se lo tienen que pensar muy bien.

McGraw Hill ha realizado a finales del 2013 un estudio, como los que ya recogimos datos en el apartado 4.1 sobre la experiencia BIM en varios continentes. El grado de penetración de BIM es muy diferente en cada uno de ellos así como el tiempo transcurrido desde su adopción, pero es orientador conocer el grado de satisfacción con la inversión.

El continente americano está representado por Canadá, Estados Unidos y Brasil. En Europa, se han recogido las valoraciones de Alemania, Francia y Reino Unido. Los países asiáticos incorporados al estudio son Corea y Japón. La lista de diez países la completan Australia y Nueva Zelanda.

De todos ellos, Estados Unidos es el que ha aportado el mayor número de encuestados y para que ese hecho no suponga desviaciones sobre los resultados globales, vamos a analizarlos desglosados por cada país. Esto nos permitirá ver el grado de satisfacción y, lo que es relevante, el tiempo de uso de la tecnología BIM, lo que nos puede sugerir el período necesario para obtener resultados positivos.

El estudio de McGraw Hill reconoce específicamente que entre los participantes no existe un sistema común para percibir el ROI, retorno sobre la inversión, pero sí existe consenso sobre el provecho que obtienen de su inversión en DINERO, TIEMPO y ESFUERZO: hay que adquirir hardware, software, formar a los usuarios y dar forma a los procesos de trabajo.

Una tercera parte de las empresas no utiliza herramientas específicas para medir el ROI sobre el BIM así que, mayoritariamente, hablamos de percepciones. (p.1)

Este es el resultado de la inversión en BIM.

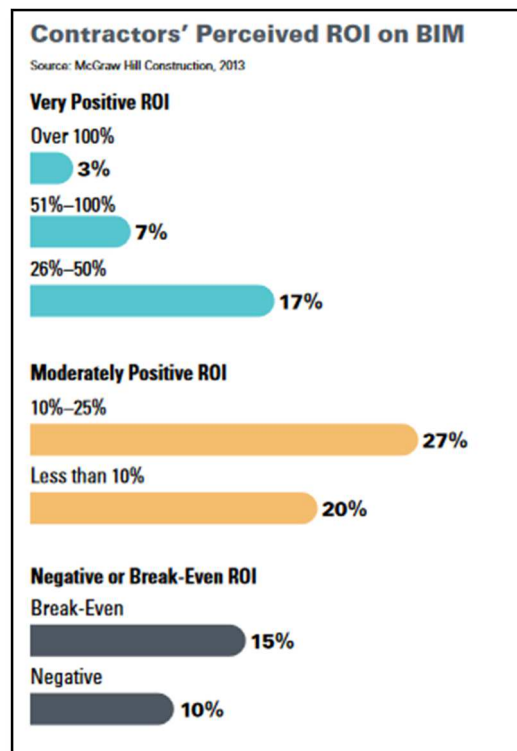


Figura 4.6 Valoración que hacen los contratistas ROI sobre la inversión en BIM.

La valoración muy positiva del ROI implica que se estima que la inversión ha sido un éxito y la rentabilidad obtenida es muy satisfactoria. El 27% de los usuarios creen estar en ese caso.

Algo menos optimistas son el 47% de los usuarios, que creen que sí obtienen un beneficio pero que este no supera el 25% de la inversión.

El 15% de los usuarios considera que ha cubierto la inversión pero todavía no ha obtenido beneficio neto sobre la misma. Finalmente, un 10% de los usuarios dicen no haber obtenido un retorno sobre su inversión pero en este apartado no se aclara si es por desconocimiento del producto, implementación reciente u otros factores.

Un 74% de los contratistas están satisfechos en mayor o menor medida del tiempo, esfuerzo y dinero que han dedicado a BIM.

Estas son las cifras globales pero las variaciones por países son notables. Proviene de la intensidad en el uso de BIM, la extensión de su utilización en cada país y el tipo de proyectos en los que se emplea.

La lista de los contratistas más satisfechos con su inversión la lideran al unísono Alemania, Francia y Japón. En ellos el 97% de los encuestados declarar haber salido beneficiados de su inversión en BIM.

Mostrando cifras también muy positivas, pero a respetable distancia, les siguen Canadá y Brasil, con porcentajes similares del 87% y 85% respectivamente.

El siguiente tramo lo ocupan Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos. Recordemos que este último es el país donde la muestra encuestada es más amplia. En él, el 74% se muestra satisfecho con lo que obtiene de su inversión en BIM, es un porcentaje notable pero muy lejano de los países que encabezan la lista.

Finalmente, a una enorme distancia encontramos a Reino Unido y Corea del Sur. Una de las posibles causas es que en Corea el peso de la utilización de BIM en construcciones comerciales (oficinas, comercios, hoteles) es inferior al de otros países. El tipo de proyecto en el que se utiliza BIM es una variable a tener en cuenta y lo analizaremos en otra publicación.

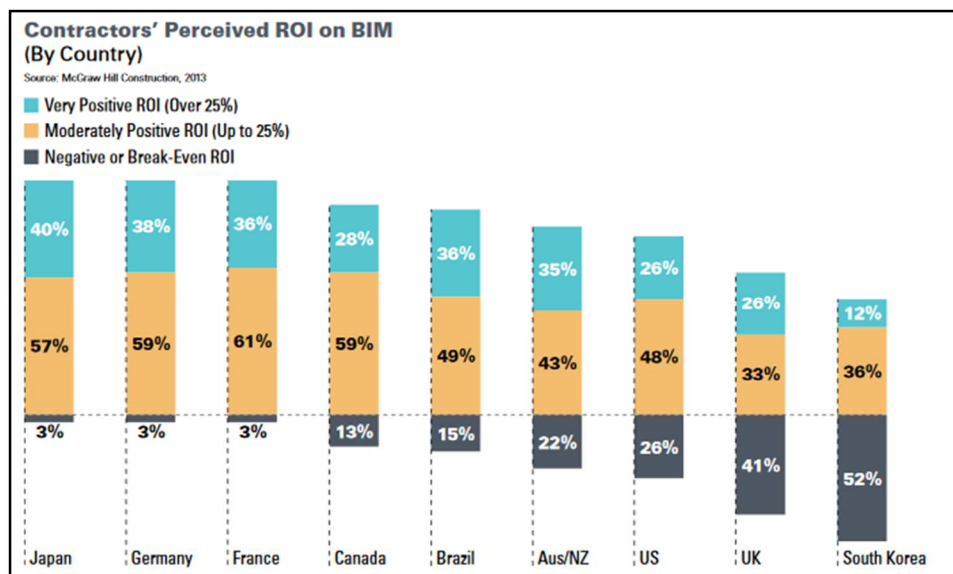


Figura 4.7 Valoración de los contratistas ROI sobre inversión en BIM.

Lógicamente, otros aspectos del estudio revelan inequívocamente que la recuperación de la inversión no es inmediata. Se produce después de un período de tiempo que no se puede fijar uniformemente ya que las empresas pequeñas precisan un plazo mayor para absorber los costes.

Pero no es sólo cuestión de tiempo, también del grado de implicación en la utilización de BIM. El beneficio es exponencial, a más tiempo y proyectos realizados, mayor retorno de la inversión. Los resultados pueden llegar despacio pero, una vez iniciado el camino, las ventajas obtenidas convierten a BIM en un eje irrenunciable del negocio.

No es una teoría, lo demuestra el hecho de que, incluso en zonas con valores muy diferentes la media de la recuperación de la inversión se ha disparado en los 3 últimos años.

En Europa, el estudio realizado en Alemania y Francia ofrece valores muy positivos que se ven mermados por los mucho peores de Reino Unido. Aun así, la media de aceptación en esta zona geográfica es del 84% mientras que hace tan solo 3 años era sólo del 40%

Este estudio demuestra que el negocio de la construcción es cada vez más global y BIM no es sólo una recomendación oficial o una obligación legislativa, es una vía para mejorar costes, reducir plazos, evitar errores, competir en proyectos grandes y optar a mercados internacionales.

4.4 Análisis de gestión y control de costes con sistemas BIM.

En el punto 4.2 ya hablábamos de diferentes criterios a la hora de seguir un patrón para monitorizar comparativamente los procesos y como aplicarlo al análisis ROI de implantación de BIM.

En este caso claramente por el tipo de proyectos de franquicias este trabajo se centrará en comparar proyectos similares. De esta forma sí que se comparten características relevantes ya que las tiendas son similares, las medidas serán variables pero controlables por ponderación, y tanto el sistema estructural, esquema arquitectónico y miembros del equipo del proyecto son los mismos, tan solo hay que definir la familia de elementos, los bloques, con los que trabajaremos de forma repetitiva en cada proyecto, en este caso los elementos esenciales del mobiliario, la señalética e imagen corporativa. De este modo será mucho más simple valorar la eficiencia respecto a los proyectos tradicionalmente realizados en CAD, comparando las horas dedicadas a esos proyectos en BIM sobre una muestra de 13 proyectos y una regresión predictiva para valorar el impacto que hubiese tenido en el resto de proyectos de los que disponemos de datos fiables. En el coste de este estudio se tendrán en cuenta además dos variables claves para determinar la rentabilidad de la inversión en BIM. En total trabajaremos sobre 4 aspectos:

1.- Tiempo de toma de datos comparativo a proyectos con sistema tradicional CAD y con sistema para BIM. Los tiempos varían pues los procesos de recogida de datos, como se explicará posteriormente y los instrumentos en algún caso varían, compaginando en algunos casos para BIM-3D la fotografía como elemento de apoyo, por su valor de texturizado de apoyo y por supuesto de apoyo fotogramétrico.

2.- Tiempo de procesado de datos y presentación de planos e información de proyecto de reforma comparativo a proyectos con sistema tradicional CAD y con sistema para BIM-3D.

3.- El tiempo de toma de decisión de hacer la inversión desde que se presenta un borrador de proyecto, también se presenta un proyecto base de muestra y realidad aumentada específica usando los mismos elementos de las familias BIM que se usarán para el diseño y renderizados en 3D en el acabado del proyecto presentado. Esta realidad aumentada se presenta sobre el local en bruto in-situ en el momento de la visita de medición.

4.- El tiempo desde que se recibe toda la información, planos en 3D y el acabado de la tienda, lista para su apertura. Este periodo debe ser tenido en cuenta al respecto de un tamaño medio de las tiendas y aplicando un determinado factor de corrección para homogeneizar los resultados. Con este valor entendemos también que podremos comparar si mejoramos los tiempos de reforma, por mejor entendimiento de los datos del proyecto y disminución de los errores en su realización.

Analicemos pues, como vamos a calcular el ROI de implantación BIM en nuestro estudio de proyectos de franquicias para ello podemos empezar por considerar algunas definiciones (Autodesk®, 2007) que nos servirán de apoyo:

Con la llegada de Building Information Modeling (BIM), la industria de la construcción está llegando a apreciar que la tecnología puede transformar radicalmente el proceso de diseño y construcción. Pero antes de comprometer la inversión en esta tecnología, es necesario que se realice un análisis ROI. Calcular el ROI de una inversión en tecnología además obliga a los participantes a llegar a un acuerdo acerca de por qué se está gastando el dinero y cuáles son los resultados esperados.

El análisis del retorno de la inversión es una de las muchas formas de evaluar una inversión propuesta. Se comparan los beneficios que esperan de una inversión con el coste de la inversión.

$$\frac{GANANCIAS}{COSTE} = ROI$$

El retorno de la inversión se utiliza para evaluar muchos tipos de inversiones de las empresas, de proyectos de I + D, etc. Cuanto más complicada sea la inversión, más complicada se transforma la fórmula. Y a medida que la inversión se hace más grande, la creatividad necesaria para calcular el retorno de la inversión se hace más significativa.

Afortunadamente, calcular el ROI de un sistema de diseño puede ser relativamente fácil. El único problema es que es necesario tener en cuenta los cambios en la productividad de los usuarios durante la implementación. La figura siguiente ilustra lo que sucede después de que un nuevo sistema se pone en marcha. Hay un descenso inmediato en la productividad en la fase inicial. Con el

tiempo, la productividad sube de nuevo a donde estaba con el sistema original y se estabiliza en un punto más alto en la medida que la nueva tecnología se afianza.

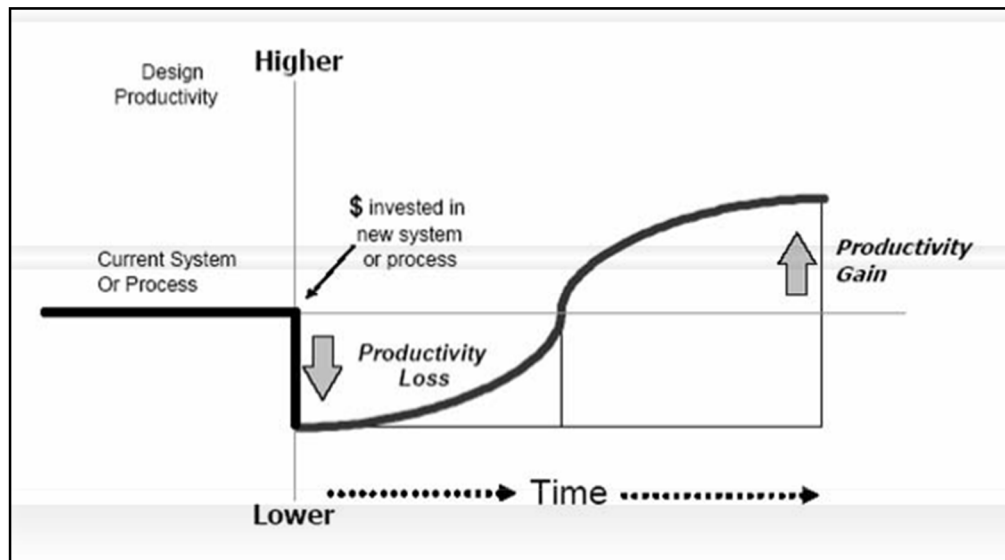


Figura 4.8 Productividad del Diseño durante la implementación de BIM

A continuación mostramos una fórmula estándar para calcular el ROI de primer año. Se utilizan pocas variables clave relacionadas con el coste del sistema, la capacitación y el ahorro de costes globales de la productividad de un sistema.

$$\frac{\left(B - \left(\frac{B}{1+E} \right) \right) \times (12 - C)}{A + (B \times C \times D)} = ROI \text{ DEL PRIMER AÑO (First Year ROI)}$$

Las variables del sistema son las siguientes:

A = coste del hardware y el software (euros)

B = costes laborales mensuales (euros)

C = tiempo de aprendizaje (meses)

D = productividad perdida durante el aprendizaje (%)

E = productividad ganada después del aprendizaje (%)

El numerador representa la parte de "beneficios" de la ecuación y esas ganancias provienen de un aumento de la productividad humana. El aumento de la productividad mensual promedio está representado en el factor $\left(B - \left(\frac{B}{1+E}\right)\right)$ y el factor derecho $(12 - C)$ es el número de meses en un año (12) menos meses de formación (C). Si el usuario necesita tres meses para llegar a ser igual de productivo en el nuevo sistema como en el que se quiere sustituir, hay nueve meses que termine el año para beneficiarse de las ganancias de productividad.

El denominador, que es la parte "costo" de la ecuación, incluye el coste del sistema (A) y el coste de la pérdida de productividad, en términos de costes laborales, en el proceso en el que el usuario aprende a usar el sistema. Este segundo término es el producto del costo laboral mensual (B) multiplicado por meses en el tiempo de formación (C) multiplicado por la pérdida de productividad en la formación (D), por lo tanto, $B \times C \times D$. Tengamos en cuenta que "el tiempo de formación" se refiere al tiempo que tarda un usuario para alcanzar el mismo nivel de productividad con experiencia en el sistema original - no la duración de un curso de formación.

Las variables críticas se aprecian al hacer un breve análisis numérico, así observaremos que el aumento de la productividad y la pérdida son las variables más sensibles en la ecuación. Ligeros cambios en esas cifras producen los cambios más drásticos en el retorno de la inversión. Intuitivamente, uno puede entender por qué la productividad es tan importante, ya que es el resultado a largo plazo de una inversión en BIM.

Las limitaciones del retorno de la inversión residen en que es una métrica para intentar asegurar el rendimiento de una inversión. Todo se resume, a pesar de lo complejo de los números, en un porcentaje único que todo el mundo puede asimilar. Pero debemos ser cuidadosos ya que la métrica de rendimiento de la inversión es más precisa para proyectos de ahorro de costes que para los proyectos generadores de ingresos. El análisis de ROI funciona mejor para las implementaciones de TI que producen costes y beneficios tangibles fáciles de medir. En el cálculo de retorno de la inversión desde el punto de vista de la generación de ingresos se utilizan a menudo las estimaciones lo que disminuye la exactitud del análisis. Un análisis más amplio del retorno de la inversión en la

adopción de BIM podría incluir ganancias por la mejora en las decisiones; aumento de la facturación, aumentos de la calidad del proyecto y el aumento de la repetición de negocios, así como mejora de la comunicación y de la calidad de presentaciones al cliente, enlaces a las aplicaciones de análisis externas, y así sucesivamente. La dificultad está en cómo se proyectan el valor de esas ganancias. (pp. 1-4)

Capítulo V

ESTRATEGIA Y TÉCNICAS.

Resumen: Este capítulo recoge descriptivamente todos los procesos y técnicas que se han querido poner a disposición del estudio analizando ventajas, inconvenientes y conclusiones de su aplicación. Se describe la estrategia seguida en la tesis y como se han creado los proyectos BIM-3D de las tiendas de la franquicia por combinación de diversas técnicas, alguna de ellas fotogramétrica, y se concluye con la definición del proceso de trabajo de campo para recogida de datos comparativos, documentación histórica consultada e incluso como se realiza un muestreo mediante encuesta de escala tipo Likert para establecer varios modelos estadísticos como base de análisis de la investigación.

La estrategia a seguir para obtener datos de muestreo en proyectos de franquicia hubiese sido complicada de no estar dentro de la red comercial o en la organización de una de ellas, pero gracias a ser empleado en una de ellas, al carácter técnico que se impulsó en el departamento de expansión en el que he desarrollado mi actividad, al apoyo al uso de nuevas tecnologías y a la inversión en ello, la estrategia se simplifica, al convertirse en directa e infalible en el sentido de poder marcar nuestro objetivo sobre clientes reales, sobre un análisis de datos de clientes existentes y de proyectos de tienda nuevos.

Por lo tanto la estrategia planteada se centra en comparar los datos existentes en los archivos en cuanto a procesos de trabajo de clientes (proyectos de tiendas) pertenecientes a la red de la franquicia, con acceso a todos los datos técnicos y variables que posteriormente veremos en el análisis estadístico. Al mismo tiempo al disponer de los recursos materiales y el software adecuado se comienza el desarrollo e implantación BIM de todo el modelo virtual de la imagen corporativa y señalética distintiva de la marca.

Se establecen pues dos líneas estratégicas de trabajo. La principal es realizar un análisis comparativo de los nuevos franquiciados que se incorporan, aplicando criterios BIM en sus proyectos y compararlos con los criterios de trabajo tradicionales CAD. De este modo hay una fase previa en la que 5 proyectos no pueden ser tenidos en cuenta en la investigación como tal en cuanto a procesos estadísticos, pues no son procesos completos BIM. Se debe a que al estar en fase de formación y no cumplir todos los

requisitos que se valoran en nuestro proceso, no llegar a tiempo en la ejecución de los modelos BIM 3D o estar parte de la distribución del proyecto incompleta.

Finalmente son 18 los proyectos realizados, si bien tan solo 13 son aptos para poder ser tenidos en cuenta con los criterios adecuados para ser comparados con procesos CAD. Demostraremos en el capítulo de desarrollo y análisis la bondad y suficiencia de los datos aportados, y que en cualquier caso son todos los disponibles, ya que la marca ha iniciado un proceso de cambio de imagen corporativa que impone diferencias respecto a los proyectos anteriores, necesitando de un reinicio de trabajo de base y no siendo válidos ya ciertos aspectos técnicos de modelado que fueron diseñados específicamente para este estudio, coincidiendo con la imagen corporativa hasta la fecha de la franquicia.

En otras tesis la búsqueda de la estrategia y la justificación es a veces compleja, pero en este caso las labores del día a día y los objetivos profesionales de la franquicia así como los personales hacen que se pueda establecer un entorno de trabajo adecuado, compatibilizando funciones laborales y de investigación. De este modo las ventajas o conclusiones favorables que puedan obtenerse del estudio podrían convertirse en una ventaja competitiva para la empresa. Algo que demostraremos que es exactamente así y que expondremos en la conclusiones tras el análisis de los datos.

La segunda línea estratégica adoptada o estrategia complementaria se basa en aprovechar la información o retroalimentación de los clientes existentes, es decir utilizar la red de franquiciados para realizar una encuesta, al pertenecer a la red se favorece el acceso directo y con el sujeto objetivo de análisis adecuado. Se abre de este modo una puerta que de otro modo no sería accesible o no sería tan fácil de definir.

5.1 Materiales y métodos usados durante el estudio

5.1.1 Realidad Aumentada

La realidad aumentada se plantea como una nueva herramienta para experimentar las posibilidades de esta tecnología aplicada sobre un proyecto de edificación.

Generalmente la RA se centra en las siguientes vías:

- Visualizar el modelo localizado geográficamente.
- Mostrar información de una sección constructiva.
- Visualización de las instalaciones ocultas.

Ver los resultados obtenidos a partir de una monitorización previa.

Diversos autores (Gallego, Saura y Nuñez, 2012) en un enfoque práctico sobre realidad aumentada señalan:

La Realidad Aumentada es una tecnología reciente que está centrando el interés de expertos de diferentes áreas. En los últimos meses el uso de la Realidad Aumentada es todo un hecho, como así lo demuestran el número de aplicaciones que han surgido, y el aumento del número de empresas de base tecnológica dedicadas al desarrollo de las mismas. La Realidad Aumentada consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual (o avatares) a la información física ya existente, es decir, aumentan la información real con información virtual generada por ordenador. Esta definición es parecida a la conocida Realidad Virtual (Lippenholtz, 2008), desarrollada desde la década de los noventa, a diferencia de que en esta última se sustituye por completo a la realidad física. Con la Realidad Aumentada lo que buscamos es una síntesis de los elementos reales y virtuales, una integración de imágenes cuyo objetivo es que la información adicional que nos muestra nos sirva de ayuda y consiga llevar al usuario a otro nivel de interactividad con la computadora sin sentirse ajeno a ella, como en el caso de la realidad virtual. Con la ayuda de la tecnología la información sobre el mundo real alrededor del usuario se convierte en interactiva y digital.

La Realidad Aumentada es el término que se usa para definir una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta a tiempo real. Consiste

en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente. Con la ayuda de la tecnología (por ejemplo, añadiendo la visión por computador y reconocimiento de objetos) la información sobre el mundo real alrededor del usuario se convierte en interactiva y digital.

La principal diferencia entre la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada reside en que mientras la primera crea un mundo virtual independiente de la realidad física, la Realidad Aumentada incluye los elementos virtuales dentro de dicha realidad física, consiguiendo una interacción directa con el usuario.

En los sistemas de Realidad Virtual el usuario está completamente inmerso en el mundo artificial, lo cual le impide interactuar con objetos del mundo real. En contraposición, los sistemas de Realidad Aumentada no pretenden aislar al usuario del mundo real, sino complementar este mediante objetos virtuales e imágenes generadas por ordenador. Los usuarios pueden interactuar con una mezcla de un mundo real y virtual de forma natural.

En definitiva, la Realidad Aumentada lleva la información dentro del mundo real del usuario en vez de llevar al usuario dentro del mundo virtual del ordenador (Tapia, 2008).(pp. 76-77)

Siguiendo esta línea, nuestro objetivo es integrar la Realidad Aumentada dentro de estas nuevas tecnologías. De este modo cuando en el proceso de medición de nuestra investigación surge la opción de introducir elementos virtuales sobre el local en bruto podemos dar ideas y debatir con el cliente diferentes opciones a modo de trabajo previo, antes de realizar en oficina el proyecto de implantación BIM, además algo que pretendemos investigar también es como este trabajo previo, como esta manera de presentar los elementos y mobiliario influyen en factores comerciales, en la decisión de inversión y en la reducción de tiempos en dicha decisión.

En nuestro caso de estudio trabajamos la familia de mobiliario e imagen corporativa de la franquicia desde REVIT® o SKetchUp® y le damos un tratamiento de texturas en este software o en algún caso desde 3DSMax®, finalmente desde alguna de las aplicaciones creamos un modelo 3D de cada objeto del que queremos tener una base de datos en Realidad Aumentada mediante una extensión OBJ que subimos al programa o aplicación que existe para Android o IOS Augment®.

La fachada es un elemento clave en este trabajo previo de presentación de RA, introduciendo elementos como rótulos y vinilos en escaparates. Además una de las ventajas que se presenta es la capacidad de fotografiar elementos reales del local existente en bruto con elementos elegidos de RA y poderse los enviar al franquiciado en tiempo real desde el terminal móvil.

Diferentes autores recogen citas y bibliografía varia sobre las características de la realidad aumentada: (González, Vallejo, Albusac y Castro, 2012)

Según Azuma⁶ (1997), un sistema de Realidad Aumentada debe cumplir las siguientes características:

1. Combina mundo real y virtual.
2. Interactivo en tiempo real.
3. Alineación 3D. La información del mundo virtual debe ser tridimensional y debe estar correctamente alineada con la imagen del mundo real. En nuestro estudio se introduce mobiliario y señalética del modelo de franquicia sobre la imagen real del local en estudio, permitiendo desplazarnos, cambios de ángulo y apreciar distintos aspectos del objeto virtual 3D respecto al entorno real. (p. 5)

Vamos a definir los fundamentos geométricos y transformaciones matemáticas necesarias en la RA.

En la representación de gráficos 3D es necesario contar con herramientas para la transformación de los objetos básicos que compondrán la escena. A menudo, estas primitivas son conjuntos de triángulos que definen mallas poligonales. Las operaciones que se aplican a estos triángulos para cambiar su posición, orientación y tamaño se denominan transformaciones geométricas. En general podemos decir que una transformación toma como entrada elementos como vértices y vectores y los convierte de alguna manera.

⁶ Ronald Azuma. A survey of augmented reality. Presence, 6(4):355–385, 1997. Cita dentro del documento citado.

En la representación de gráficos 3D es necesario contar con herramientas para la transformación de los objetos básicos que compondrán la escena. A menudo, estas primitivas son conjuntos de triángulos que definen mallas poligonales. Las operaciones que se aplican a estos triángulos para cambiar su posición, orientación y tamaño se denominan transformaciones geométricas. En general podemos decir que una transformación toma como entrada elementos como vértices y vectores y los convierte de alguna manera.

Las transformaciones de este modo podrían ser de traslación, rotación o cambio de escala.

Fuente: <http://es.slideshare.net/cgmorecillo/realidad-aumentada-un-enfoque-prctico-con-artoolkit-y-blender>

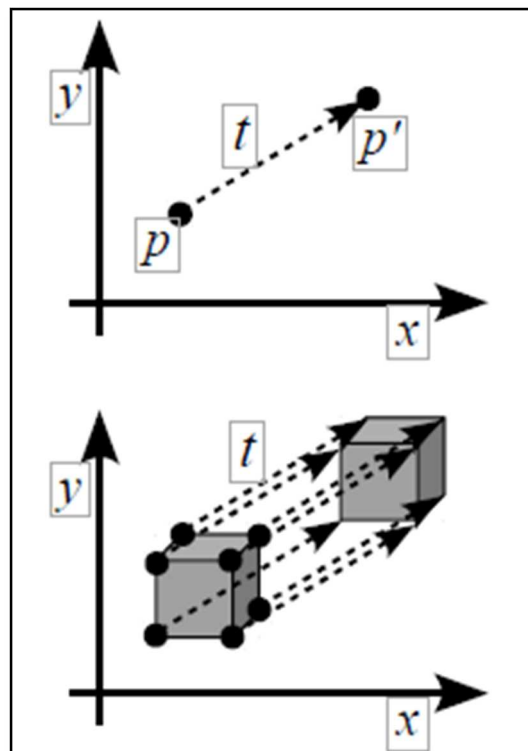


Figura 5.1 Arriba. Traslación de un punto p a p' empleando el vector t . Abajo. Es posible trasladar un objeto poligonal completo aplicando la traslación a todos sus vértices.

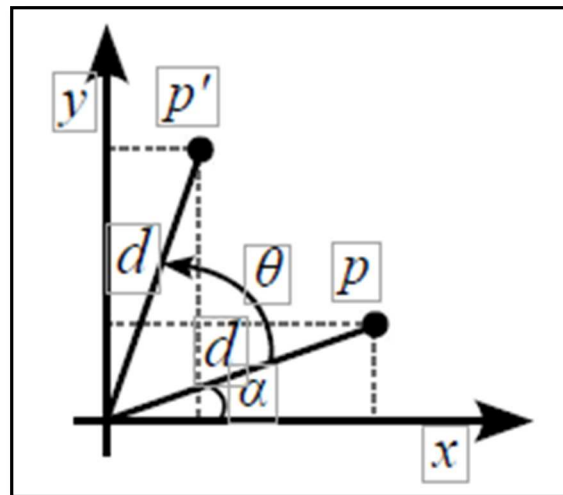


Figura 5.2: Rotación del punto p un ángulo respecto del origen de coordenadas.

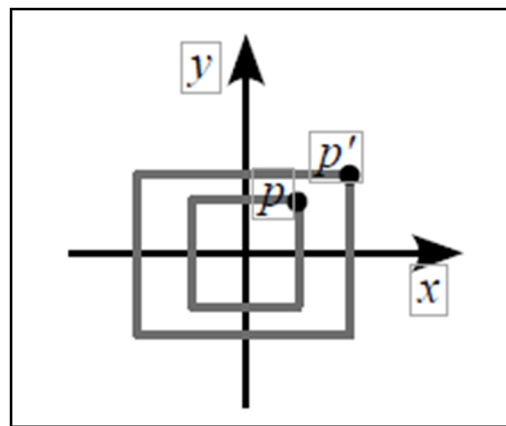


Figura 5.3. Conversión de cuadrado- rectángulo empleando los factores de escala $S_x = 2$, $S_y = 1,5$.

Con las transformaciones se define un trabajo con sistemas homogéneos compuesto de matrices. Matemáticamente esta composición se realiza multiplicando las matrices en un orden determinado, de forma que es posible obtener la denominada matriz de transformación neta M_N .

En la visualización en 3D para obtener una imagen de una escena 3D definida en el Sistema de Referencia Universal, necesitamos definir un sistema de referencia de coordenadas para los parámetros de visualización (también denominados parámetros de cámara). Este sistema de referencia nos definirá el plano de proyección, que sería el equivalente de la zona de la cámara sobre la que se registrará la imagen. De este modo se transfieren los objetos al sistema de coordenadas de visualización y finalmente se proyectan sobre el plano de visualización.

Mediante la proyección en perspectiva se proyectan los puntos hasta el plano de visualización empleando trayectorias convergentes en un punto. Esto hace que los objetos situados más distantes del plano de visualización aparezcan más pequeños en la imagen. Las es-cenas generadas utilizando este modelo de proyección son más rea-listas, ya que ésta es la manera en que el ojo humano y las cámaras físicas forman imágenes.

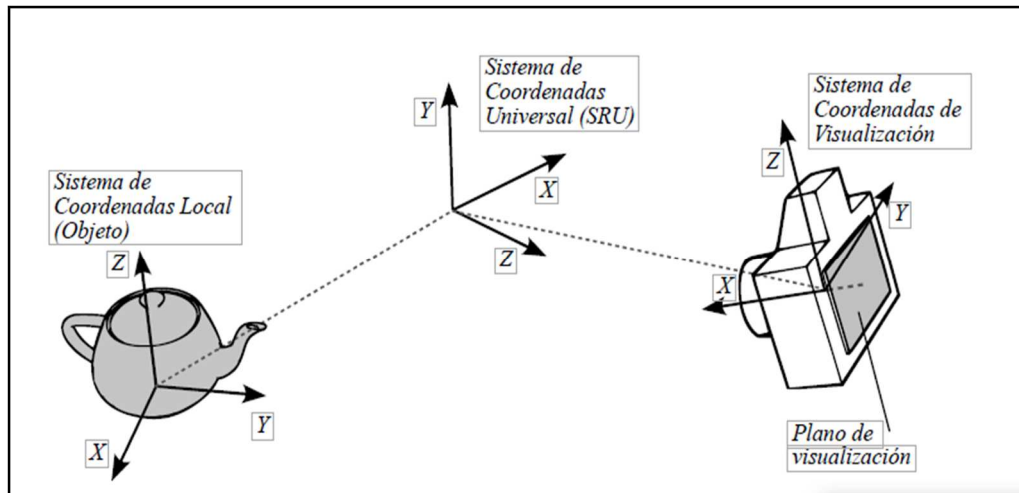


Figura 5.4 Sistema de coordenadas de visualización y su relación con otros sistemas de la escena.

Hasta aparecer en la pantalla, cada objeto 3D se transforma en diferentes sistemas de coordenadas. Originalmente como vimos en la Figura 4.8, un objeto tiene su propio Sistema de Coordenadas Local que nos definen las Coordenadas de Modelo, por lo que desde su punto de vista no está transformado. A los vértices de cada modelo se le aplican la denominada Transformación de Modelado para posicionarlo y orientarlo respecto del Sistema de Coordenadas Universal, obteniendo así las denominadas Coordenadas Universales o Coordenadas del Mundo. Como este sistema de coordenadas es único, tras aplicar la transformación de modelado a cada objeto, ahora todas las coordenadas estarán expresadas en el mismo espacio. (pp. 35-42)

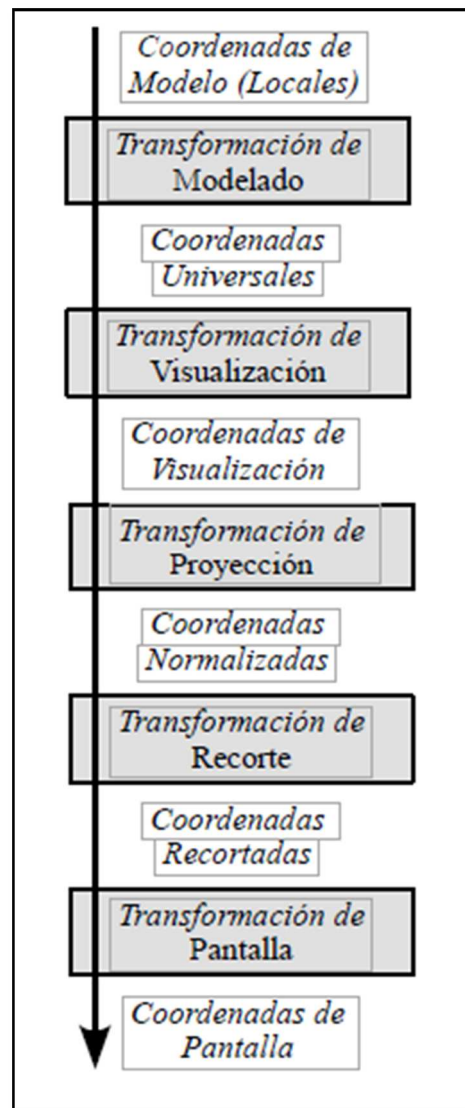


Figura 5.5 Esquema general tridimensional

En nuestro sistema de trabajo en cuanto al tracking se basará en pequeños identificadores tipo código BIDI, un tracker ⁷ universal, personalizado o inserción directa del objeto en la escena sin necesidad de identificadores, una característica específica que nos permite la aplicación Augment[®]. Con esta opción de inserción del objeto 3D en la escena si necesidad de identificador reducimos los problemas típicos de la tecnología asociada a la realidad aumentada en cuanto a problemas de reconocimiento del identificador por punto de vista o iluminación, teniendo una inicialización automática y ausencia de cortes de tracking,

⁷ Término habitual en realidad aumentada para designar un marcador que es identificado por un dispositivo como referencia de un modelo virtual que aparecerá fusionado con la imagen real al ser reconocido.

Hacemos una pequeña descripción del proceso de trabajo seguido con este software Augment®.

Lo primero es obtener el modelo 3D del objeto mediante cualquiera de los procesos válidos para ello y que estamos usando en esta tesis, desde el trabajo de procesamiento completo mediante cualquier software de BIM-3D, bien mediante escaneado 3D o desde software fotogramétrico, creando una extensión válida en el proceso de exportación compatible con Augment®.

Augment® funciona para iPad®, iPhone® y Android® y tiene una plataforma online para PC desde donde trabajamos la base de datos de nuestros elementos creados.

Fuente:www.augment.com

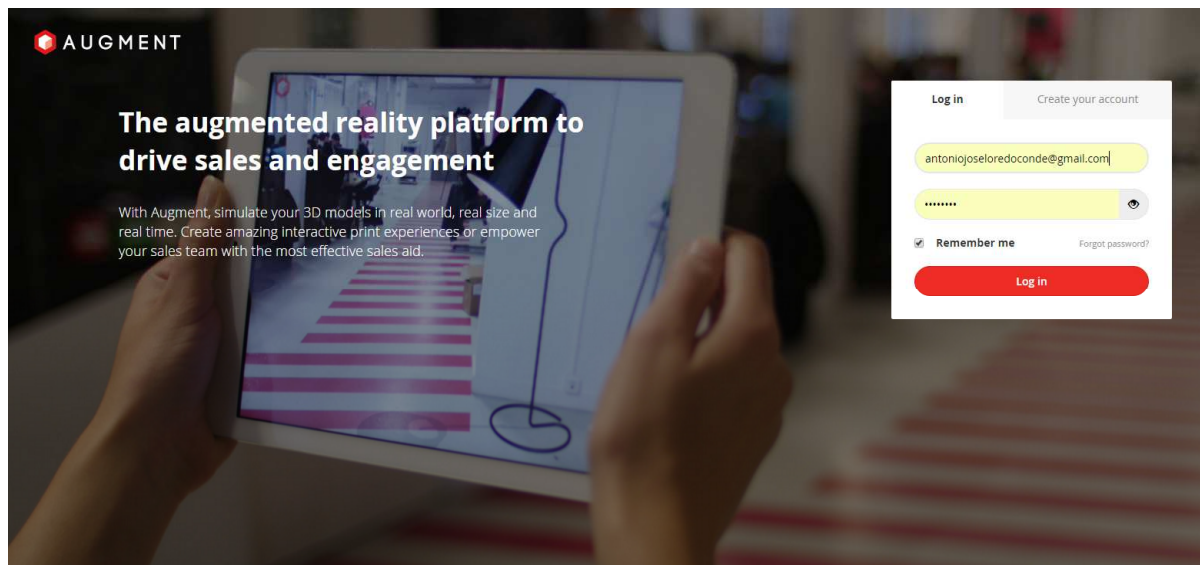


Figura 5.6. Sistema de registro de Augment®.

Tras haber creado nuestro usuario y clave tendremos acceso a nuestra propia base de datos de elementos virtuales 3D.

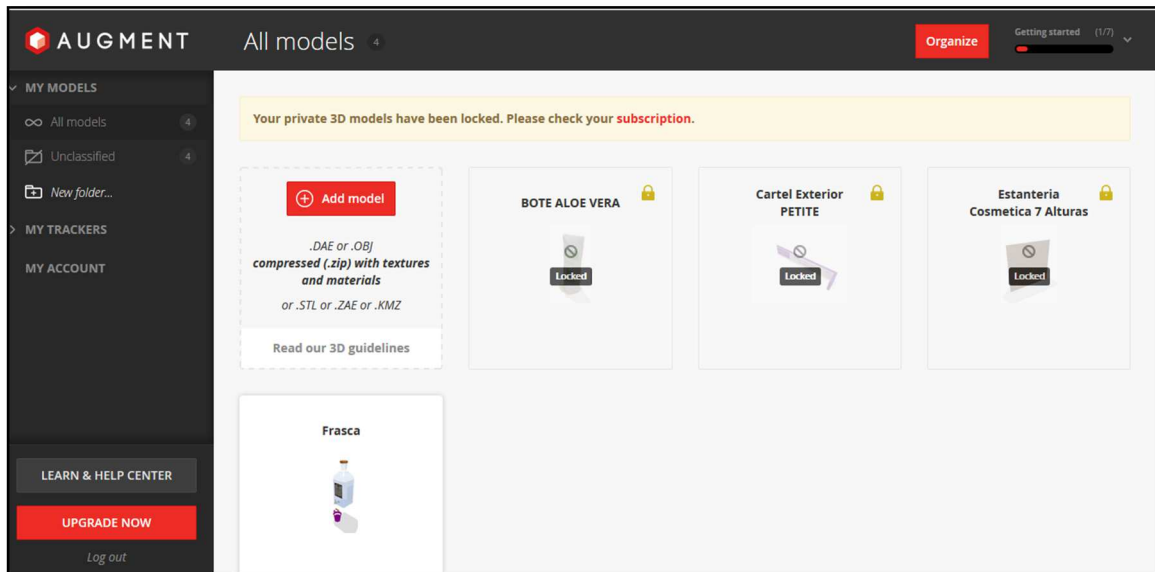


Figura 5.7 Archivo de modelos creados y como subir nuevos elementos en Augment®.

Como se observa en la figura disponemos de una pestaña que nos permitirá subir a la plataforma Augment® con nuestro usuario los modelos que hayamos creado y exportado en extensiones DAE, OBJ comprimidas en ZIP con texturas y materiales. Del mismo modo podremos subirlos en extensiones STL, ZAE o KMZ.

En nuestro caso tanto desde exportaciones 3DSMax®, REVIT® o SketchUp® se ha trabajado exportando en extensión OBJ y DAE

Lo que permite Augment® y que es de aplicación en nuestra investigación es importar el objeto cargado directamente en la imagen de la estancia o local que es objeto de proyecto. Además este objeto virtual 3D en el modo “trackerless” aparece a nivel del suelo del local real visualizado en la pantalla de nuestro dispositivo móvil, pudiendo desplazarla, girarla y ubicarla donde nos interese. Todo esto sin necesidad de tracker, aunque también tenemos la opción de uso de trackers, incluso personalizarlos mediante reconocimiento de patrones fotográficos propios 2D, no solo códigos tipo BIDI.



Figura 5.8. Augment®. Elemento 3D sin tracker aparece en el plano del suelo.



Figura 5.9 Augment®. Elemento girado, escalado y desplazado sin tracker.

Otro aspecto importante por el que se decidió proponer el uso de Augment® como presentación de propuestas en el trabajo previo de medición de locales es que permite más de un elemento virtual 3D en la escena, pudiendo hacer una composición y visualización con el cliente de las diferentes opciones que pueden existir. Además puede quedar registro de lo realizado ya que se puede hacer con un simple toque una fotografía del montaje virtual provisional y ser enviado en ese mismo momento por mail o mensajería al terminal del cliente.

Podemos usar el modo con tracker que nos permitirá colocar elementos virtuales vinculados en aquel punto donde sea ubicado dicho tracker físicamente en la escena real. Así por ejemplo un elemento que fuese en una estantería aparecería si sobre ella ubicamos y visualizamos el tracker. También existe un visualizador universal de Augment® válido para todos los modelos, basta con asignarlo previamente al elemento. Igualmente como comentamos anteriormente se puede crear nuestro propio tracker. Existe un tracker universal de bolsillo que permite ubicar elementos como si estuviesen en nuestra mano. Además Augment® permite visualizar incluso elementos virtuales 3D animados.



Figura 5.10. Augment®. Fotografía capturada de elementos subidos a la plataforma en el visualizador 3D.



Figura 5.11 Primeros pasos en creación 3D virtual de elementos subidos y con tracker.

En estas figuras se ilustra el proceso seguido con todos los elementos creados para el proceso de nuestro trabajo de realidad aumentada. De tal forma que se supervisan los acabados del modelo exportado en extensión OBJ o DAE, en este ejemplo se muestran una serie de frascas representativas del modelo de franquicia y una vez subidas a Augment® se pueden visualizar aisladas del entorno real (figura 5.10) y con un entorno real (figura 5.11) detectando errores de trama o textura y en este caso como no obtenemos resultados óptimos volvemos al programa de edición del modelo 3D origen para mejorarlo y proceder de nuevo a su exportación OBJ o DAE para subirlos a Augment® hasta conseguir los resultados deseados.



Figura 5.12 Tracker Universal Augment®



Figura 5.13 Tracker personalizado.

Como vemos en la figura podemos escanear nuestro propio tracker y asignarlo a un modelo 3D subido a la plataforma Augment®. En caso de querer personalizar el tracker en lugar de usar el universal debemos tener en cuenta que debe ser una imagen cuanto más irregular y mayor contraste mejor para una fácil identificación.

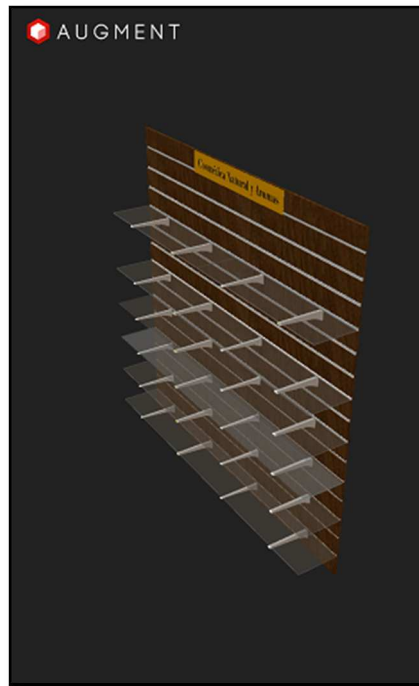


Figura 5.14 Supervisión en espacio 3D de calidad del modelo importado a Augment®.

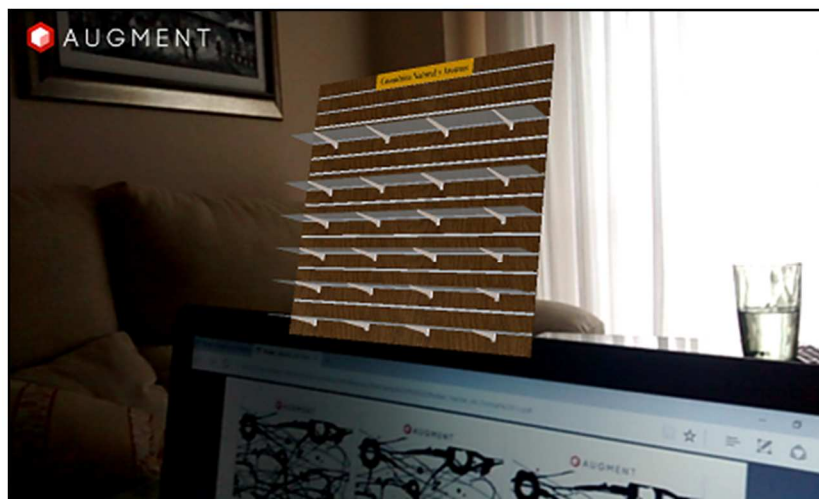


Figura 5.15 Supervisión de calidad del modelo virtual insertado con tracker en entorno real.

De esta forma conseguimos depurar errores de diseño como en el caso del ejemplo mostrado a continuación donde usando el tracker universal de Augment® no necesitamos un dispositivo móvil con giróscopo compatible y llegamos a ver en modelo 3D una estantería de cosmética natural virtual tanto en espacio libre como dentro de un entorno real, comprobando si sus texturas y acabados base son las adecuadas.

De este modo se crea un catálogo personalizado de mobiliario, cartelería, etc. que será mostrado a los clientes en los proyectos nuevos en la fase de medición. Diferenciando entre elementos de fachada o interiores.



Figura 5.16 Elemento de rótulo luminoso tienda tipo modelo PETITE



Figura 5.17 Supervisión y posicionamiento en entorno real de cartelería y vinilo de cristalera.



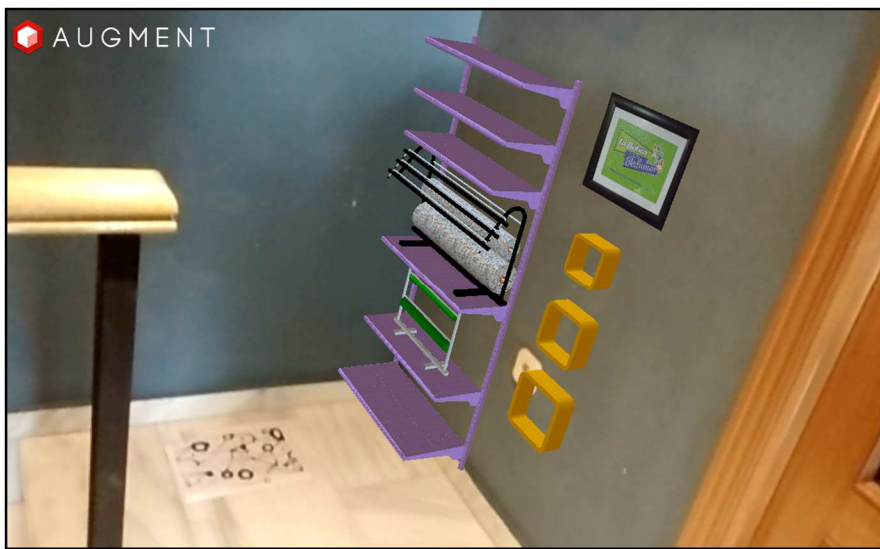
Figura 5.18. Augment®. Implantación de AR cartelería sobre fachada.



Figura 5.19 Augment®. Supervisión sin entorno real de estantería y elementos decorativos



Figura 5.20 Augment®. Replanteo de elemento mostrador en entorno real.



Figuras 5.21. Augment®. Diferentes opciones de replanteo con uso de AR del mismo lugar.

Nuestro planteamiento de uso de esta aplicación pretende apoyarse en la ventaja de ver con el cliente las diferentes opciones de ubicación de mobiliario y poderle hacer, en la medida de lo posible, participe de las decisiones finales de implantación, algo que trataremos de demostrar en esta investigación también influye en aspectos puramente comerciales relacionados con la decisión de inversión y reducción de los tiempos de toma de la misma.

5.1.2 Fotogrametría aplicada.

5.1.2.1. AutoDesk® 123D Catch®.

Utilizaremos este software y técnicas relacionadas para realizar el modelo 3D de algunos de los elementos decorativos y productos de venta habituales en la franquicia. Modelos que podremos insertar posteriormente de forma directa en los programas BIM como elemento de familia de REVIT® o en SketchUp®, o introducir en el programa de AR Augment® que acabamos de describir en el punto anterior.

12D Catch de Autodesk®, permite crear modelos 3D de cualquier objeto que pueda fotografiarse en unas determinadas condiciones de luminosidad y desde diferentes ángulos, tiene la limitación de no poder trabajar simultáneamente con más de 70 fotogramas. Trabaja en modo online por lo que hay que subir a su plataforma las fotografías realizadas que procesa de forma automática, no necesitando el usuario conocimientos previos especiales, aunque si son recomendables en el ajuste del modelo, con criterios como la identificación de puntos homólogos en fotografías adyacentes.

Siguiendo las recomendaciones del fabricante comenzamos a fotografiar los diferentes objetos tomando diferentes fotografías alrededor de ellos, intentando que sea a intervalos regulares de forma de se complete un giro de 360°. Posteriormente a una altura diferente repetimos el proceso y tantas series como sea necesario para asegurarnos haber cubierto los detalles del objeto y ángulos deseados para tenerlo bien definido en 3D tras el procesado.

La toma de datos, las fotografías se realizan desde una sola cámara en nuestro caso la definida Nikon D7200 o Samsung Galaxy S7.

Posteriormente se suben las fotografías al servidor de Autodesk® por lo que no es necesario en el procesado un ordenador con características especiales de RAM o gráfica, tan solo una buena conexión para la subida de fotografía y la bajada del modelo ya procesado.

Esta bajada podrá ser en modo espera o mediante la recepción de un mail que podemos aportar, de este modo no tenemos la necesidad de esperar los resultados ya que dependiendo de la complejidad del modelo y de los servidores puede demorarse.



Figura 5.22 Pantalla de inicio de captura de 123d Catch®

En la figura se describe la pantalla de inicio de captura de fotografías, para ello posteriormente nos requerirán de un identificador y clave de acceso.

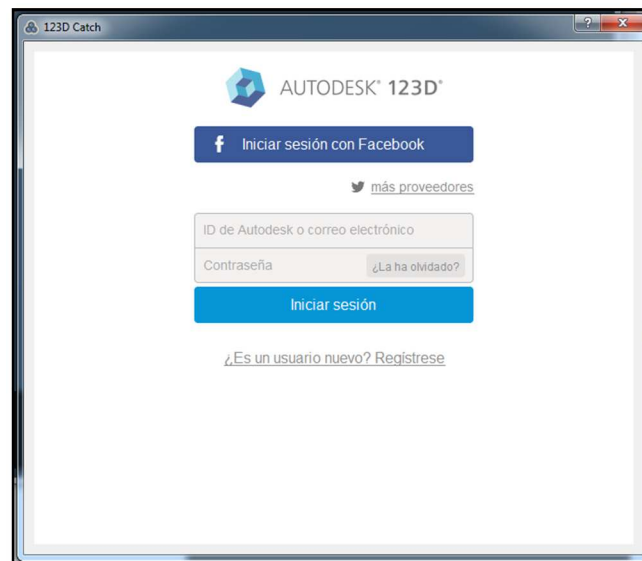


Figura 5.23 Identificador y clave de acceso 123D Catch®.

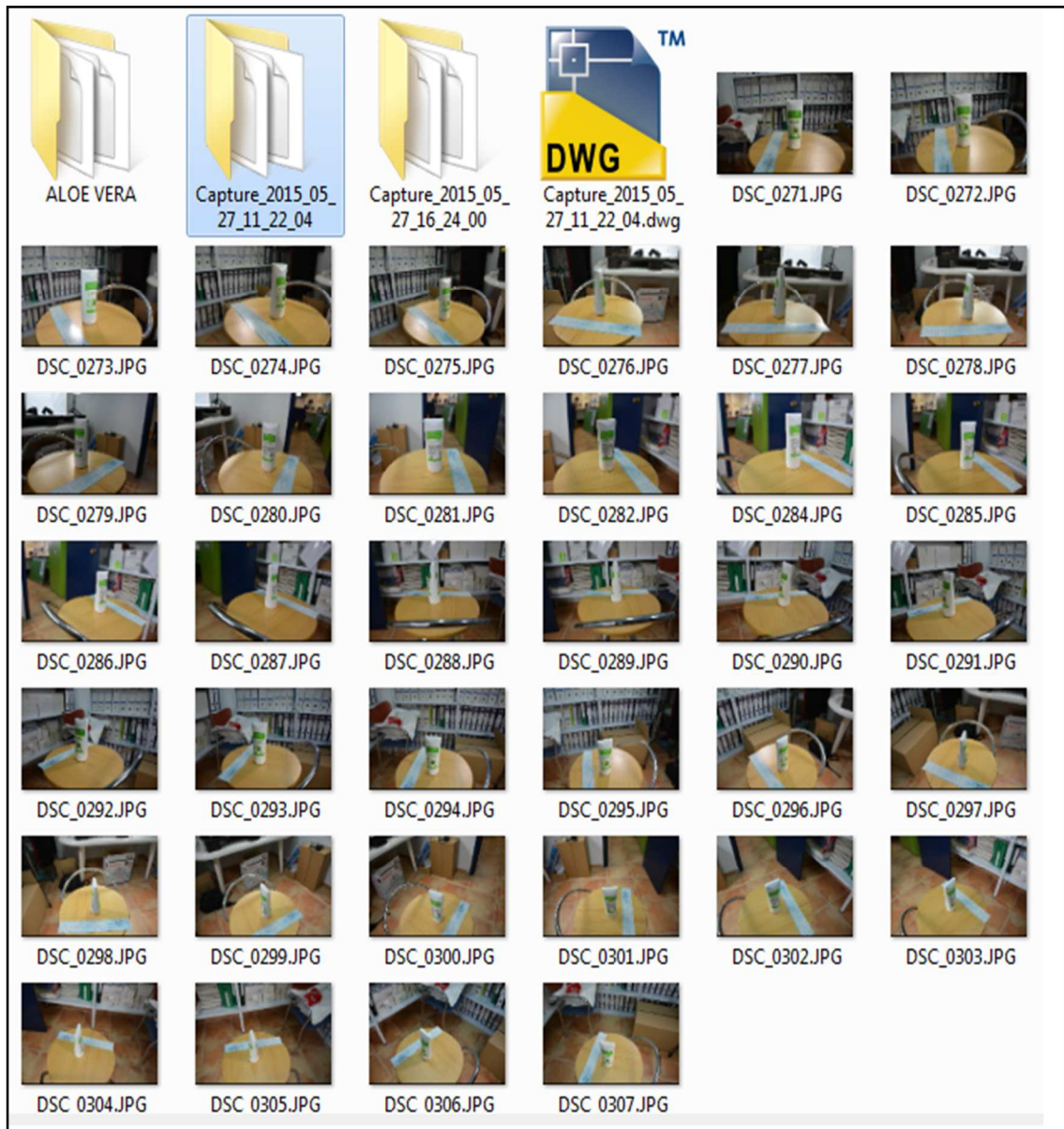


Figura 5.24 Selección de fotogramas realizados y archivados.

Tal y como detalla el fabricante y seguidos los pasos oportunos en la toma de fotogramas habremos archivado las fotografías en una carpeta del ordenador, de donde las marcaremos en el paso siguiente para que el software inicie el proceso de creación del modelo virtual 3D.

Una vez seleccionada y tal y como recoge la figura siguiente debemos señalar la pestaña “Crear Proyecto”.

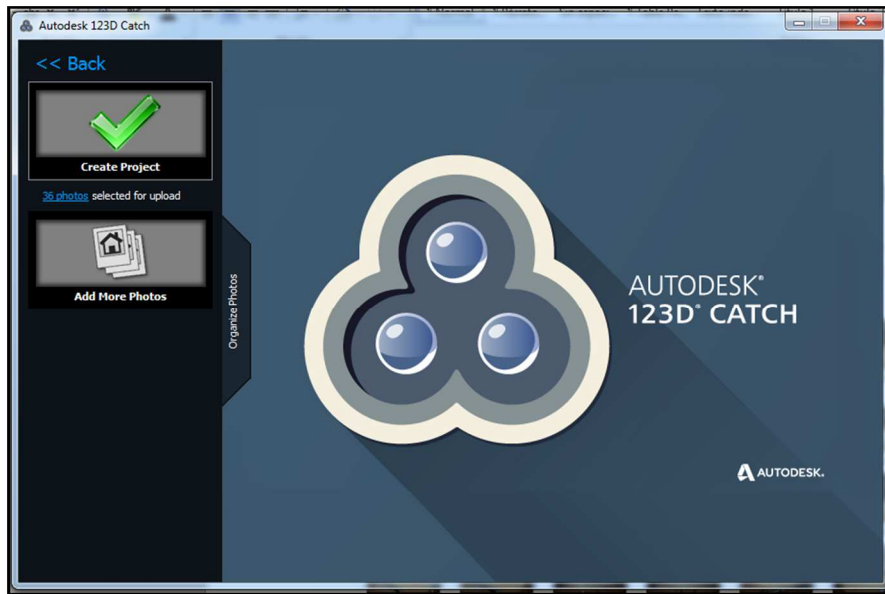


Figura 5.25 Pantalla de validación de creación de proyecto.

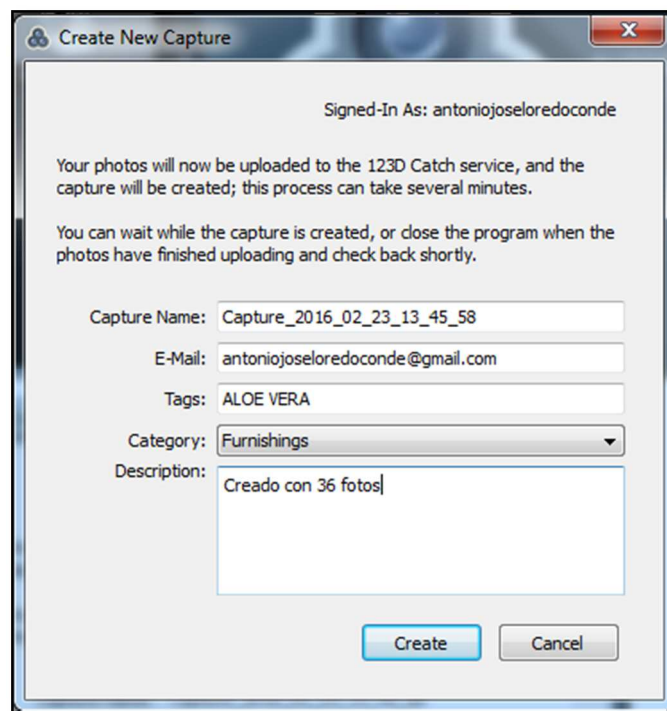


Figura 5.26. Nueva captura validación e-mail, categoría y descripción.

Ya que 123D Catch® trabaja en la nube pide una serie de datos para que en su catálogo sea más fácil con posterioridad la localización del modelo creado clasificándolo por tipo y por una breve descripción. El e-mail es necesario pues es donde nos llegará el enlace de descarga del modelo una vez creado. Pulsada la tecla “Create” se inicia el proceso de subida de las fotografías a la nube.

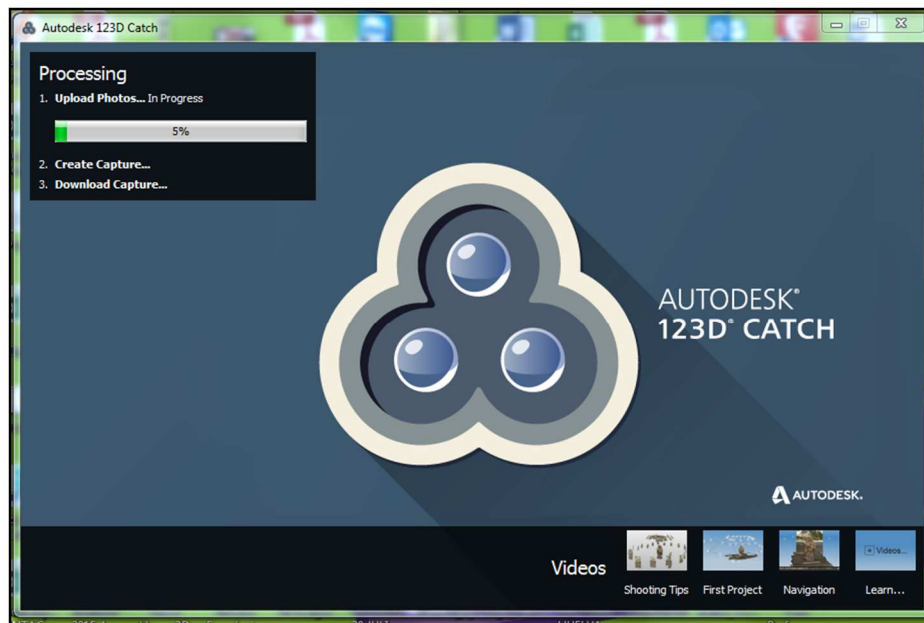


Figura 5.27 Estado de subida de las fotografías a la nube.

Un vez que el proceso de subida de fotografías se ha completado, que dependerá de la velocidad de conexión a internet que tengamos, ya están en el servidor de 123d Catch®. En este momento se inicia su procesado online, creando y calculando el modelo virtual, lo que este software denomina “capture”. Del mismo modo una vez creado se procede a la bajada del archivo del modelo a nuestro ordenador.

Es decir, el cálculo de la malla se produce de forma remota en un servidor al que debemos subir las fotografías. Tras un tiempo de proceso, dicho servidor nos devuelve como resultado una malla 3D de la escena.

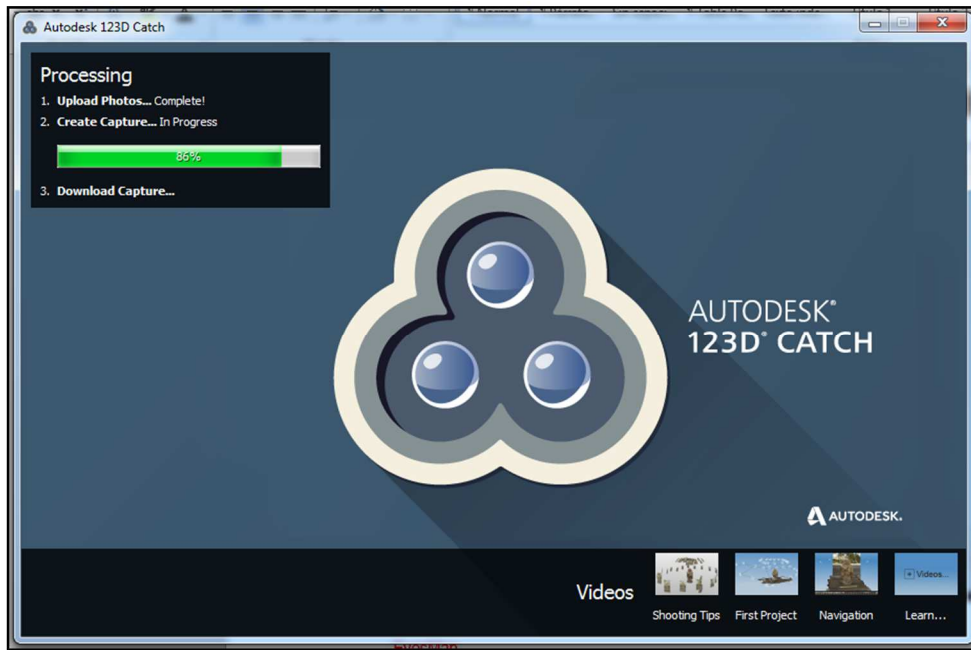


Figura 5.28 Proceso de creación del modelo online.

Completado este proceso se puede visualizar el resultado, pudiendo interactuar con él. Orbitar, zoom, ver la perspectiva de cada una de las fotografías tomadas y el recorrido del trazado que hemos realizado sobre el objeto fotografiado son unas características típicas de 123d Catch®.

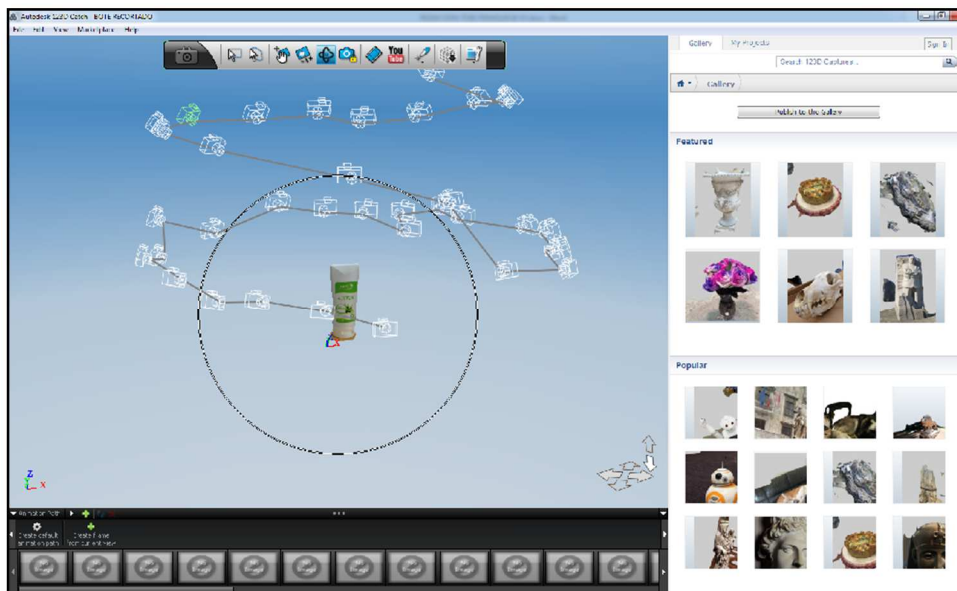


Figura 5.29 Elemento 3D Bote de crema Aloe Vera

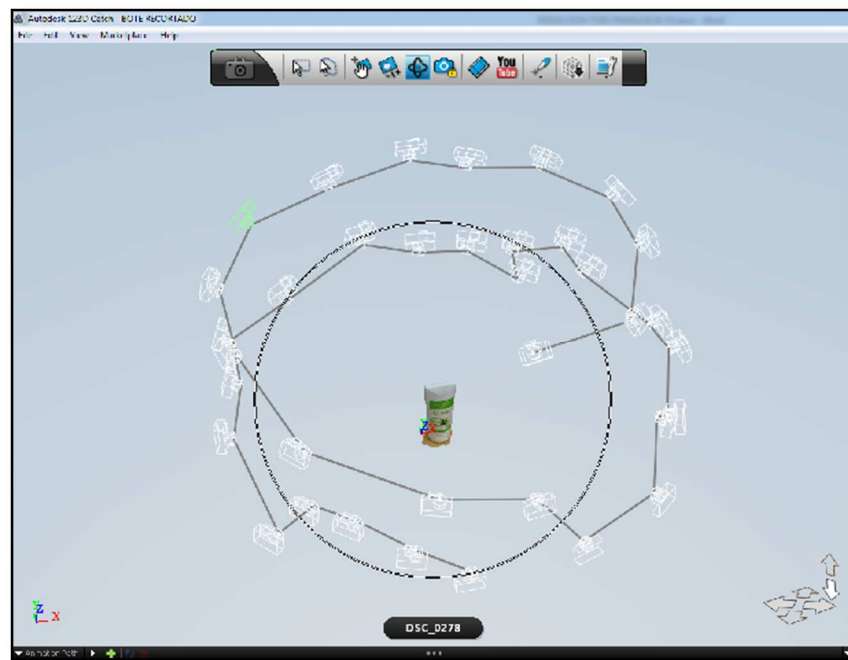


Figura 5.30 Diferentes perspectivas y trazados de recorrido en la toma de fotografías

No pretendiendo ser esta descripción del proceso de trabajo de investigación un manual de instrucciones del software, al menos pretendemos describir como ha sido realizado el proceso y la gran calidad de los resultados obtenidos en cuanto a geometría y la fácil corrección de pequeños errores de identificación permitiendo hacer mejoras de identificaciones de puntos homólogos en pares sucesivos de fotografías.

Es necesario del mismo modo una limpieza de la nube de puntos y la malla creada ajena al objeto que queremos tratar. Programas de limpieza y mejora de la malla como Zbrush o MeshLab son muy útiles para retocar y mejorar los acabados finales.

Una vez terminado el objeto 3D será añadido a nuestra galería de objetos 3D e incorporados a nuestra familia BIM en REVIT® y SketchUp®. Pudiendo como ya explicamos en procesos anteriores crear objetos para AR con extensiones exportadas como OBJ o DAE.

Hay que tener en cuenta que la toma de fotografías del objeto es el punto más importante. Es aconsejable tener en cuenta: (Soler, 2014)

- Evitar objetos brillantes o transparentes así como aquellos que reflejen la imagen

- Girar alrededor del objeto tomando las fotos necesarias de forma que un detalle aparezca al menos en 3 fotografías. Dicho de otra forma: tomar una fotografía cada 5-10º de giro.
- Girar alrededor del objeto a varios niveles de altura y varios ángulos. No olvidar planos cenitales. Se recomienda planear el proceso antes de empezar.
- Añadir puntos o piezas de que puedan ser útiles como referencia de situación para que la aplicación “no se pierda” al recomponer el objeto. Fondos planos no son recomendables. Una forma de conseguir que el “tracking” de la aplicación no de problemas es colocar el modelo sobre una hoja de periódico.
- No variar la dirección de la cámara. Esto significará tomar todas las fotos con la cámara horizontal o todas con la cámara vertical.
- No usar variaciones de zoom.
- La iluminación debe ser lo más uniforme posible.
- Mantener la profundidad de campo y el enfoque en todo el proceso de captura.
- No es necesaria una cámara de gran calidad ya que la aplicación admite imágenes incluso hechas con la cámara del teléfono móvil además de iPhone e iPad. (p. 41)

5.1.2.2 EyesMap® Tablet de e-Capture®.

Fuente: www.ecapture.es



Figura 5.31 Fotografías de la Tablet EyesMap® de e-Capture®

EyesMap® es una Tablet de e-Capture Research and Development S.L., con características profesionales para usos de muy distinto ámbito y permite crear una densa y precisa nube de puntos en muy poco tiempo. Podemos trabajar con grandes objetos y con pequeños objetos, que son modelados automáticamente. Las texturas fotográficas de los objetos también son incorporados al modelo 3D.

La posibilidad de hacer un pequeño trabajo de investigación sobre los resultados que podría darnos este equipo en nuestro estudio y el hecho de ser una empresa con sede en Mérida hacen que sea de agradecer un posicionamiento de la empresa e-Capture® a favor de realizar un pequeño muestreo con sus equipos sobre varios aspectos y posibles aplicaciones al sector franquicia sobre el que desarrollamos la investigación. Si bien por temas operacionales no pudo usar esta tecnología en aplicación al conjunto de proyectos a nivel nacional del estudio que sí componen el proceso comparativo total. Por ello las conclusiones de esta tecnología aquí expuestas son “locales”.

El hecho de presentar este apartado es parte de la memoria de actividades realizadas y técnicas sobre las que hemos trabajado, a pesar de que con esta tecnología no se han realizado modelos 3D que luego han sido incorporados a nuestros procesos de AR o modelos BIM con acabados y presentaciones virtuales, con los que se hace el análisis final de comparar tiempos de trabajo, procesado e impacto comercial respecto al proceso tradicional CAD.

Por ello y aunque no se han utilizado modelos creados con EyesMap® sí se ha podido sacar una serie de conclusiones importantes gracias a las actividades desarrolladas fundamentalmente en una tienda piloto de la franquicia en la ciudad de Mérida y a alguna demostración en la sede de la compañía.

Es una característica común con otros sistemas fotogramétricos que analizamos evitar objetos brillantes o que reflejen la luz.

Añadir puntos de referencia o señales cuando trabajamos con fondos planos es necesario, para el reconocimiento automático, por parte del software de EyesMap® de puntos homólogos. Por ello en la toma de datos del interior de locales en bruto que pueden tener estas características de fondos planos de un solo color es necesario un trabajo previo de colocación de pequeños elementos que hagan las funciones de tracker o marcadores.

La aplicación tiene una herramienta muy útil de medición sobre los datos recién capturados y procesados, lo cual podría ser un gran ahorro de tiempos en la toma de datos y mediciones tradicionales, aunque no sacamos detalle de estas conclusiones por tratarse de un muestreo único sí pensamos que no debemos descartar profundizar en el estudio de estos equipos y la tecnología que desarrollan en futuras líneas de investigación. Recogemos tan solo datos objetivos del trabajo realizado sin extrapolarlo ni compararlo con nuestro estudio global con otras técnicas.

El sistema de captura de datos en interior se puede realizar gracias a un sensor de profundidad y a la captura de unos 25 fotogramas por segundo, permitiendo la captura de datos en movimiento, algo que a priori podría ser interpretado como una ventaja operacional respecto métodos estáticos.

Los trabajos de toma de datos en nuestro ensayo se distribuyeron en dos procesos individuales, toma de datos de la fachada de la tienda piloto y el interior de dicha tienda. En este caso la diferencia fundamental del trabajo de toma de datos del interior está en que en nuestra investigación los locales objeto de estudio del proyecto están vacíos o en bruto y en este muestreo de operación de EyesMap® la tienda está llena, ya que está en funcionamiento y abierta al público, por ello el gran número de elementos y productos, estanterías, luminarias, etc. son un factor diferencial.

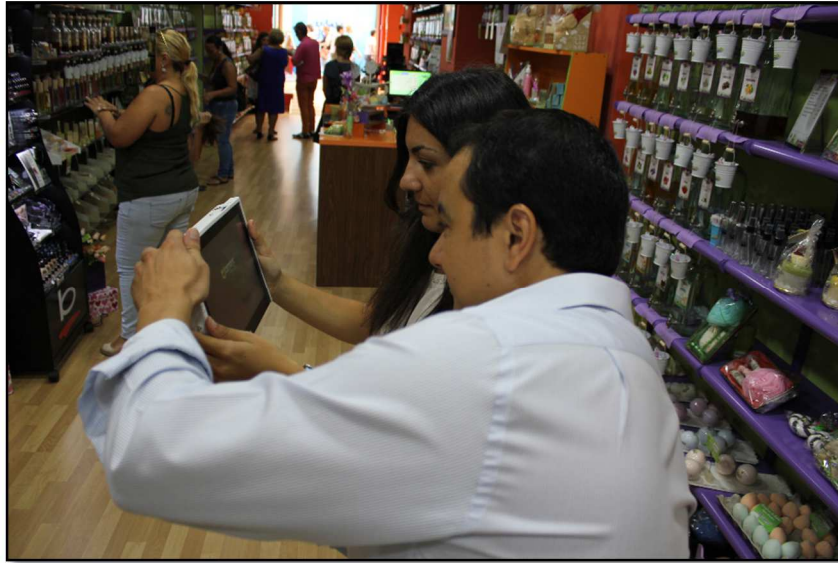


Figura 5.32 EyesMap® de e-Capture® proceso de toma de datos en tienda piloto.

A pesar de ello el tiempo estimado en la toma de datos con EyesMap® en los trabajos en la tienda piloto es de unos 18 minutos en la fachada y en el interior 35 minutos. Algo que sorprende por su agilidad si lo comparamos con los datos que arroja el resto de proyectos con otras técnicas y quedar guardado en un solo proceso medidas y registros fotográficos.

Las características técnicas de su equipo de trabajo y la calibración de distancia de su estereocámara hacen que disponga de una función muy útil como es la obtención automática de ortofotos.

Por todo ello hemos hecho dos opciones de valoración económica para el cálculo del ROI de uso de tecnología alternativa al proceso CAD tradicional incorporando también una opción donde se considera en los costes la adquisición de un equipo EyesMap® que analizaremos independientemente.

5.1.2.3 Agisoft® PhotoScan® (V 1.16 2015)

Para el desarrollo de esta parte de la investigación hemos decidido trabajar con otra herramienta de captura de modelos 3D a través de transformaciones matemáticas, algoritmos y reconocimientos de puntos homólogos en pares fotográficos. PhotoScan de Agisoft® (AGISOFT, V 1.16 2015) es un software ruso que ofrece la capacidad de desarrollar el flujo de trabajo siguiente:

1. Edición de fotos: desde la que se puede descartar las zonas inservibles en la toma fotográfica para que no las tenga en cuenta el algoritmo.
2. Detección de puntos de control: a partir de las fotos se localizan los pares y puntos comunes, pudiendo indicarlos manualmente para mejorar resultados debido a una mala identificación de los pares.
3. Generación de nube de puntos: a partir de puntos de control entre los pares de fotos se genera una nube de puntos 3D donde encajar las fotos.
4. Generación de malla: que nos proporciona una red de polígonos que modela el objeto/espacio.
5. Edición de malla: para eliminar las imperfecciones del modelo, aunque este apartado para nuestro caso y forma de planificar se realiza mediante herramientas como MeshLab.
6. Generación de textura: que proporciona un gran realismo al modelo a partir de la toma fotográfica.
7. Exportación a formatos estándar: necesario para poder proseguir con el flujo de trabajo.

Ahora recogemos un informe fotográfico de los pasos desarrollados para la toma de productos en 3D bajo esta herramienta.

Deseamos destacar la importancia, como paso previo, de una buena planificación de la toma fotográfica. Una buena iluminación, una buena elección de tomas a pares, preparación del entorno, etc. hace que el trabajo de generación del modelo sea ágil en edición como en tiempo de procesado.

La diferencia fundamental que presenta respecto al programa que utilizamos también de Autodesk®, 123D Catch® es que trabaja en local, no hace falta subir a la nube los datos, en nuestro caso que disponemos de un equipo potente es una ventaja por los tiempos de trabajo y procesado que se mejoran.

Al igual que describimos cual fue el proceso de los trabajos realizados con 123DCatch® hacemos una descripción del proceso de recogida de datos y procesado realizado con PhotoScan®.

Iniciamos con la apertura de un nuevo proyecto de trabajo, existiendo una pestaña denominada “Flujo de trabajo”

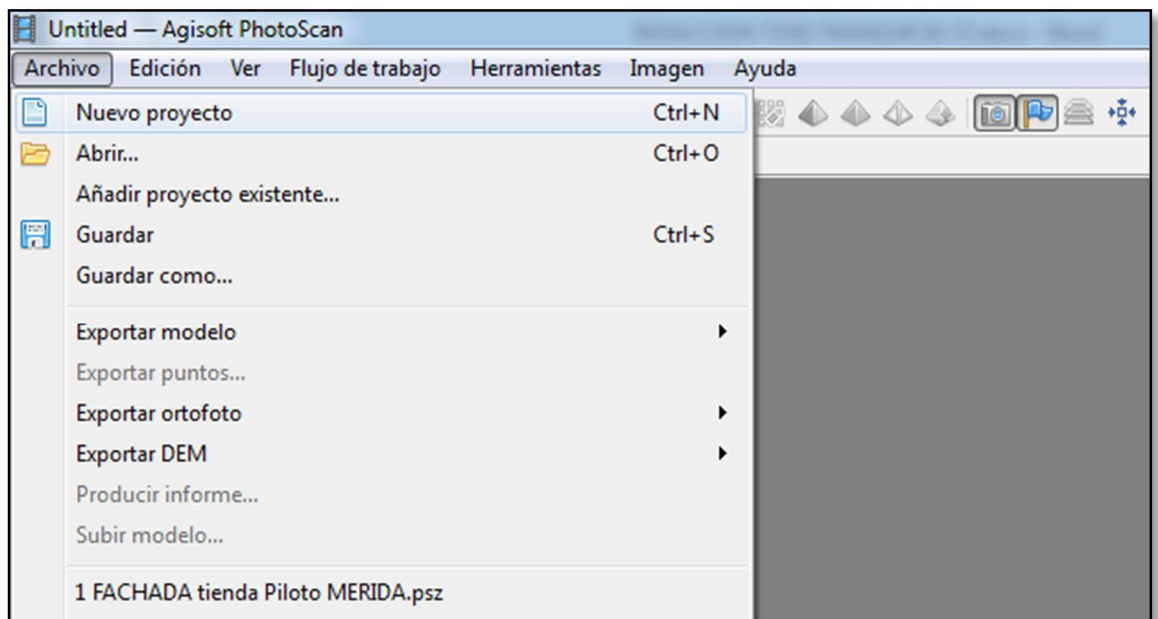


Figura 5.33 Pantalla de nuevo proyecto en PhotoScan®

Tras haber realizado la sesión fotográfica alrededor del objeto en cuestión y del que pretendemos obtener el modelo 3D, añadimos dichas fotos en el flujo de trabajo para iniciar la serie de actividades necesarias para la obtención final de un modelo exportable y utilizable en otra plataforma BIM o de AR.

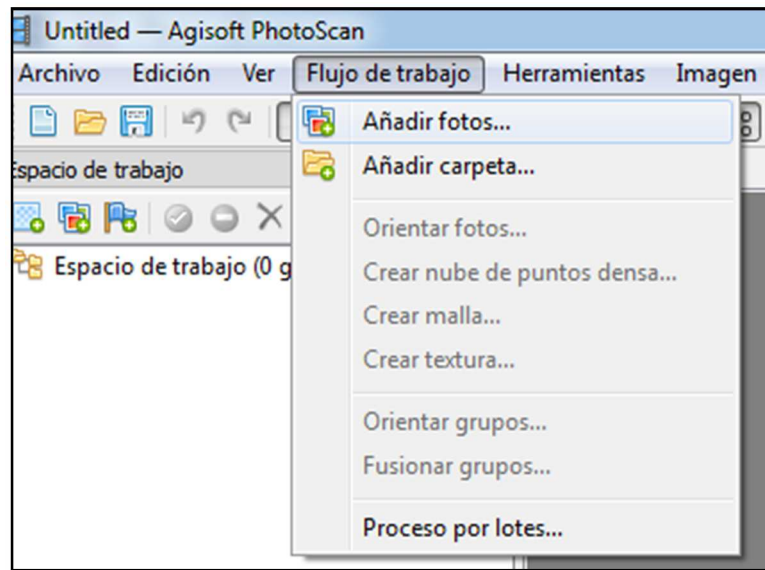


Figura 5.34 Pantalla de flujo de trabajo PhotoScan®.

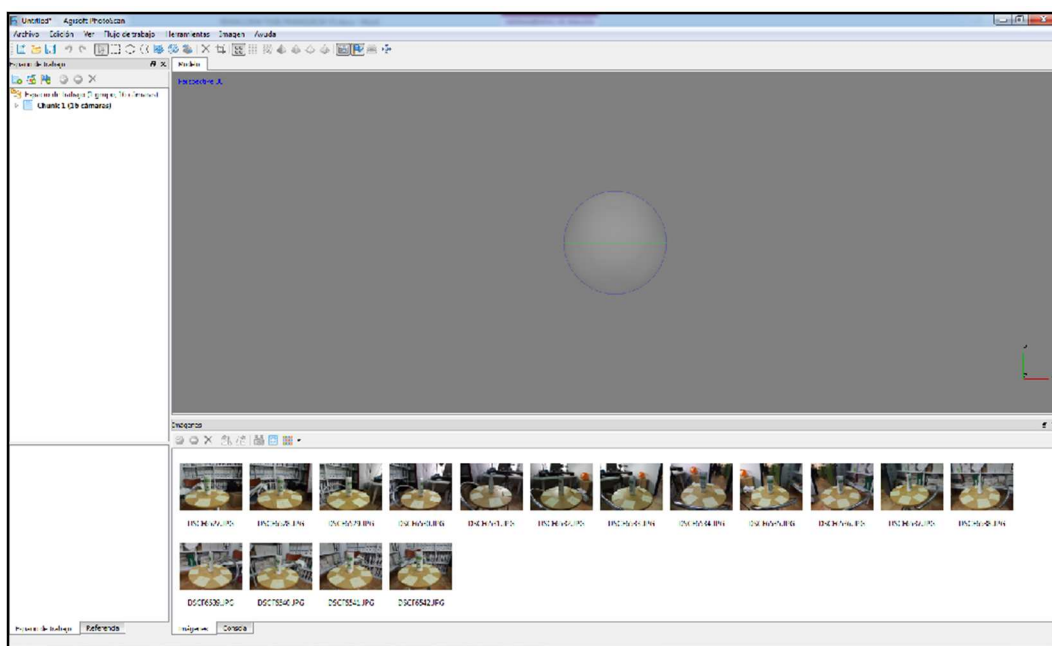


Figura 5.35 Inserción de fotografías de la serie en PhotoScan®

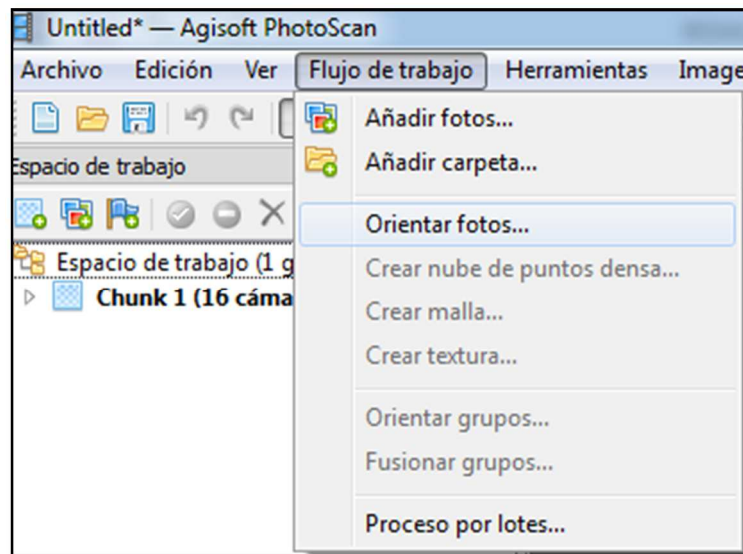


Figura 5.36 Inserción de fotografías de la serie en PhotoScan®

Tras la inserción de todo el conjunto fotográfico se procede a la orientación de las fotos de tal manera que ya entran en funcionamiento los algoritmos y correcciones mediante la identificación de para homólogos por pares de fotografías

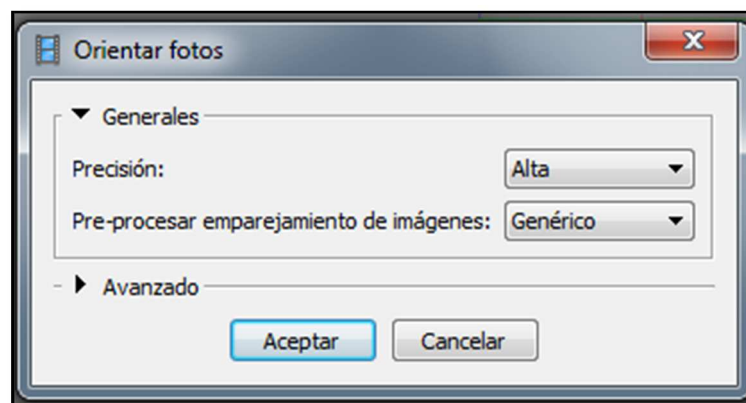


Figura 5.37 Inserción de fotografías de la serie en PhotoScan®

En la figura vemos que podemos trabajar con selección de diferente precisión y determinar el pre-procesado por diferentes métodos, según la calidad pretendida del acabado esperado.

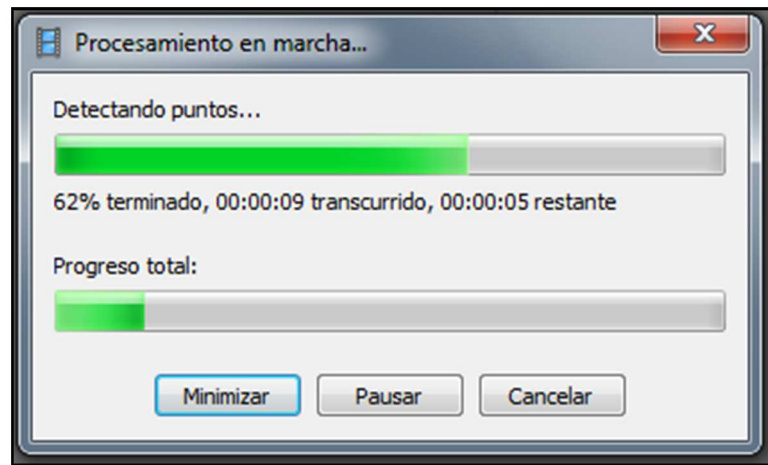


Figura 5.38 Inserción de fotografías de la serie en PhotoScan®

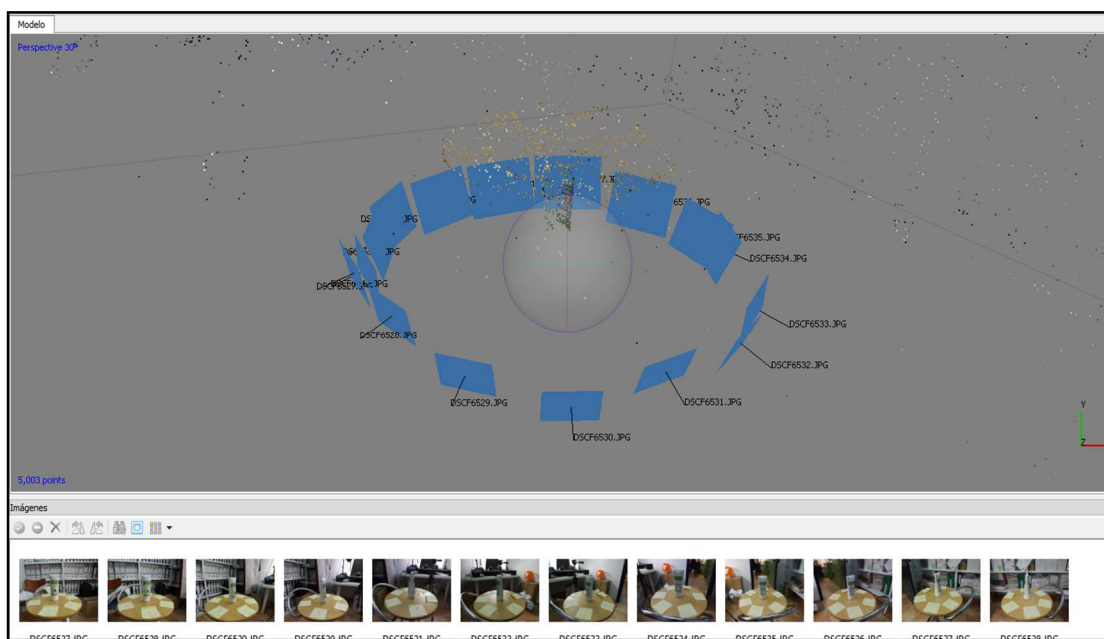


Figura 5.39 PhotoScan®. Perspectiva de la toma fotográfica y la primera nube de puntos.

En la figura 66 y 67 se nos muestra el avance del proceso y como una vez que se han orientado automáticamente los fotogramas aparece las perspectivas de cómo han sido realizadas cada una de las tomas y la primera nube de puntos sin tratar. En nuestro caso ejemplo tan solo 5003 puntos del objeto fotografiado.

Pasamos como vemos en la siguiente figura a la creación de la nube de puntos densa dentro del flujo de trabajo que viene protocolizado en la pestaña oportuna. También podemos definir la calidad final esperada, en este ejemplo mostrado en la figura 69 hemos definido como “extra alta”, esto quiere decir que será la máxima que el programa sea capaz de producir con los datos de los fotogramas existentes, la orientación anterior y la base de puntos básicos previos. El programa reconstruye lo que denomina mapas de profundidad en el proceso de creación de la nube de puntos densa.

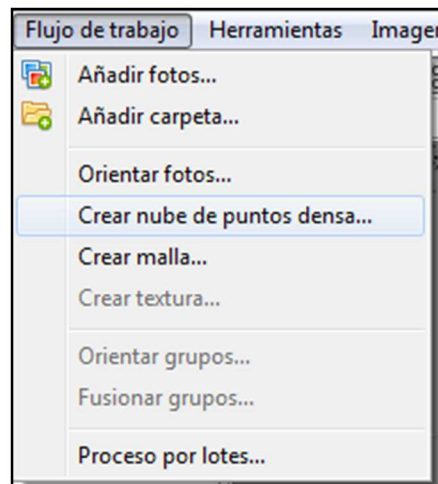


Figura 5.40 PhotoScan®. Creación de nube de puntos densa.

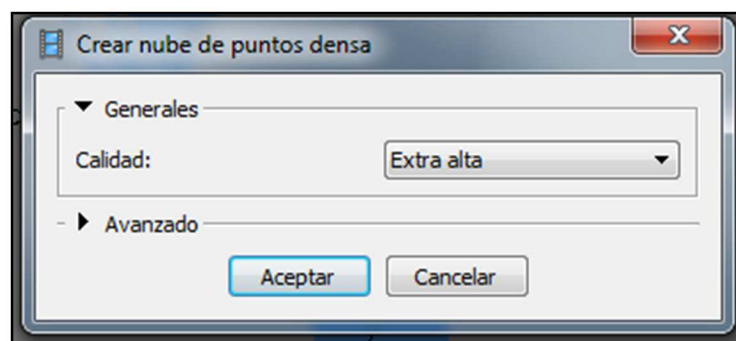


Figura 5.41 Definición de la calidad de la nube de puntos densa en PhotoScan

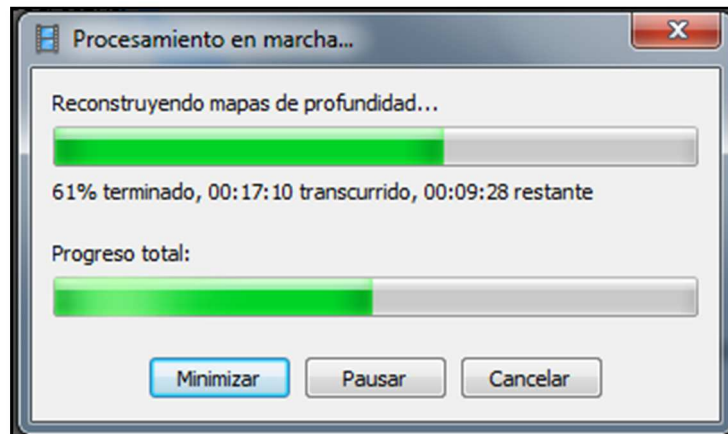


Figura 5.42 Procesamiento de mapas de profundidad en PhotoScan®

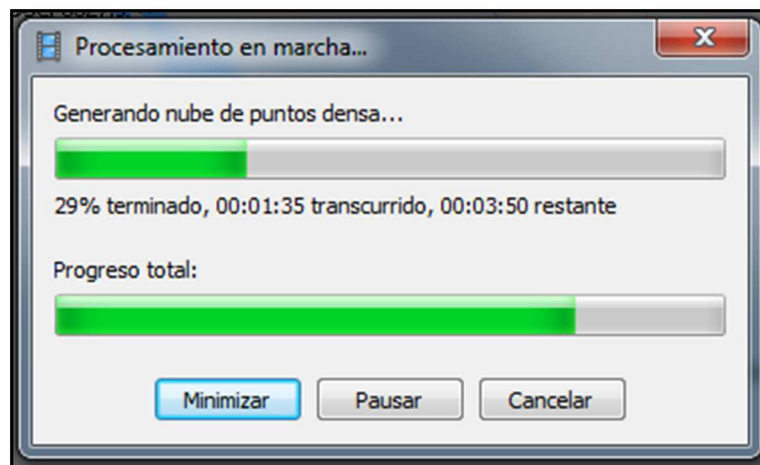


Figura 5.43 Estado de la nube de puntos y progreso total en PhotoScan®.

Llegados a este punto se procede a la creación de malla y textura siguiendo el flujo de trabajo y los pasos similares al proceso anterior se repiten los procesos, hasta conseguir tal y como vamos a ver en las figuras siguientes llegar a tener el modelo virtual en 3D, pudiendo trabajar en su entorno, orbitando, revisando características, corrigiendo identificación de puntos homólogos en fotografías y todo lo preciso hasta tener un resultado deseado listo para exportar a otra aplicación.

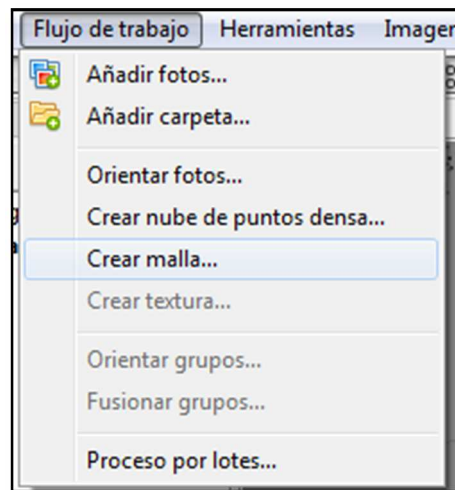


Figura 5.44. Creación de malla en PhotoScan®

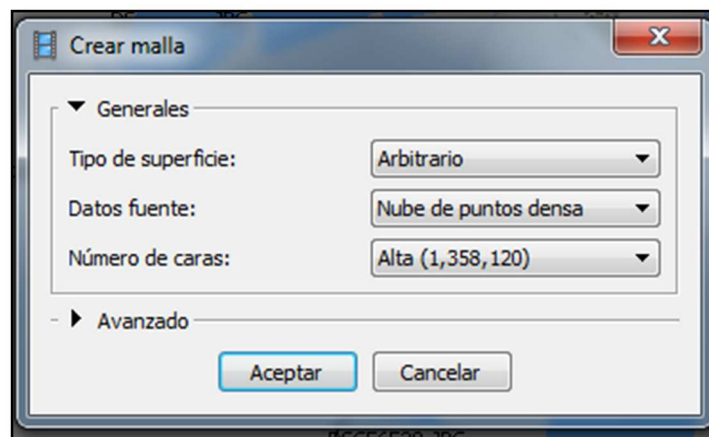


Figura 5.45 Definición de parámetros en creación de malla en PhotoScan®

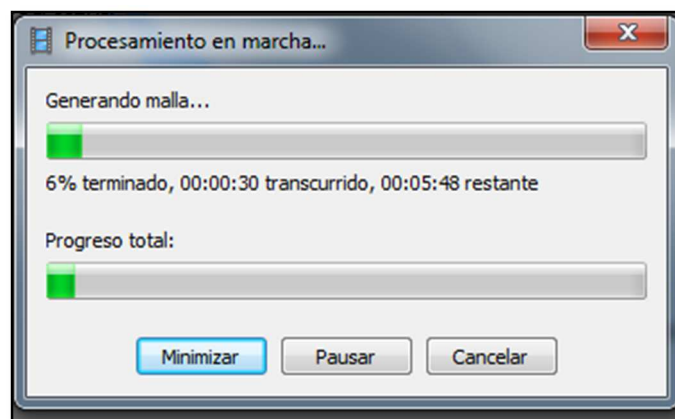


Figura 5.46 Procesamiento de creación de malla en PhotoScan®

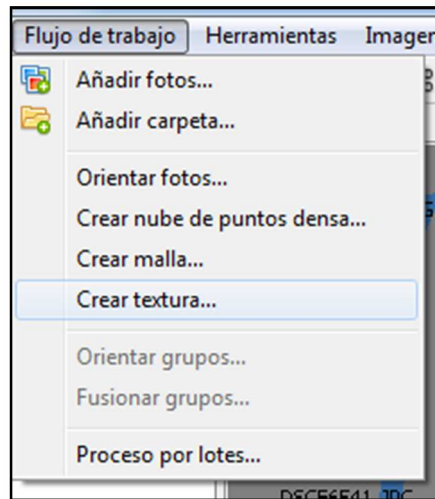


Figura 5.47. Inserción de fotografías de la serie en PhotoScan®

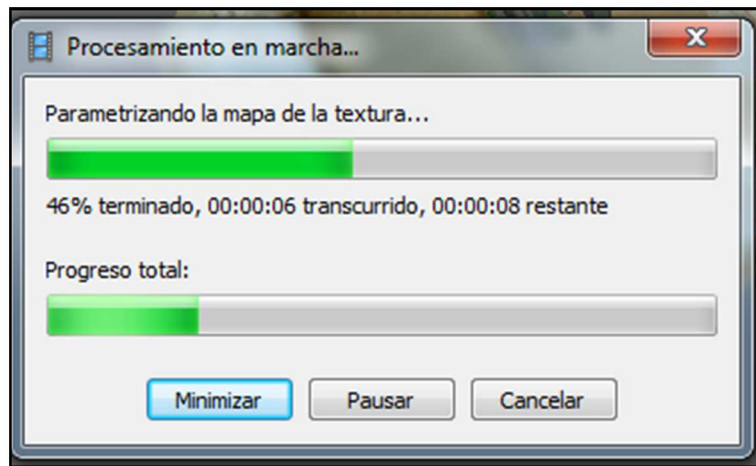


Figura 5.48 Parametrizado del mapa de textura en PhotoScan®

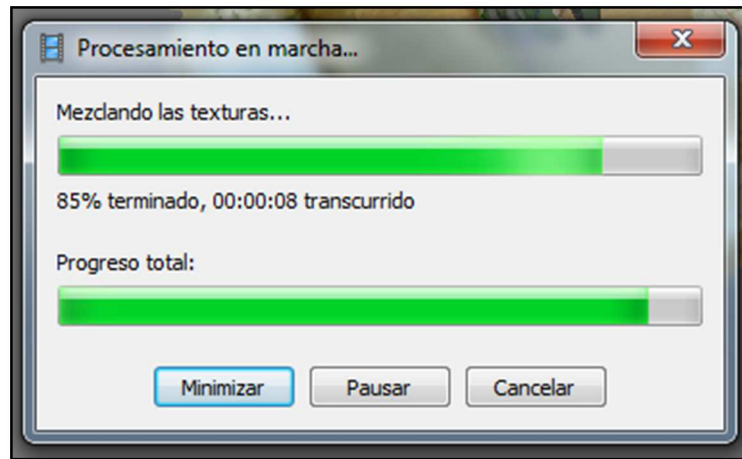


Figura 5.49 Mezclado de texturas en PhotoScan®

De tal forma que en la figura 78 se muestra cómo podemos tener acabado un modelo 3D de un objeto de nuestro modelo de negocio de franquicia en estudio, se observa una vista cenital del objeto, y de una serie de elementos ajenos como el taburete de madera sobre el que se apoyó el mismo en la sesión fotográfica y los trackers o marcas utilizados para mejor reconocimiento de pares, que se colocaron de manera auxiliar para tratar de mejorar el proceso de orientación, por ello hay que depurar, bien con el propio software de PhotoScan o bien como hemos hecho en otras ocasiones con otro software como MeshLab.

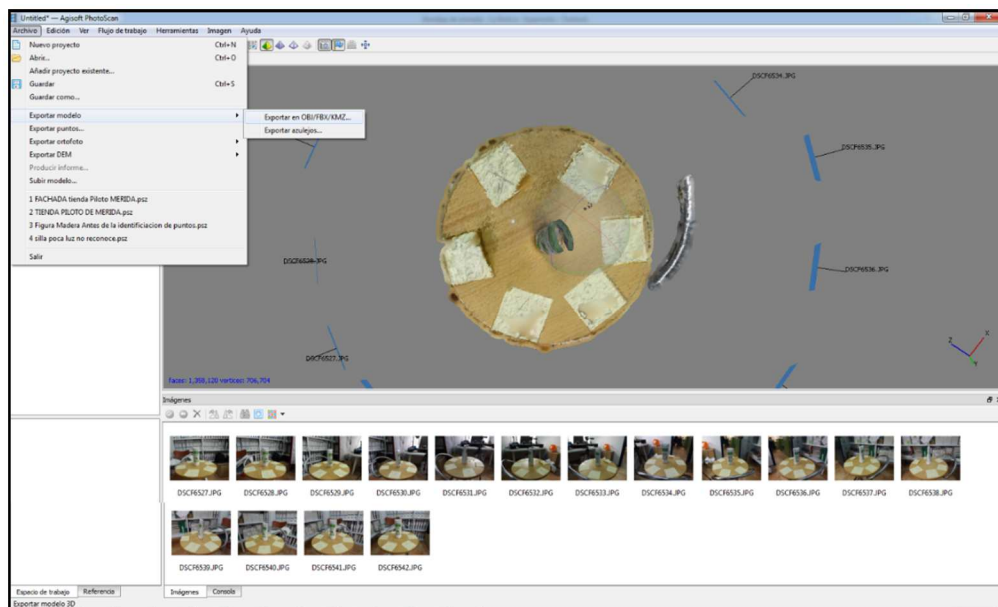


Figura 5.50. PhotoScan. Modelo 3D con texturas listo para exportar.

5.1.2.4 Módulo Photomatch de SketchUp®

SketchUp® y REVIT® son dos de las herramientas BIM que mayor apoyo nos han dado como plataformas tecnológicas en esta investigación. Si bien cada una tiene sus ventajas e inconvenientes, el uso combinado de ambos pretende en la medida de lo posible sacar partido de ciertas herramientas o “plugins” que los diferencia y que son de utilidad en nuestro trabajo pues trataremos de demostrar que optimizan el proceso de toma de datos y el de implantación de la fase previa del proyecto.

El módulo Photomatch de SketchUp®, dispone de un sistema de ajuste de perspectiva a partir de un fotograma 2D determinado, en donde sea posible determinar tres ejes distintos por cálculo del punto de fuga y selección adecuada de tramos horizontales y verticales identificables en elementos de la fotografía. De esta manera definido el sistema podremos introducir en él nuestro modelo 3D y poder proporcionar un montaje previo a nuestro cliente bajo el soporte inicial de dicha fotografía.

Pero su mayor utilidad para nuestra estudio y por lo que decidimos incorporarlo como técnica adicional viene por las mediciones fotogramétricas que el definir este sistema permite, ya que si además tenemos en el proceso de toma de datos algunas medidas de control podremos perfectamente sacar con bastante precisión cualquier medida de elementos visibles en la fotografía.

A continuación presentamos una muestra de cómo trabajamos con Photomatch y algunos ejemplos aplicados, pues no solo ha sido útil en fachadas sino en pre procesado de algún interior también.

En nuestro ejemplo propuesto se trabaja sobre un proyecto de tienda la cual se quiere habilitar en una zona dentro de un centro comercial. En este caso se requiere un trabajo de replanteo para el boceto de proyecto previo y la implantación definitiva, en donde el módulo Photomatch es a priori nuestra herramienta de trabajo.

Nos basamos en distancias conocidas ya que se ha medido en el trabajo de visita, de puntos clave para luego ajustar nuestro modelo.

Por un lado trabajamos con una perspectiva del lugar donde queremos ubicar nuestro espacio de franquicia dentro del centro comercial. Editamos los ejes de tal forma que trabajando con horizontales reconocibles y verticales reconocibles definamos sin duda el

sistema de coordenadas X,Y;Z que corresponde a la perspectiva del fotograma, algo que podemos observar en la figura 5.51

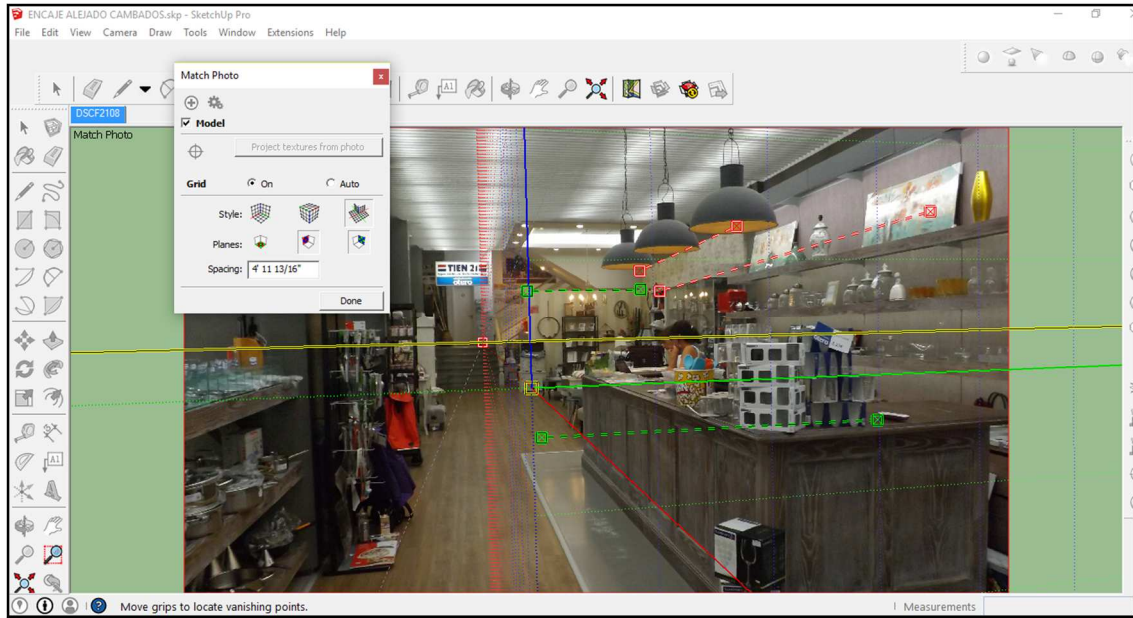


Figura 5.51 Photomatch. Edición de ejes de coordenadas de una perspectiva fotográfica

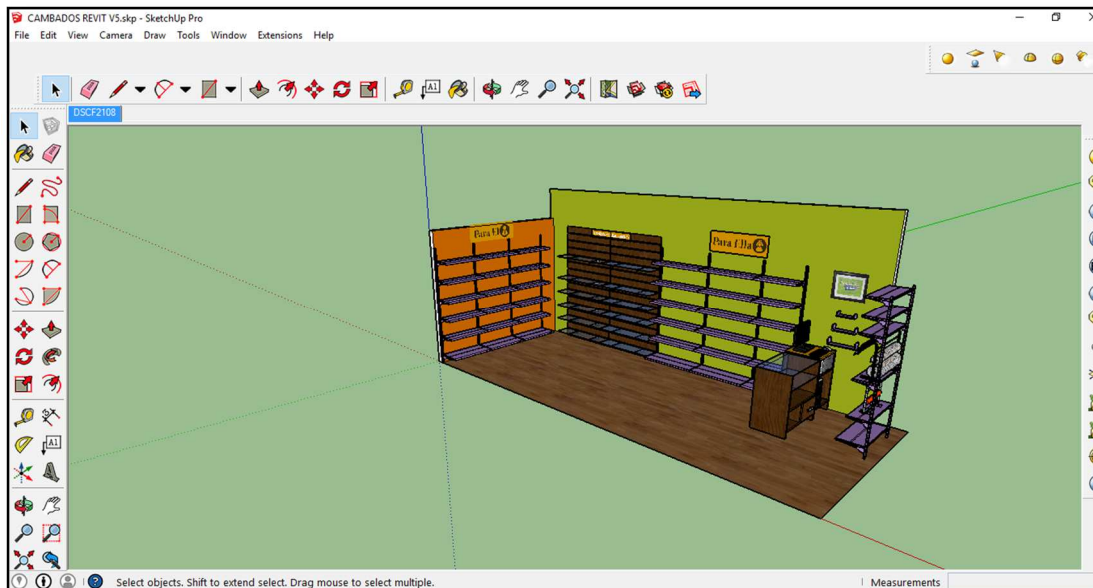


Figura 5.52 Modelado en SketchUp® de zona a implantar en el fotograma

Independientemente trabajamos en el modelado 3D para implantar en la zona que queremos utilizar, de forma que seamos capaces de insertar el modelo directamente en el sistema de coordenadas, con la misma perspectiva que tiene la fotografía y dado que tenemos distancias comunes conocidas en la misma escala, de tal forma que encajará perfectamente el modelo virtual sobre dicho fotograma, siempre que elijamos un punto común que sea identificable en ambos, como podría ser una esquina.

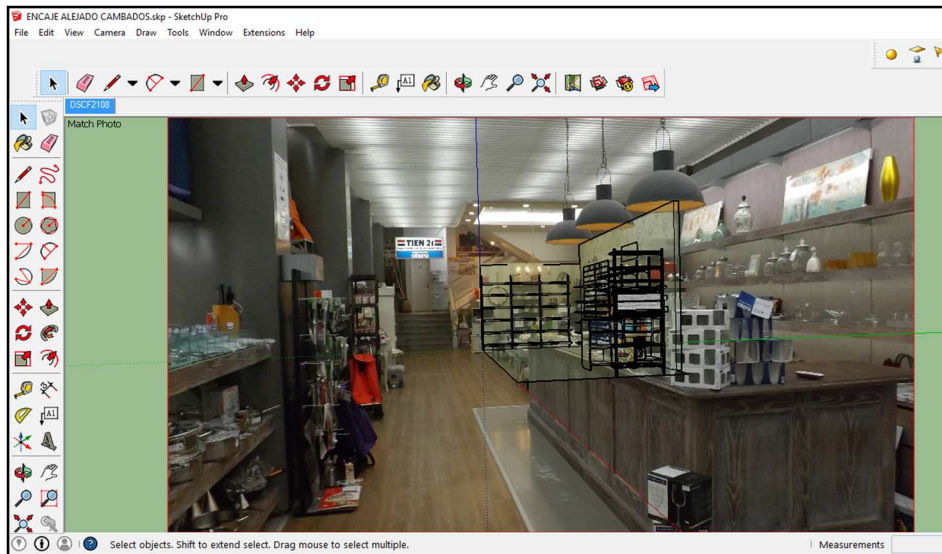


Figura 5.53 Fusión de fotograma en perspectiva y elemento modelado en 3D

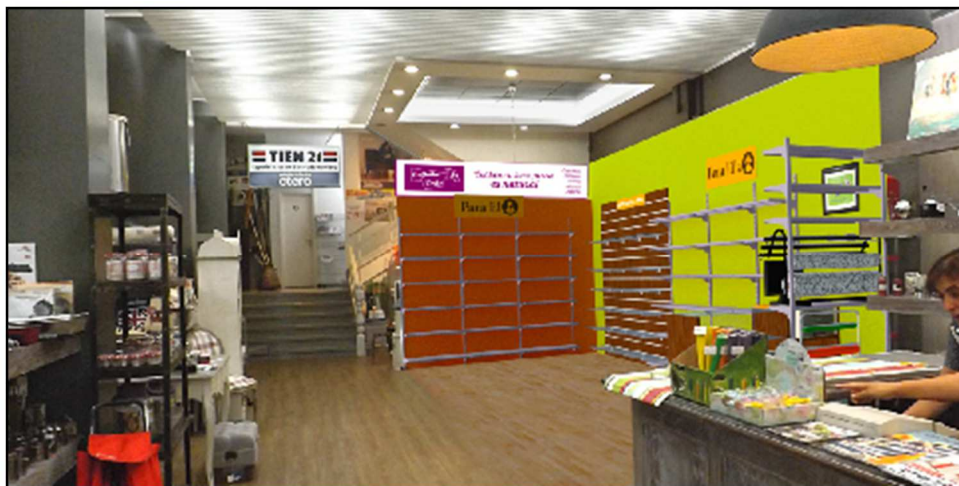


Figura 5.54 Elemento exportado de fusión modelado y fotografía.

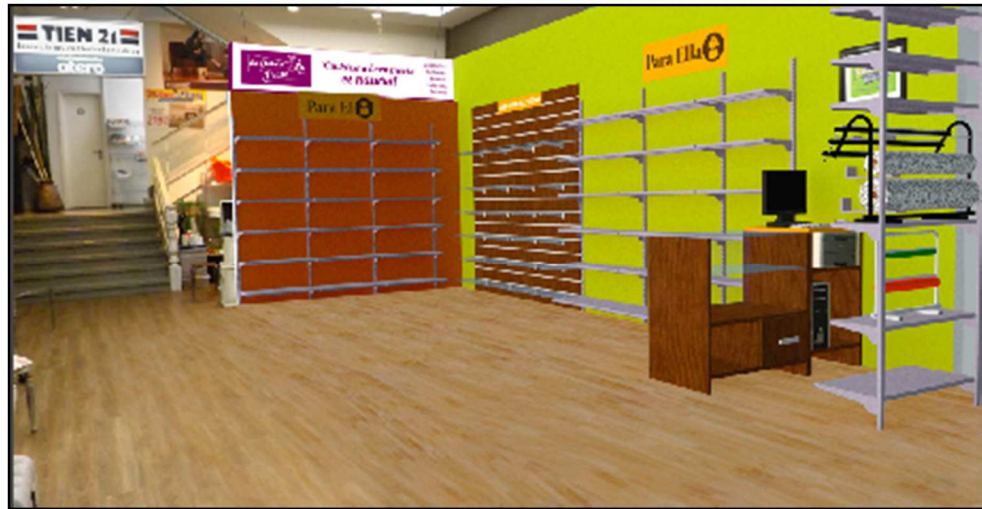


Figura 5.55 Elemento exportado de fusión modelado y fotografía II.

Este proceso lo podemos repetir en cuantas perspectivas fotográficas deseemos de cara a poder exportar las diferentes opciones a programas de edición fotográfica y poderse los ofrecer al cliente junto con datos de m2 de ocupación, ml de avance, etc.

Cuanto más preciso sea el ajuste de ejes y medición de puntos de control identificables en los fotogramas mayor será la precisión en cualquier medida en elementos fotográficos que realizamos posteriormente.

El proceso de toma de datos con este sistema permite no tener que tomar las distancias de todos los elementos relevantes, tan solo aquellos que servirán de puntos de control y supervisión de la bondad de las mediciones. Otro de los aspectos que tratamos de cubrir en nuestro estudio es como la conjunción de estas técnicas supone una mejora, como tratamos de demostrar, en la gestión de tiempos de toma de datos de medición y en la gestión o procesado de los mismos.

5.1.3 Escáner experimental rotatorio

Otro de los elementos que vamos a describir en este capítulo dedicado a las técnicas de la fase de toma de datos se basa en el uso de un escáner experimental que hemos utilizado para la captura de algunos pequeños elementos de uso común en la franquicia para luego completar la base de datos de elementos virtuales 3D creados por diferentes técnicas y que luego son introducidos en los programas BIM para el replanteo del proyecto en cuestión.

En este caso hablamos del escáner experimental Ciclop de BQ.



Figura 5.56 Imagen del escáner Ciclop BQ

Ciclop es un escáner 3D libre basado en láser con plataforma rotativa. Ha sido desarrollado por Bq y publicado a la comunidad bajo licencia Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0

Este escáner 3D está formado por una estructura de piezas impresas en 3D y varillas, una cámara web, dos láseres de línea y una plataforma que gira mediante un motor paso a paso.

En relación con este dispositivo, se ha sido desarrollado un software propio denominado Horus, una aplicación completa de escritorio para escaneo 3D.

Uno de los hechos que han determinado que se decidiera usar Ciclop para para de este estudio está en el hecho de que tienen licencia libre. Toda la información sobre el diseño

mecánico, la electrónica, el software, los algoritmos, las matemáticas y los experimentos realizados están compartidos y disponibles.

Para la definición de procesos y componentes recurrimos a la información corporativa de BQ (2015):

Existen varias alternativas para capturar la geometría tridimensional de un objeto: triangulación láser, luz estructurada y visión estereoscópica entre otras. Para muchos autores la primera es la que tiene, en comparación, una mayor precisión y resolución, aunque tiene también tendría ciertas limitaciones en cuanto a los materiales de los objetos a escanear. Se basa en capturar con una cámara la proyección de un haz láser sobre un objeto.

La estructura de Ciclop se compone de piezas impresas en 3D, varillas roscadas M8, tornillos M8, tornillos M3, tuercas y arandelas. Dispone de una plataforma giratoria de metacrilato de 20 cm de diámetro donde se coloca la pieza a escanear. Está recubierta de una superficie antideslizante para evitar que se muevan los objetos durante el escaneado. La plataforma se apoya sobre un rodamiento de bolas de 110 mm de diámetro. El movimiento se acciona mediante un motor paso a paso Nema 17.

El sensor está formado por una cámara web HD Logitech C270 en el centro, dos módulos láser de línea clase 17 situados a los lados y la placa controladora ZUM BT-3288 en el interior del frontal.

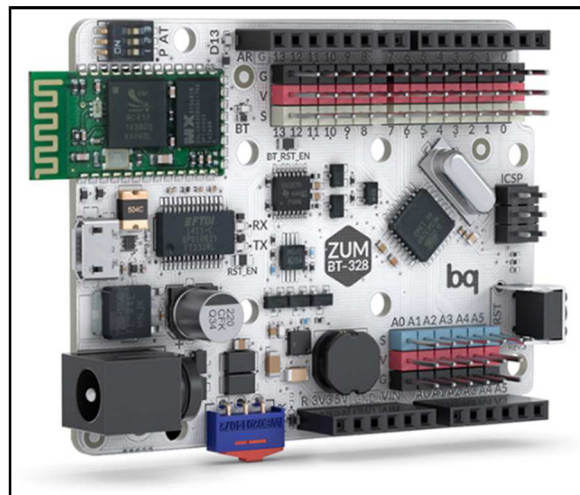


Figura 5.57. Imagen de la placa controladora ZUM BT-3288

La ZUM BT-328 es una placa basada en Arduino que ejecuta el firmware de control del motor y los láseres. Se comunica con el PC por medio de cable micro USB o Bluetooth. En su parte superior está conectada la ZUM SCAN, una shield derivada de la Arduino CNC Shield9, que contiene 2 drivers de control de motores paso a paso, y conexión para 4 láseres y 2 sensores analógicos de luz (LDRs).

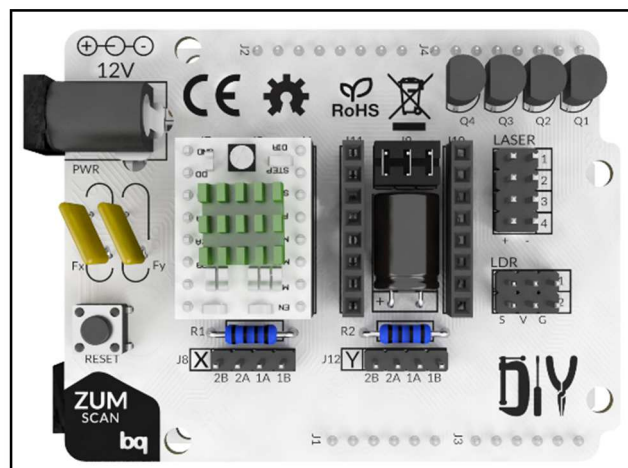


Figura. 5.58 Imagen de la shield ZUM SCAN

El firmware de Horus se ha desarrollado a partir de GRBL10, utilizado en otros proyectos como Marlin (el firmware de las impresoras 3D libres). Permite controlar el encendido y apagado de los láseres, así como el control en posición, velocidad y aceleración del motor paso a paso mediante comandos G-code.

El programa principal es una aplicación de escritorio multiplataforma desarrollada en Python2. Utiliza wxPython, NumPy, SciPy, Matplotlib, OpenGL, y una versión optimizada para Linux de OpenCV.

Esta aplicación es el núcleo del escaneo. Gestiona las comunicaciones, la captura y sincronización de datos, el procesamiento de imagen y la generación y visualización de la nube de puntos.

Ha sido desarrollado y optimizado para GNU/Linux (Ubuntu), Windows y Mac. Horus se compone de tres bancos de trabajo, seleccionables por el usuario.

Se pueden controlar libremente cada uno de los elementos que componen el escáner: los parámetros de la cámara, los láseres, los motores, etc. Está pensado para que los creadores y desarrolladores puedan realizar pruebas y experimentos de los componentes del dispositivo por separado.

El banco de calibración contiene las herramientas necesarias para calibrar el dispositivo, desde el ajuste de la cámara, hasta la triangulación de los láseres y la detección de la plataforma giratoria.

Este sistema está diseñado para calcular automáticamente los parámetros internos del escáner a partir de la estructura montada por el usuario. Esto es muy importante porque al ser un escáner DIY, nunca se montarán dos escáneres exactamente iguales. Es imposible determinar a priori las dimensiones y orientaciones que el usuario le dará en el montaje. Además, el usuario puede montar un escáner con diferentes dimensiones y posiciones de los láseres y cámara. Horus se encargará de auto-calibrarse correctamente para conseguir un escaneo adecuado.

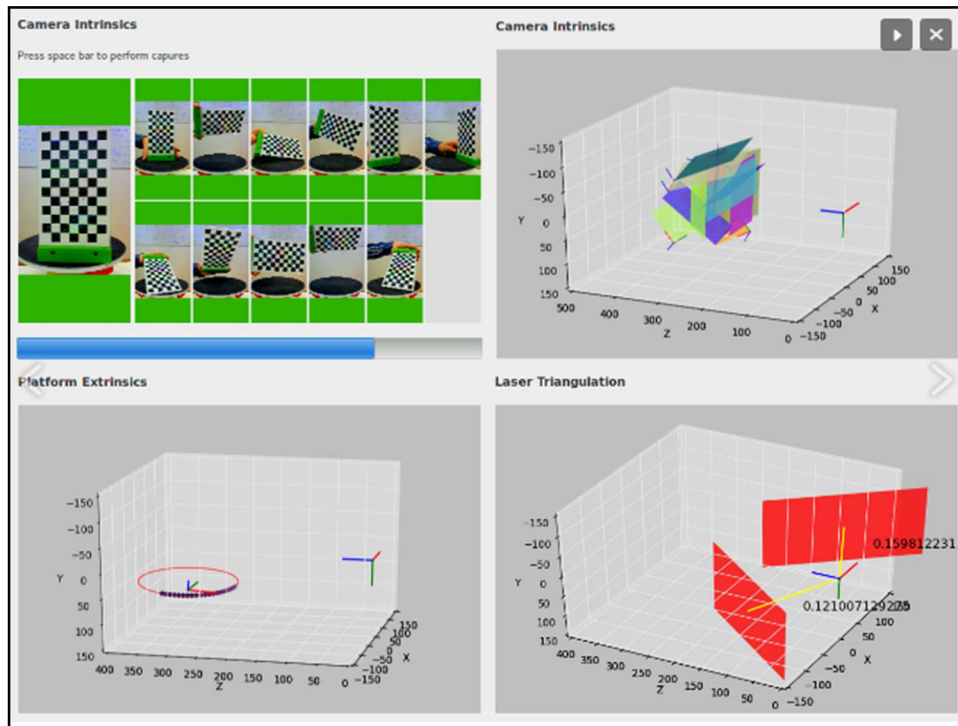


Figura 5.59 Horus. Fases de la calibración

Se puede seleccionar el tipo de escaneo: con/sin textura, uno/dos láseres, pasos por vuelta, etc. Proporciona además un entorno 3D en el que se visualiza la nube de puntos en tiempo real y una ventana de vídeo que muestra las diferentes partes del procesado de imagen.

Así nuestro flujo de trabajo pasa por fases de calibrado con el patrón cuadrulado que viene con el escáner.

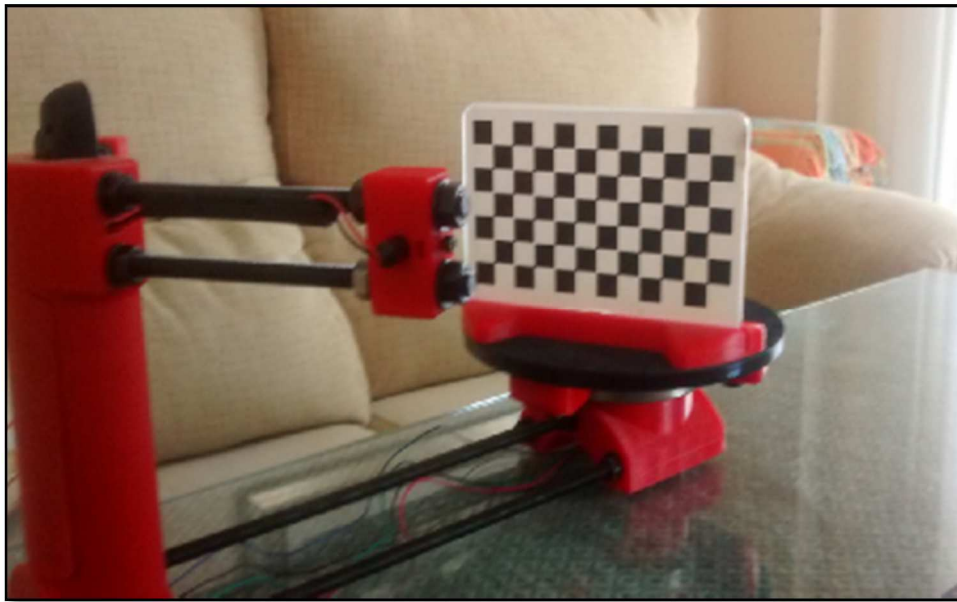


Figura 5.60 Horus. Calibración previa de nuestro trabajo con patrón.

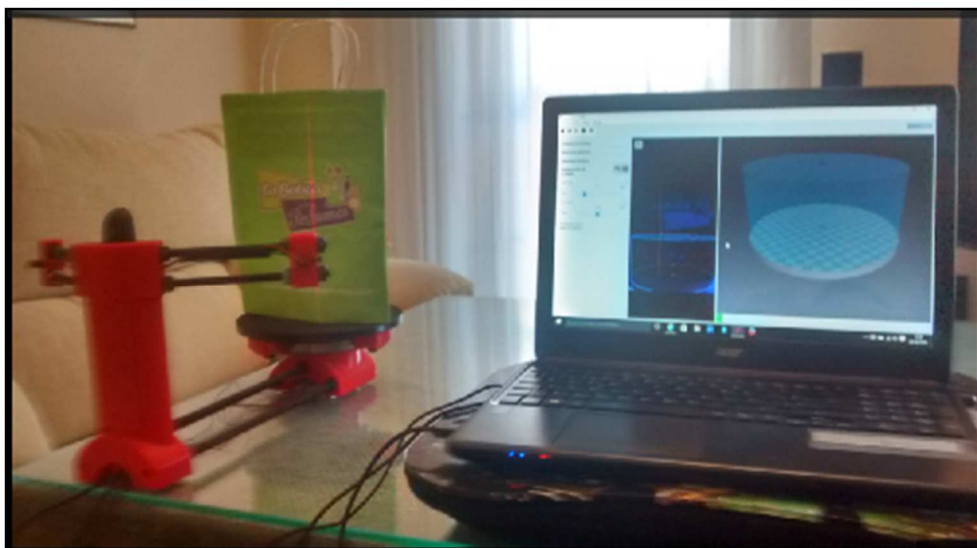


Figura.5.61 Escaneo de objeto fuera de rango.

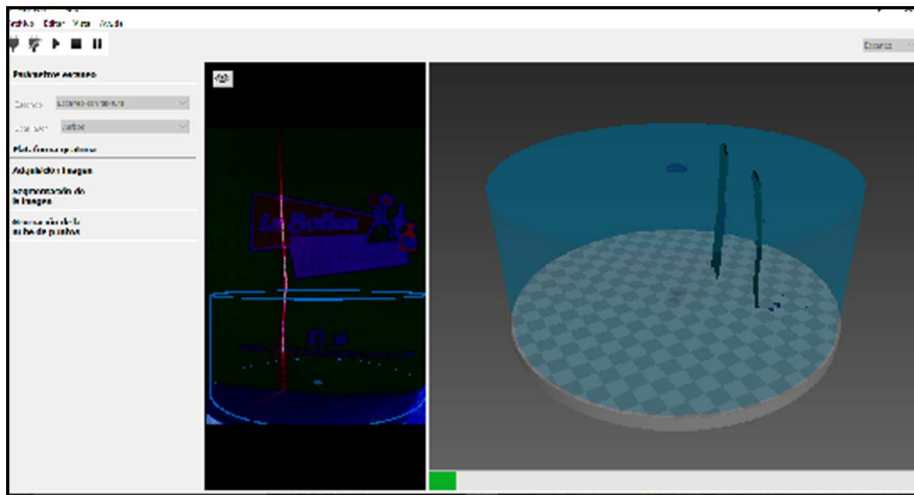


Figura 5.62 Escaneo de objeto fuera de rango II.

Como podemos apreciar en las figuras 5.62 y 5.63 una de las limitaciones de escaneo están en el tamaño o altura de los objetos, así pues, cuando intentamos escanear una bolsa de papel corporativa para obtener un objeto virtual 3D de la misma, vemos que según avanza el proceso de escaneo solo se obtienen datos de la zona contenida en el cilindro que vemos en tiempo real marcado sobre la vista de escaneo en donde se ve el efecto del láser sobre el objeto y del mismo modo en la ventana en la que aparece el objeto virtual según se escanea vemos que solo una parte del objeto está dentro del cilindro. Este tipo de objetos debe ser descartado por el tamaño y deben ser sustituidos por otros que sí permitan trabajar dentro del cilindro de escaneo. Así sería un ejemplo de un objeto que sí cumple estos requisitos como el mostrado en la figura.

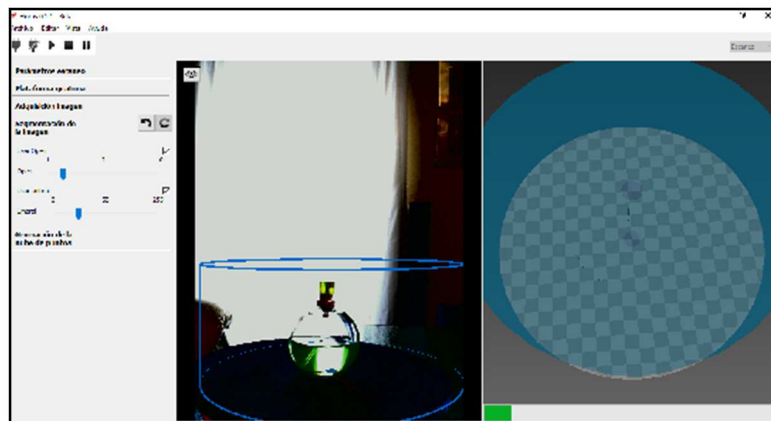


Figura 5.63. Escaneo de objeto fuera dentro de rango pero sin identificación correcta.

Los problemas que detectamos con este escáner son que la configuración de las condiciones de luz adecuadas hasta conseguir objetos escaneados correctamente es compleja, estamos ante una fase muy primaria o poco definida para el desarrollo de las condiciones de trabajo óptimas para ello y es muy interesante ir recogiendo comentarios en los grupos de trabajo e investigación abiertos en las redes al respecto de este dispositivo para ir mejorando escaneo tras escaneo haciendo ajustes manuales.

En el ejemplo que aparece en la figura probamos con objetos con brillo y transparencias, como el mostrado, los resultados no son válidos ya que no se escanea correctamente el objeto. Este problema es común a otras técnicas que ya hemos explicado en puntos anteriores, por ello cuando se trate de este tipo de objetos trataremos de diseñarlos directamente sobre plataformas 3D-BIM, o 3DStudioMax®.

Para objetos que si sean opacos, estén dentro del cilindro de escaneo y las condiciones de luz sean las adecuadas, los tiempos de escaneo dependerán del algoritmo utilizado y de la aceleración y el paso del motor. Para 800 pasos por vuelta (0.45°) los tiempos van de 2' el más rápido a 6' el más lento (con doble láser). El resultado de este proceso es un fichero PLY

Para realizar el mallado a partir de la nube de puntos existen distintos programas libres como Blender o MeshLab, que permiten pasar de PLY a STL. STL es un formato que define una malla 3D compuesta por triángulos. Este fichero se puede imprimir en 3D o pasar directamente a nuestro entorno de trabajo BIM tras exportarlo a la extensión más adecuada según el programa que utilicemos.

5.1.4 Software aplicado y plataformas BIM. Autodesk® Revit® y Trimble® SketchUp®

El software o plataformas BIM base para esta investigación son Revit 2014 y 2015 de Autodesk® y SkecthUp® v2015 de Trimble® con extensiones BIM como Dibac® y BiMuP 5D con ellas básicamente vamos a trabajar el entorno de modelado de los objetos y en especial de los locales objeto de proyecto de implantación de una tienda de la franquicia, asignando a cada uno de ellos metadatos o información útil en cada caso como precios o propiedades para cálculos de superficies, mediciones o presupuestos.

Vamos a describir los procesos realizados, obviando la descripción en detalle de cómo se llevan a cabo todas las funciones básicas de extrusión, modelado de objetos e interacción entre diferentes plataformas de software.

Muchos objetos los modelaremos manualmente directamente en estas aplicaciones y otros serán importados tras haberlos creado con alguna de las técnicas antes tratadas en puntos anteriores. En cualquiera de los casos les asociamos metadatos con las características que nos interesen físicas, costes o comentarios.

La diferencia de entorno gráfico, movilidad en pantalla, etc. entre uno y otro nos obliga a un largo trabajo previo de familiarización con ambos entornos para poder utilizarlos indistintamente y aprovechar las ventajas que a priori pueden aportar uno sobre otro. Los tiempos estimados de aprendizaje y los costes de ello están valorados en el apartado de costes comparados CAD/BIM.

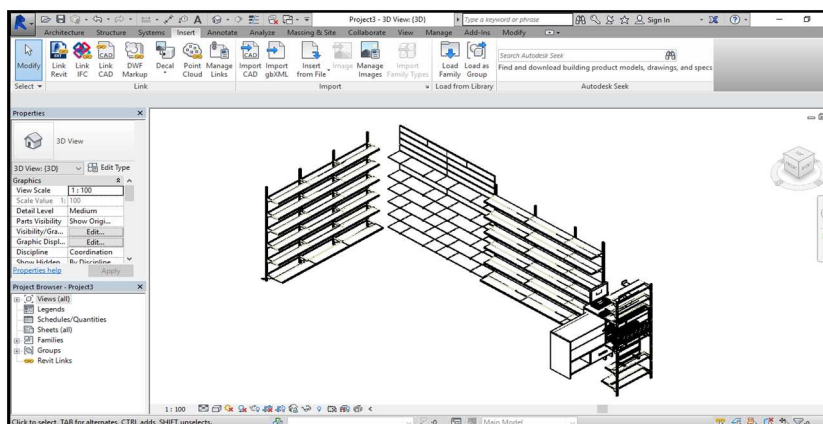


Figura.5.64 Visualización de un modelo de mobiliario sin texturas en REVIT®

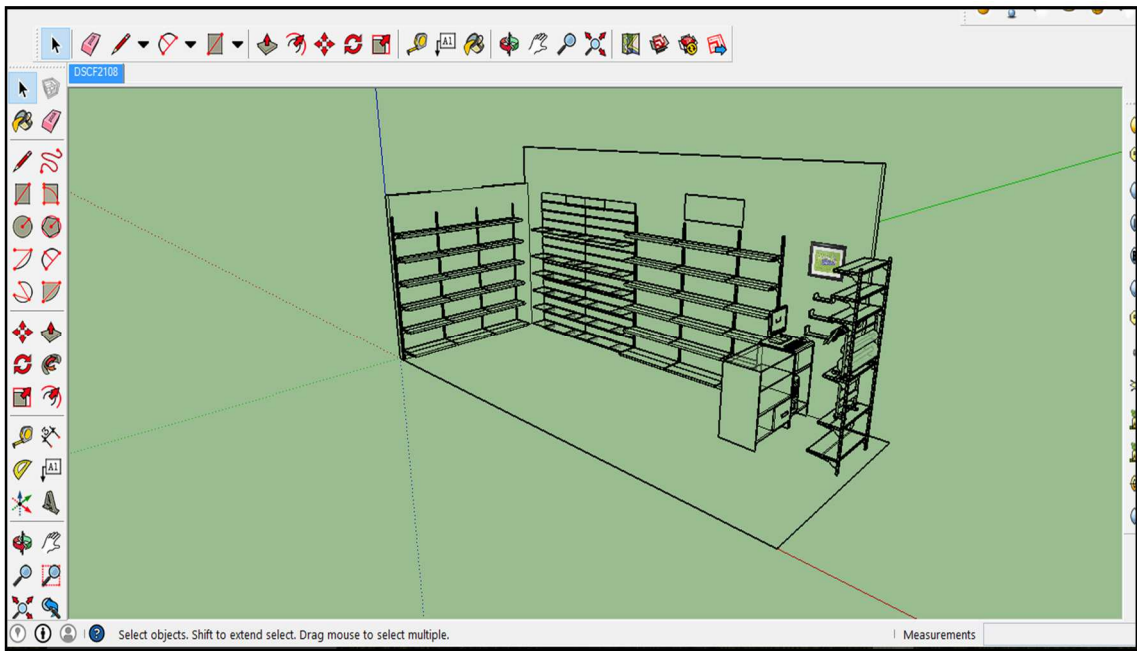


Figura. 5.65 Visualización de un modelo de mobiliario sin texturas en SkecthUP

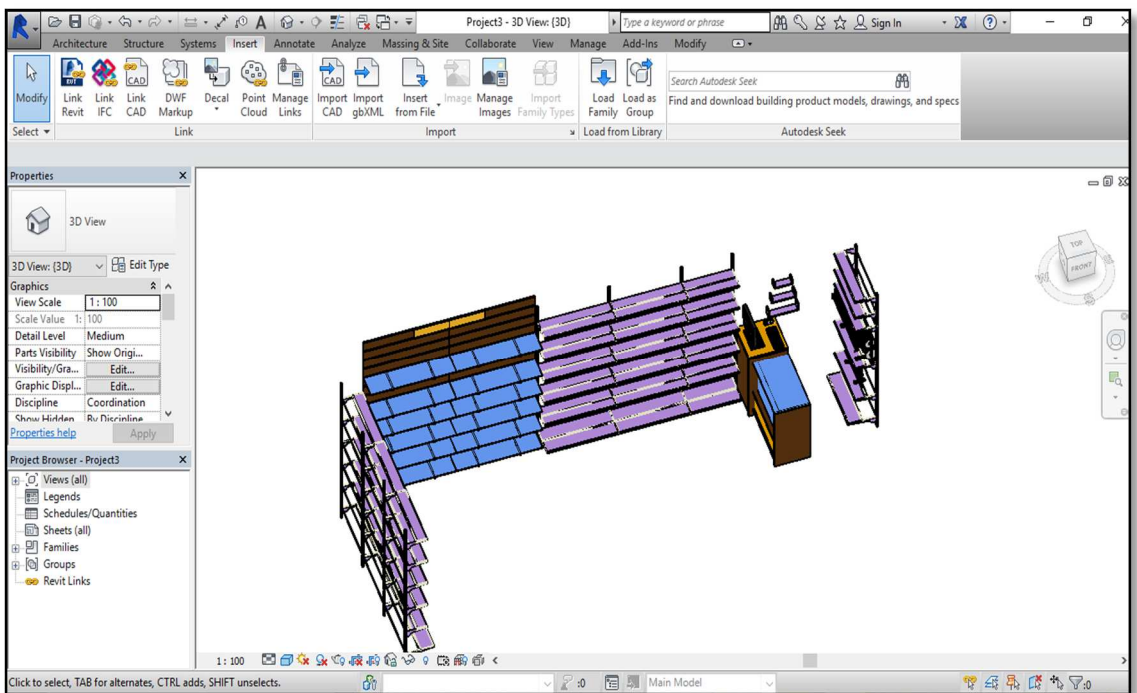


Figura 5.66. Visualización del modelo con colores consistentes. REVIT®

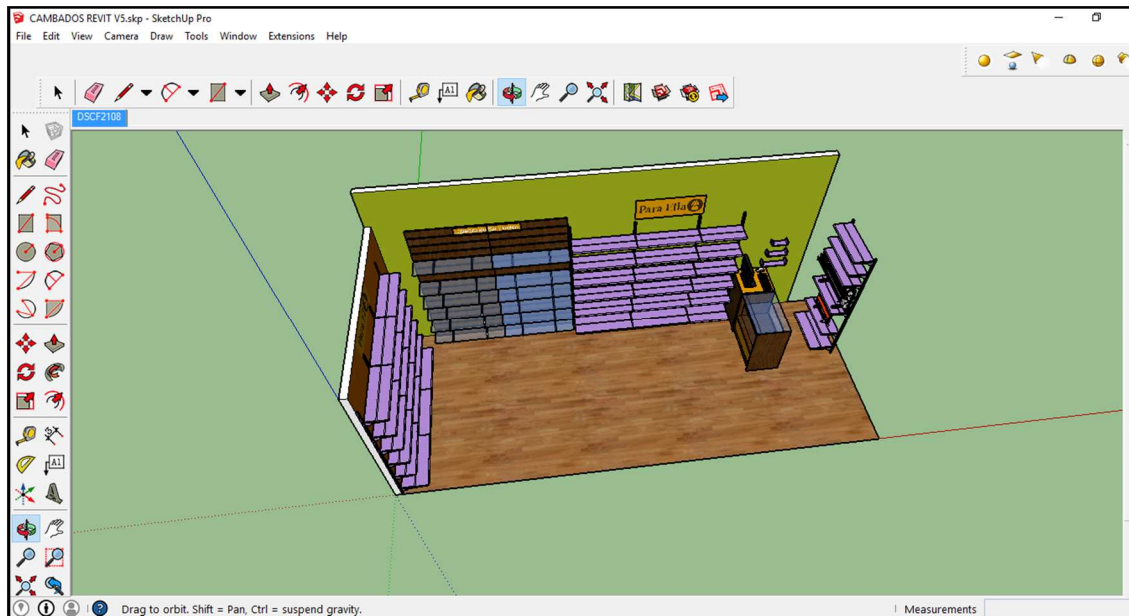


Figura 5.67. Visualización del modelo con colores consistentes. SketchUp®

Tanto REVIT® como SketchUp® presentan diferentes modos de visualización de gráficos, de tal forma que el software pueda trabajar más fluido y ágil cuanto más sencillo sea el modo de visualización de gráficos activado.

Existen básicamente dos diferencias en cómo crear elementos en uno u otro software, en REVIT® creamos grupos y familias, mientras que en SketchUp® creamos grupos y componentes, pero el concepto es el mismo, crear una base de datos con todos los elementos que consideremos de mobiliario e imagen corporativa del modelo de franquicia para poder trabajar con ellos en cualquier entorno.

En nuestro estudio la fase de trabajo ha sido realizada indistintamente con REVIT® y SketchUp® para el modelado de algunos elementos como mobiliario. Son aquellos elementos que no han sido creados por ninguna de las técnicas descritas en apartados anteriores.

Para la fase de trabajo sobre los croquis de trabajo de la planta del local hemos usado principalmente REVIT® por su agilidad en insertar elementos como puertas, ventanas, grosores de muros y en general todo tipo de elementos arquitectónicos y hemos continuado con SketchUp® para la implantación de las familias o componentes sobre el local y el trabajo con texturas de relleno, como suelos, pinturas de paredes y transparencias en cristales o inserción de vinilos mediante texturas con extensión png.

Tras estos trabajos previos los renderizados se realizan con V-Ray® y también se exportan archivos para software de renderizado en tiempo real y que permiten presentaciones en video incluyendo objetos animados. Lumion® V5 es la principal herramienta usada para ello en nuestro estudio.

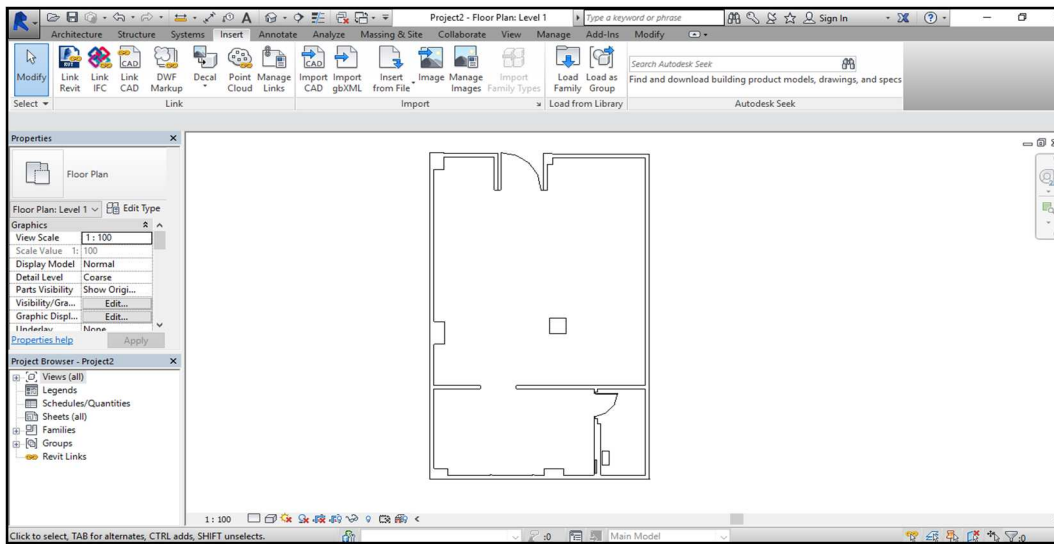


Figura 5.68. Inicio de trabajos sobre la planta del local en REVIT®

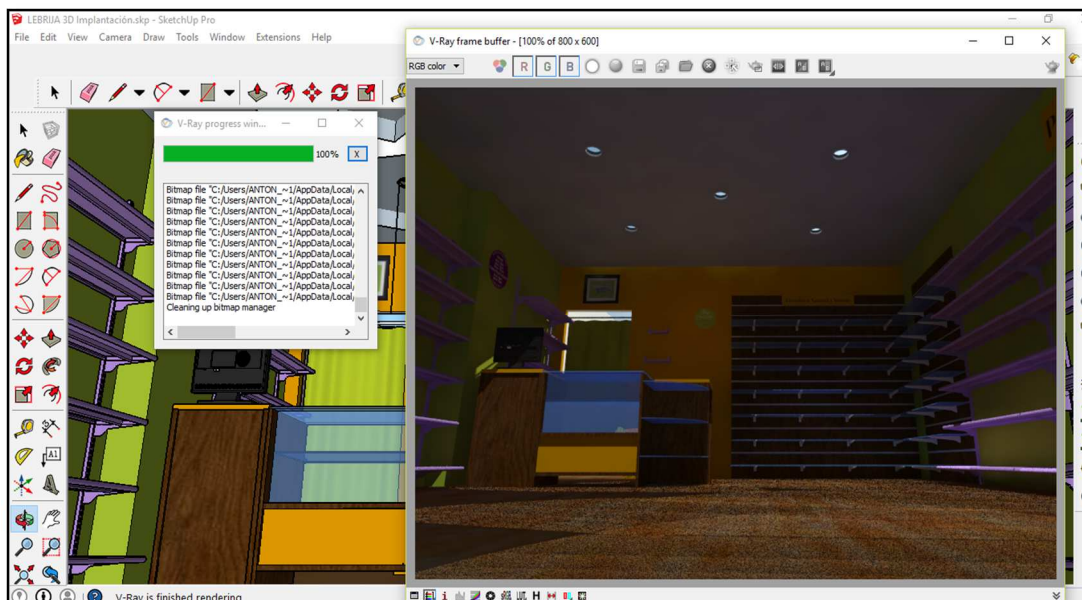


Figura 5.69. Creación de Render de una perspectiva del local conV-Ray®.

Los modelos acabados completos se pueden renderizar tal y como observamos en la figura 5.69 pudiendo exportar el fotograma a muy diversas extensiones gráficas como jpg, png, bmp, entre otras.

Además para un acabado en la presentación que pueda ser enviado en vídeo al cliente o en PDF 3D se puede hacer un recorrido por todo el escenario.

Cuanto más completo sea el recorrido marcado por todo el escenario mejor será el resultado de mostrar todos los datos técnicos del local y zonas que no quedarían definidas con planos estándar. Los detalles se obtienen por zoom en aquellas zonas de interés. En cualquier caso se exportan planos CAD estándar mediante extensiones y ajustes de vistas y el trabajo con herramientas de trazado de planos como LayOut con acotaciones de elementos identificativos importantes.

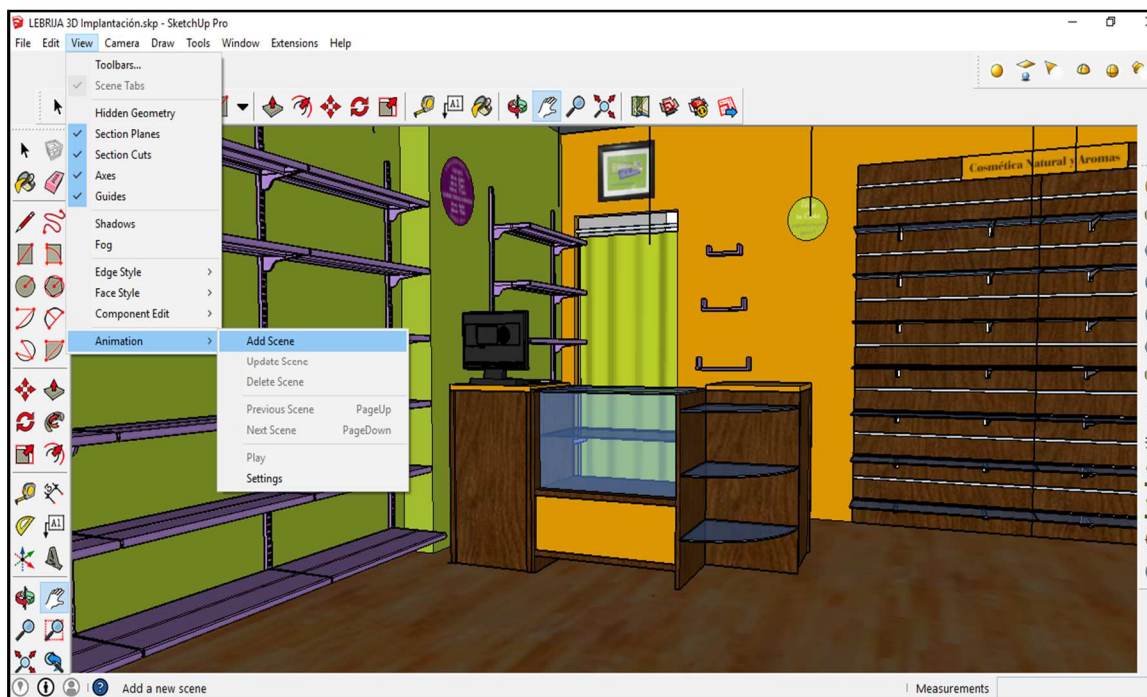


Figura 5.70. Proceso de creación de escenas para recorrido virtual.

Para el trabajo de acotaciones estándar sobre plano de planta podemos cambiar la proyección de perspectiva a paralela y elegir la posición "TOP" si estamos hablando de entorno SketchUp®

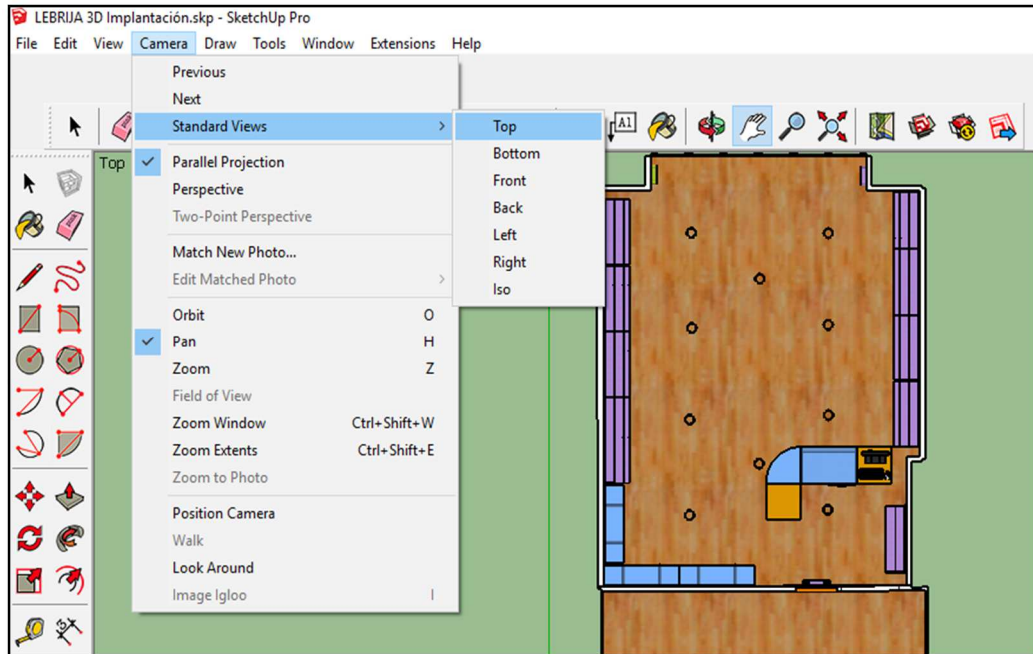


Figura 5.71. Perspectiva para acotación en planta.

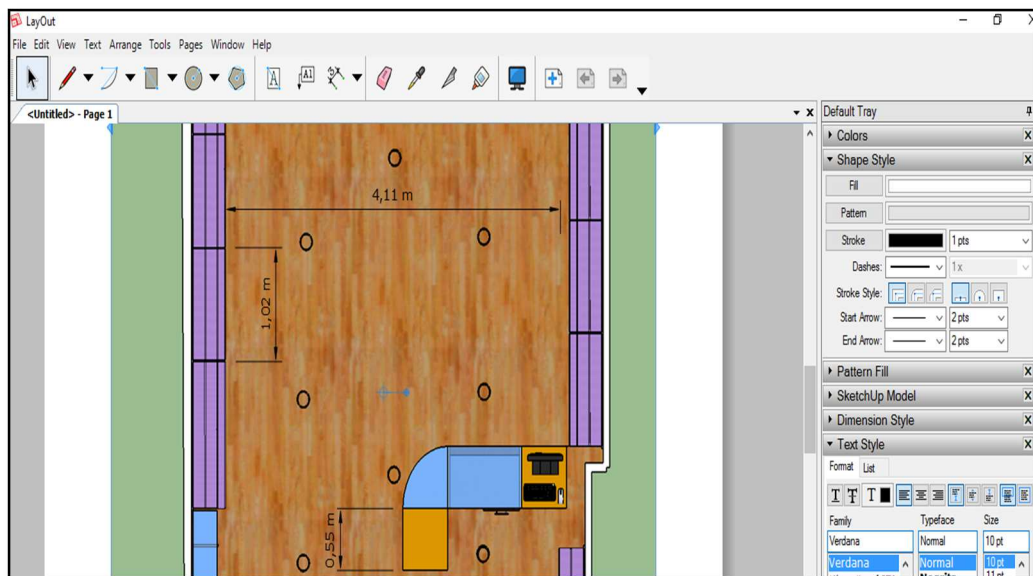


Figura 5.72. Edición en Lay Out de los planos acotados.



Figura 5.73. Fotograma de recorrido en proyecto de fachada de tienda sobre Lumion®

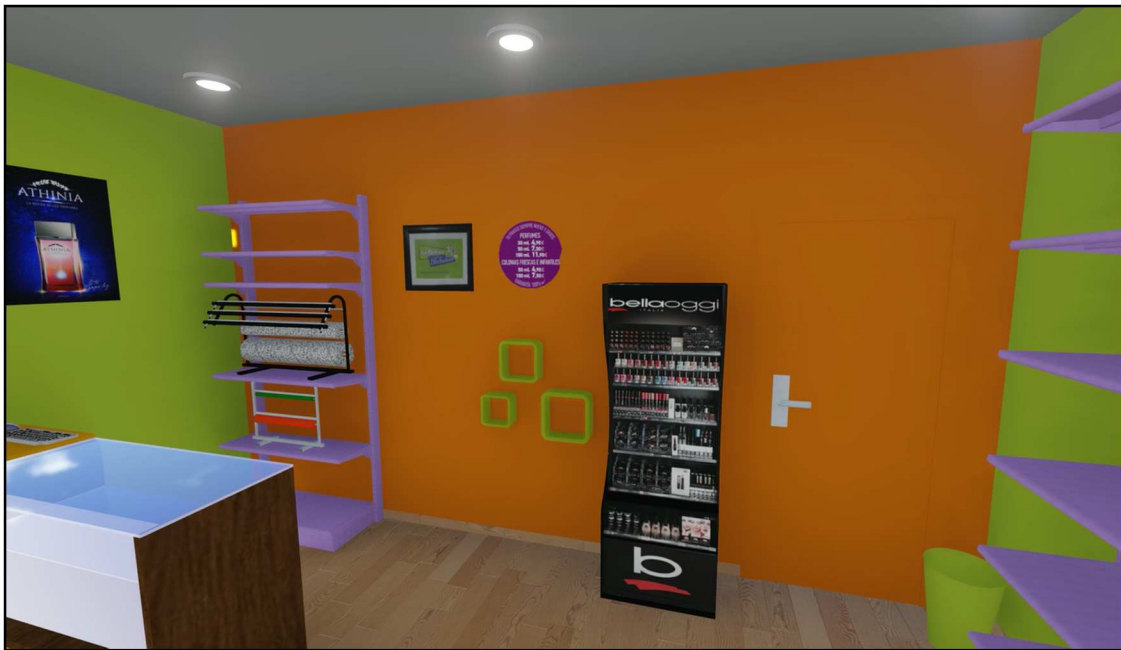


Figura 5.74. Fotograma de recorrido en proyecto de interior de tienda sobre Lumion®

5.1.5 PDF 3D interactivo

El PDF 3D interactivo es un archivo con extensión PDF que activa automáticamente los visores o pantalla de visualización cuando se abre para poder navegar sobre dicho PDF como lo haríamos en cualquier programa de modelado. Es decir, el usuario podrá hacer zoom en una determinada zona, orbitar y desplazarse por la escena viendo los detalles que desee.

Por ello, por su simplicidad y por no requerir en el usuario un software específico, ni un equipo demasiado potente para poder visualizar el modelo se convierte en una buena herramienta para hacer llegar todo el modelo BIM y su visualización 3D a una gran cantidad de clientes, que tan solo necesitarán disponer de Adobe® Reader.

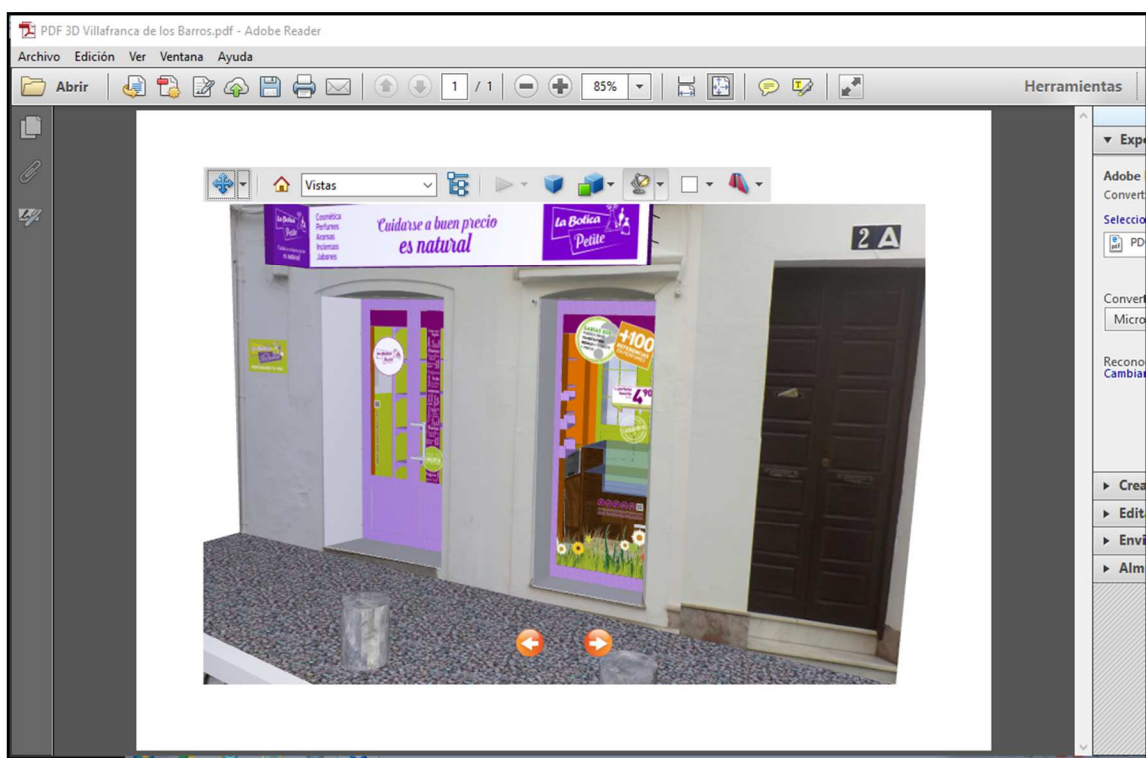


Figura.5.75 Visualización y recorrido sobre la fachada de un proyecto en PDF 3D

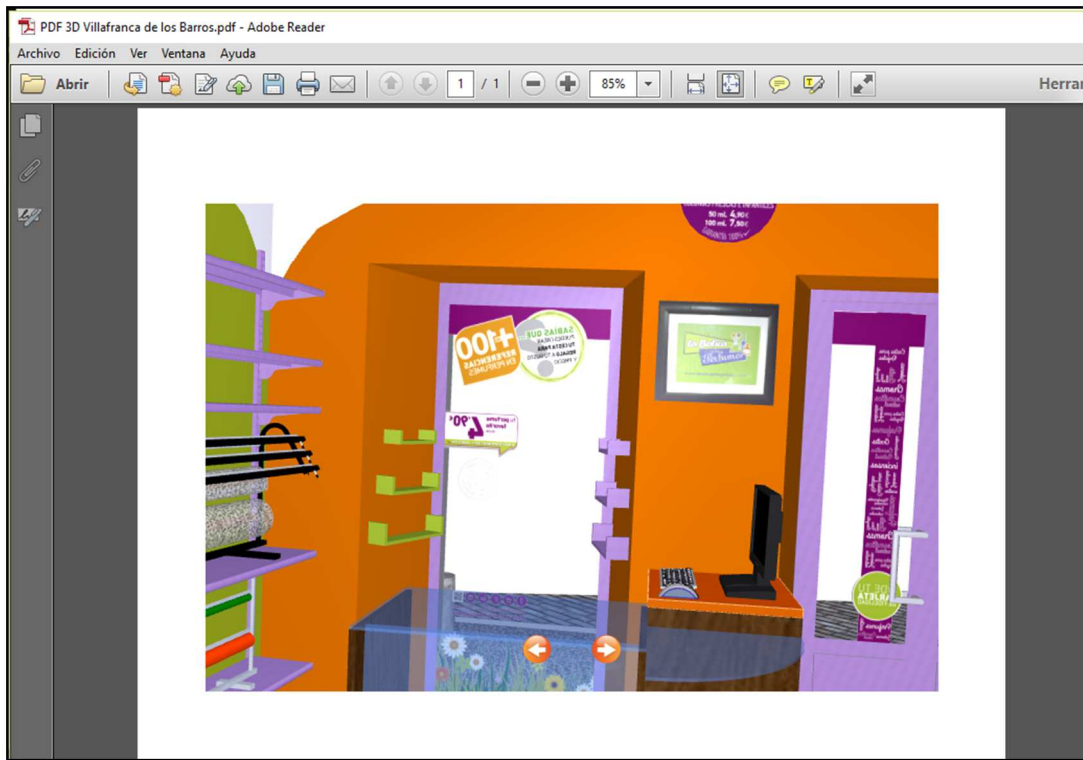


Figura.5.76 Visualización y recorrido sobre el interior de un proyecto en PDF 3D

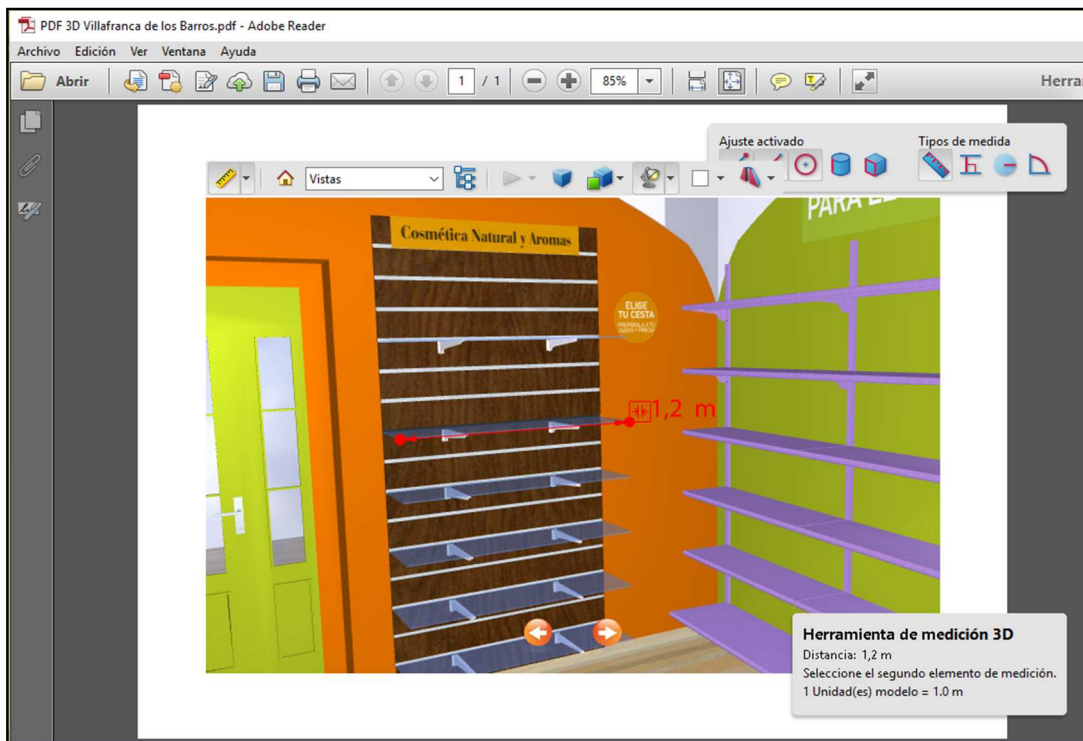


Figura 5.77. Uso de la herramienta medición en un PDF 3D

Como se observa en la figura anterior se activan del mismo modo una serie de herramientas que son muy útiles para comprobar, ángulos y medidas y ser una herramienta dinámica de comprobación de datos de replanteo, de esta manera el franquiciado puede comprobar medidas de distancias de muebles a paredes o cualquier otra medida que necesite.

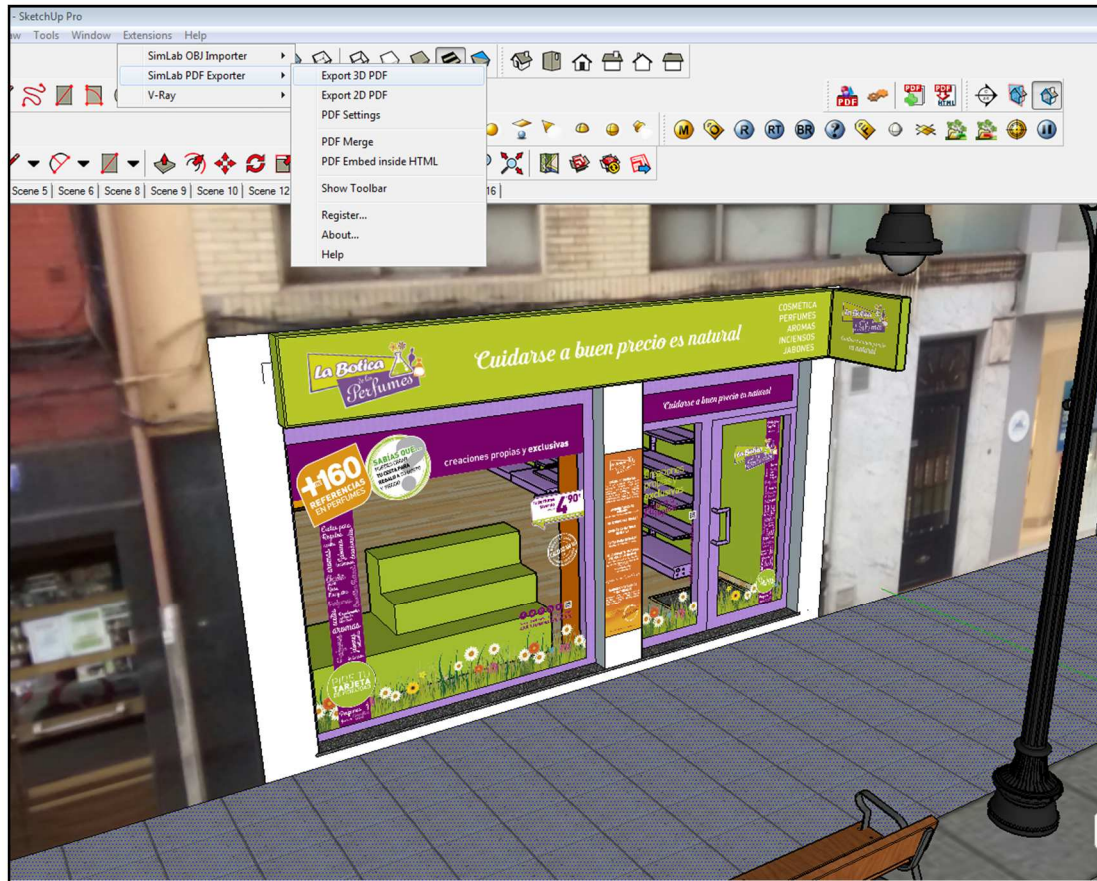


Figura 5.78. Proceso de exportación de un PDF 3D desde SketchUp®

El proceso de exportación se puede hacer desde varias plataformas, en nuestro caso instalamos el plugin de SketchUp® SimLab® PDF Exporter, que permite crear directamente una extensión PDF de nuestro modelo BIM para nuestros proyectos de tiendas.

5.1.6 VR y software para compartir modelos 3D a dispositivos móviles. Kubity® y Yulio®

Kubity® es una plataforma que permite exportar los modelos BIM, de tal forma que son visibles con posterioridad es dispositivos móviles y permiten entre otras cosas la visualización de los mismos en formato compatible con VR tipo Google Cardboard.

Hemos instalado el plugin que permite crear una nueva extensión en SketchUp® y se puede exportar directamente el modelo online a la nube, al servidor de Kubity®, desde donde posteriormente es descargable a los dispositivos móviles que deseemos.

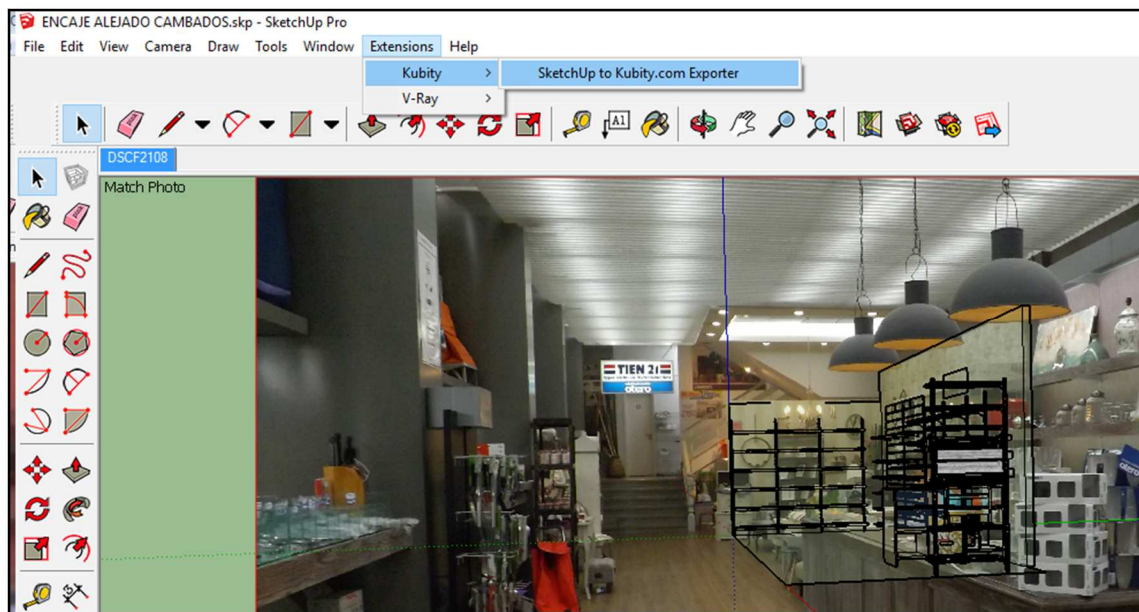


Figura 5.79. Proceso de exportación de un modelo a Kubity®.

El modelo aparece inmediatamente en el proceso online de Kubity®, desde donde se crea un código BIDI que servirá para compartir nuestro modelo con los dispositivos que deseemos y que tengan instalada la aplicación. En nuestro estudio hemos trabajado con Android por lo que se ha instalado desde la Play Store, dando las instrucciones de instalación a los interesados de cómo hacerlo en sus móviles y tabletas.

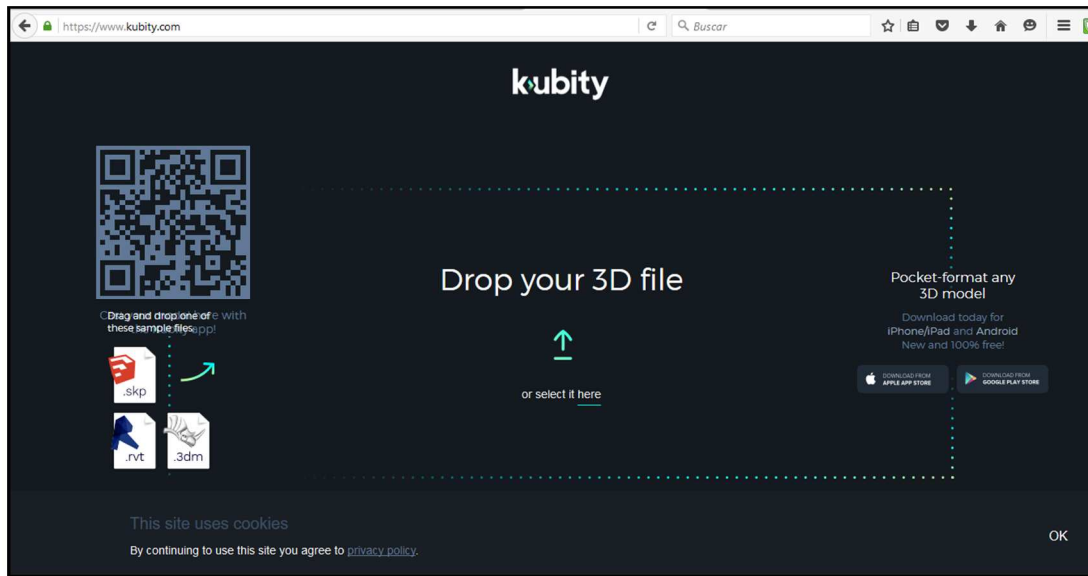


Figura 5.80. Proceso de exportación de un modelo REVIT®, SketchUp® o 3DSMax®.

También es posible colgar directamente un archivo rvt, skp o 3dm en la web de kubity® sin necesidad de instalar ningún plugin en los programas referidos, soltando el archivo en la pantalla o seleccionándolo de su carpeta respectiva.

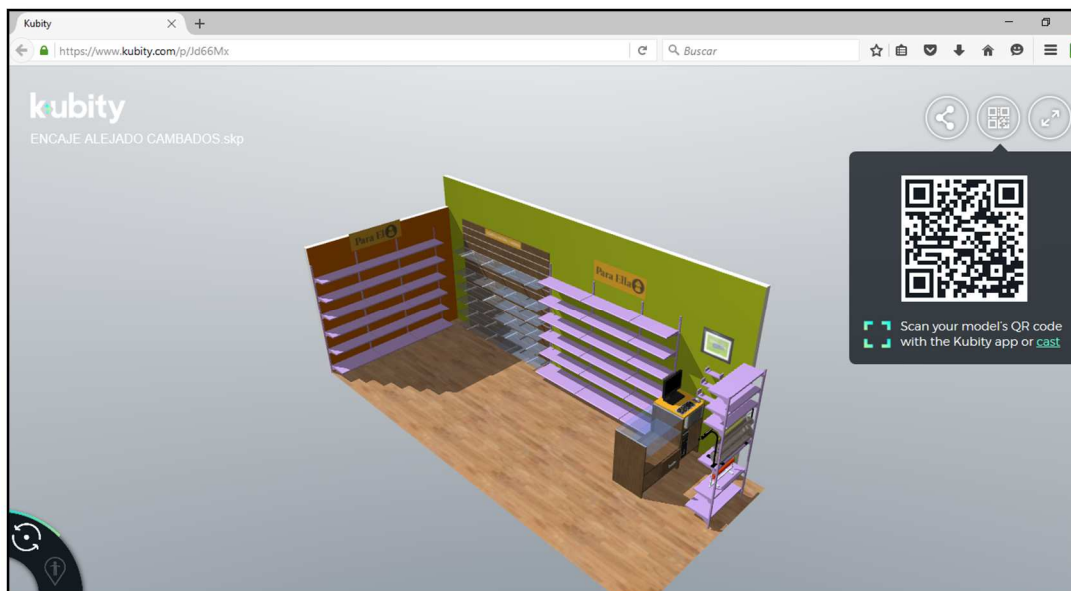


Figura 5.81. Modelo subido a la nube de Kubity® de una de las tiendas.

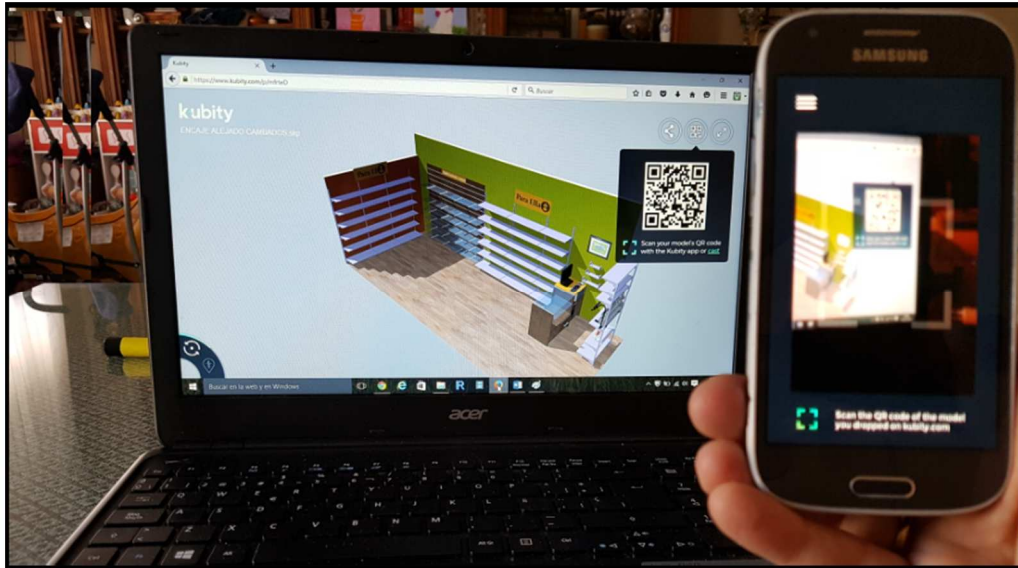


Figura 5.82. Captura de nuestro modelo BIM en la APP de Kubity®.

Una vez identificado el código BIDI por la aplicación se descarga del servidor de Kubity® automáticamente el modelo BIM al dispositivo móvil, también se puede descargar a través de un enlace web, Con el visor del móvil podremos realizar el recorrido por todo el modelo, haciendo giros, traslaciones o cambio de escala, pudiendo servir de referencia de trabajo a los clientes y de herramienta comercial.

Alguna de las ventajas de Kubity® es que además permite visualizar VR permitiendo trabajar en modo Cardboard para visualizar el modelo con las gafas adecuadas e incluso mejorar la navegación y la sensación de inmersión si el dispositivo móvil dispone de giroscopios compatibles. Nosotros hemos trabajado en simulaciones mejoradas con un Samsung Galaxy S7 Edge, tras haber trabajado inicialmente con Motorola Moto G.



Figura 5.83 Visión en VR sin Cardboard de un modelo de Kubity®.

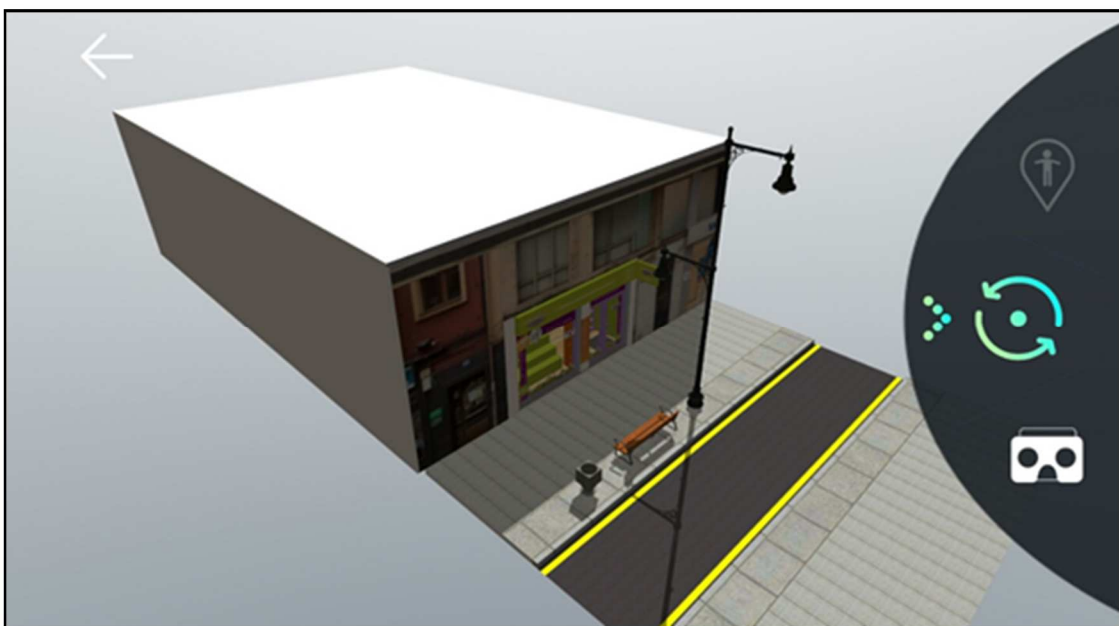


Figura 5.84 Visión en VR de un modelo de Kubity®. Perspectiva 2



Figura 5.85 Visión en VR de un modelo de Kubity®. Perspectiva 3



Figura 5.86 Visión en VR de un modelo de Kubity®. Perspectiva 4



Figura 5.87 Visión en VR de un modelo de Kubity®. Interior de tienda

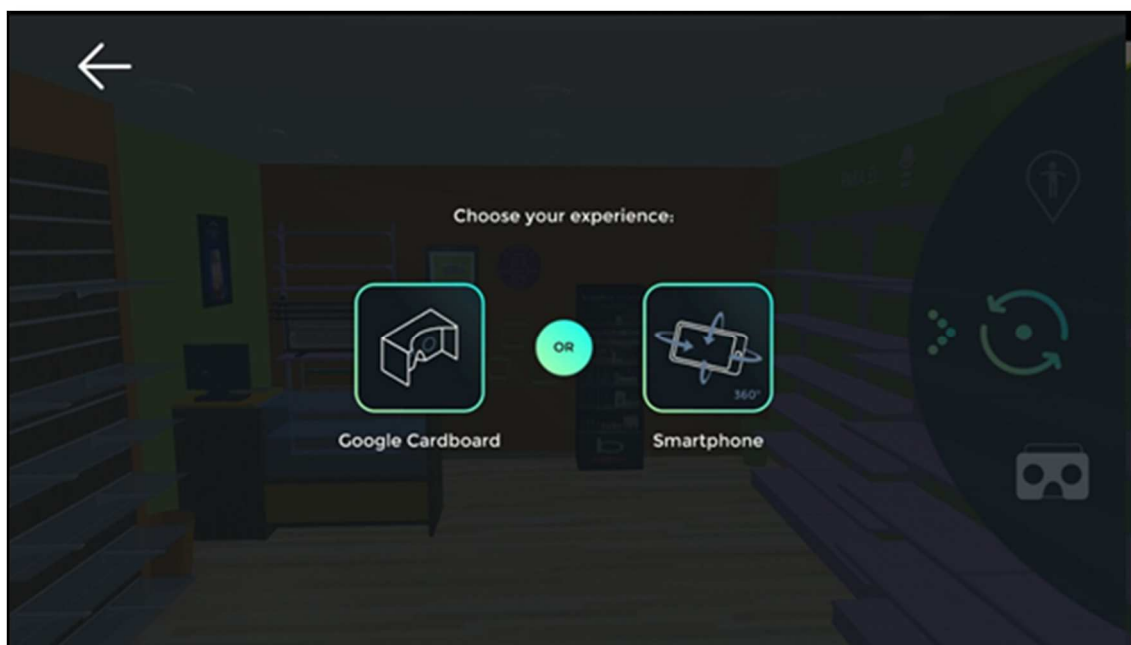


Figura 5.88 Visión en VR Activador de visor Cardboard o Móvil.

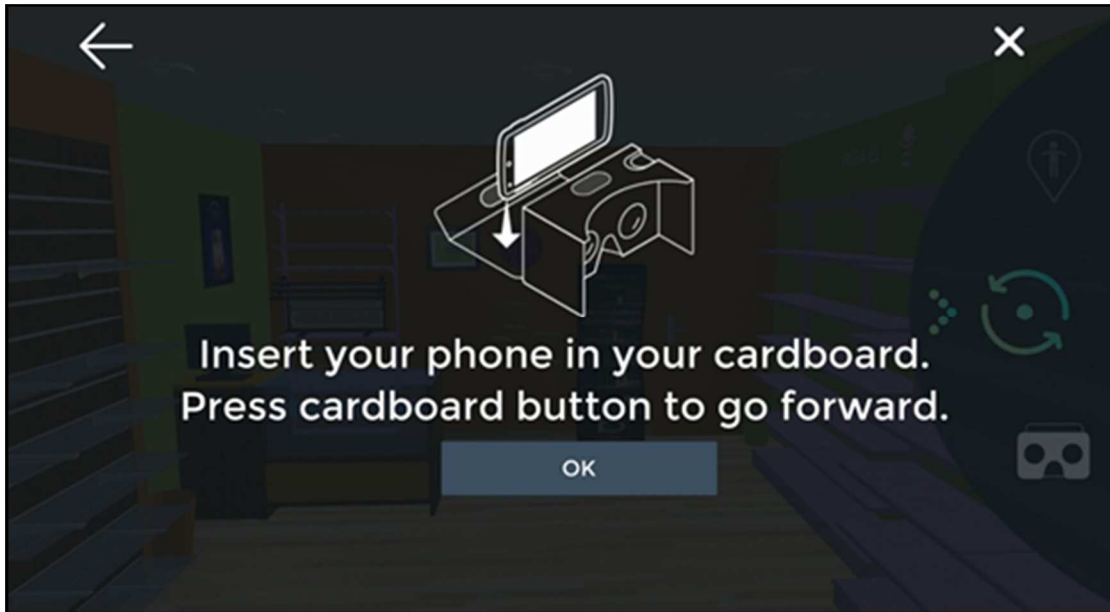


Figura 5.89 Visión en VR Activador de visor Cardboard selección.

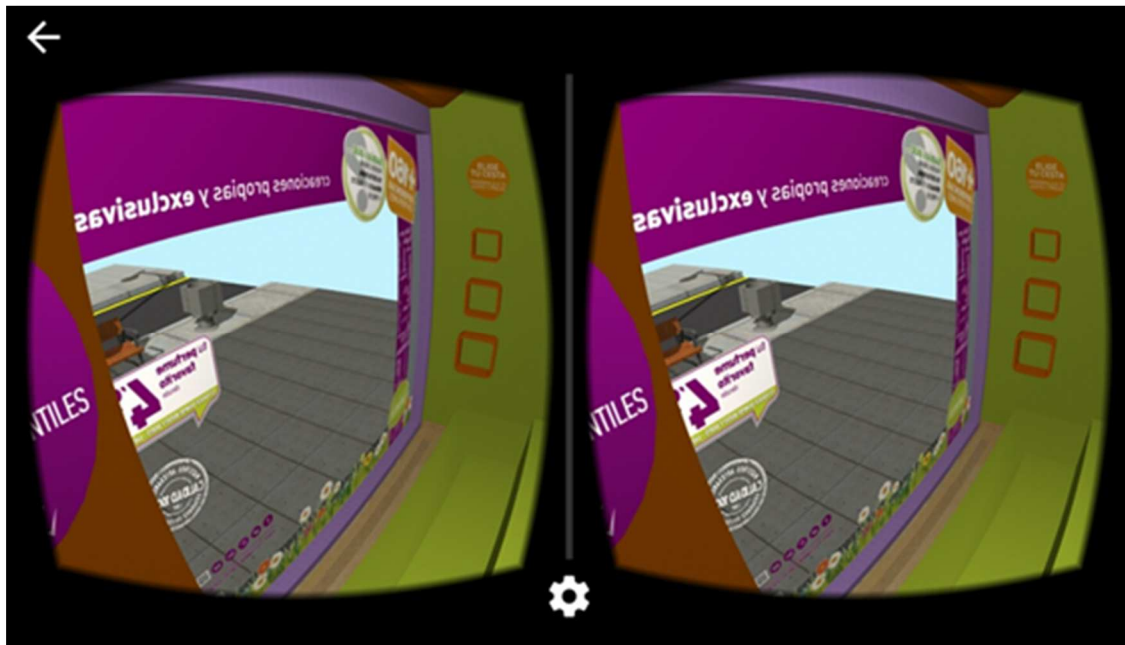


Figura 5.90 Visión en VR Visión Cardboard pantalla partida de móvil escaparate de tienda.

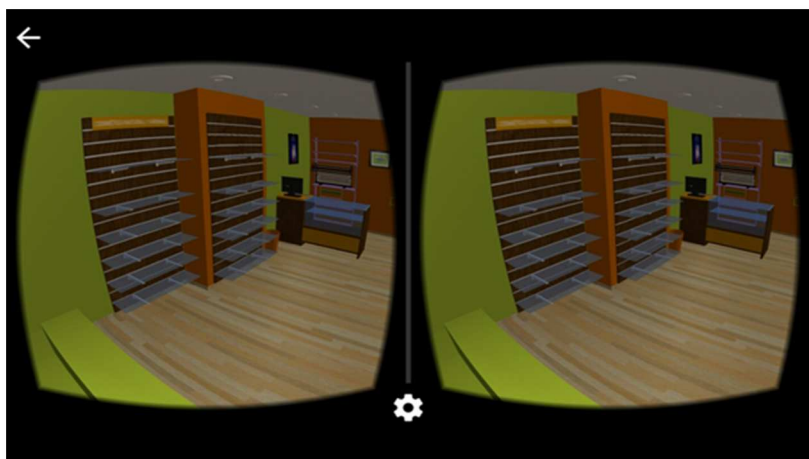


Figura 5.91 Visión en VR Visión Cardboard pantalla partida de móvil interior de tienda.

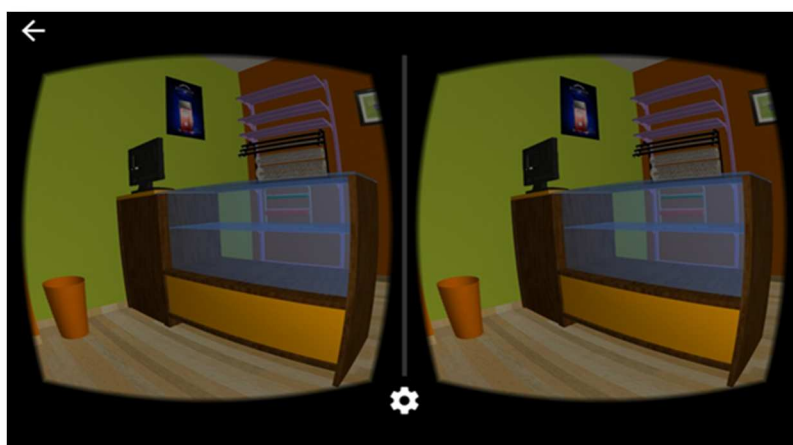


Figura 5.92 Visión en VR Visión Cardboard pantalla partida de móvil mostrador.



Figura 5.93 Visión en VR Visión Cardboard pantalla partida de móvil visión general.

Yulio® es una plataforma similar a la anterior con la diferencia que permite trabajar con fotografía transformadas directamente por el software a fotografía circular 360°. Trabaja en un entorno Unity® de Unity Technologies®, pensado inicialmente como entorno de videojuegos, pero que se está imponiendo en sectores visuales de ingeniería y arquitectura del mismo modo. Permite trabajar con archivos creados desde REVIT®, SketchUp® o 3DS Max®, aunque en el caso de SketchUp® es necesario instalar una extensión. Los modelos pueden ser generados con la tecnología adicional de render como V-RAY® consiguiendo una mayor calidad en texturas y luces.

Fuente: www.yulio.com

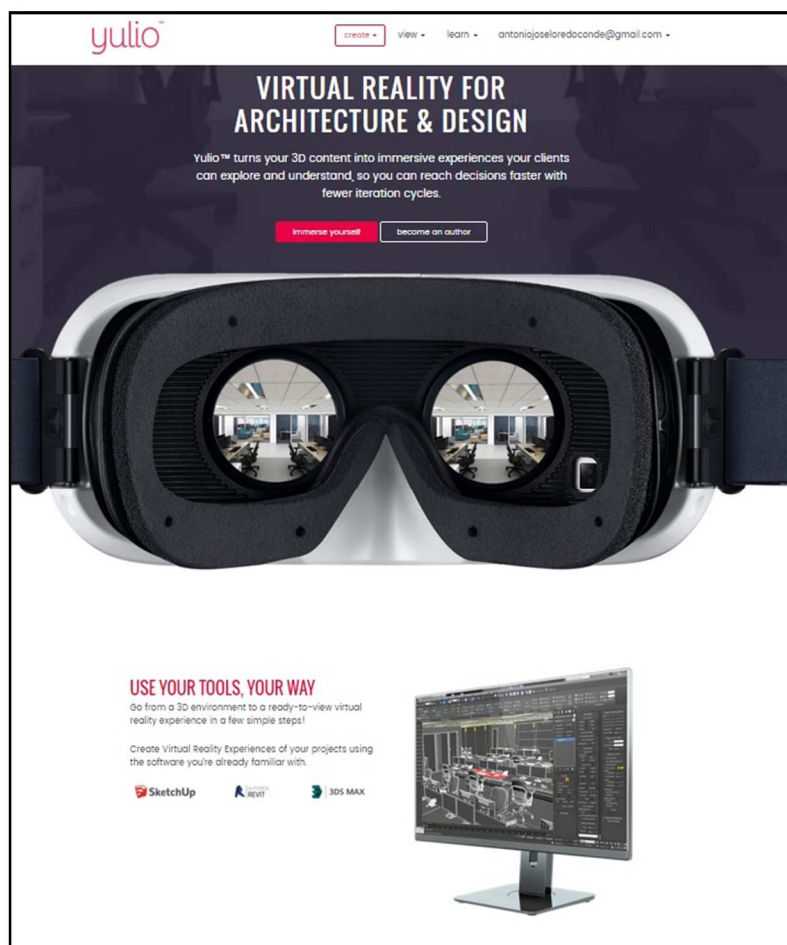


Figura 5.94 Pantalla del software de realidad virtual Yulio®.

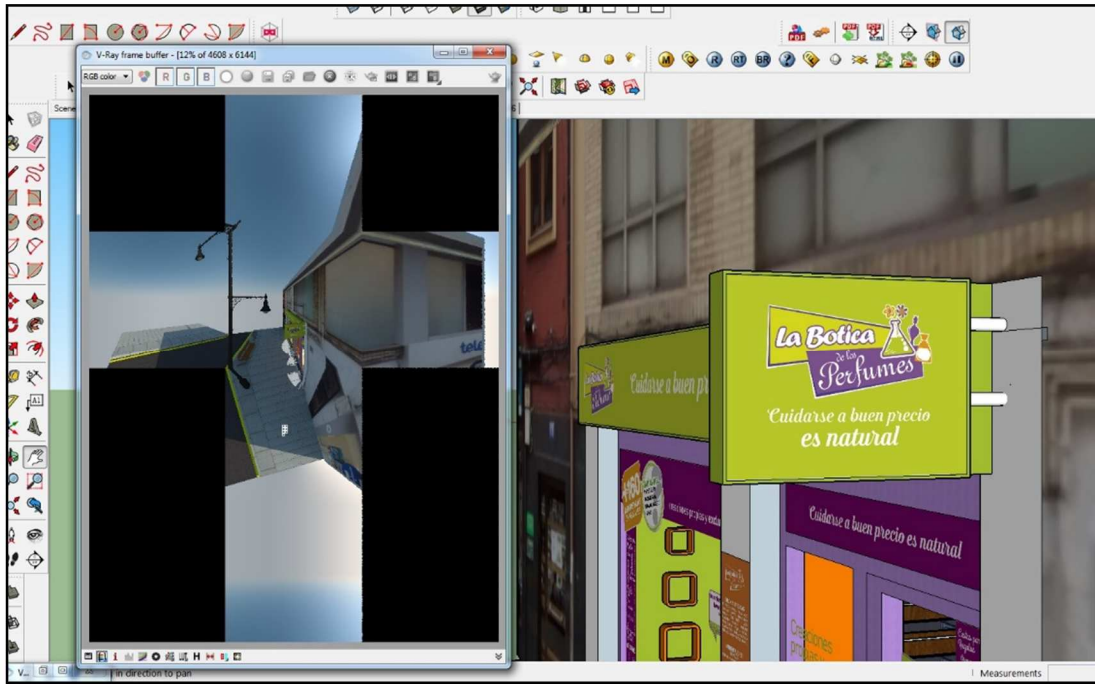


Figura 5.95 Pantalla de renderización en cruz Yulio® con V-Ray®.

Las imágenes 360° son renderizadas con el motor de V-RAY® si queremos mayor calidad, creando inicialmente una imagen en cruz que posteriormente es guardada transformándola en un formato compatible, como en el que se recoge en la figura siguiente.



Figura 5.96 Resultado de imagen compatible terminada exportada en formato .jpg

Yulio® debe identificar en que dispositivos está disponible, para ello con el registro y una clave dada por la aplicación en el dispositivo se puede emparejar los modelos a los dispositivos. De este modo aparece una pantalla con los dispositivos conectados.

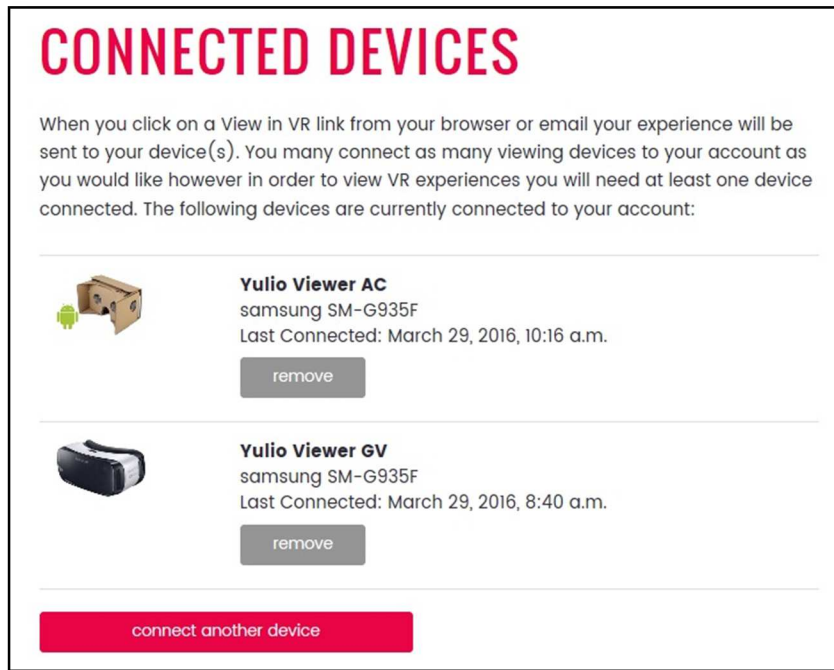


Figura 5.97 Dispositivos vinculados a Yulio®

Podemos crear un nuevo proyecto de visualización con tantas escenas como deseemos, siendo disponibles inmediatamente en descarga en el dispositivo vinculado. Del mismo modo se puede enviar un enlace de descarga generado por el programa, pudiendo enviarse por mail a nuestro destinatario haciendo visible el modelo creado para él.

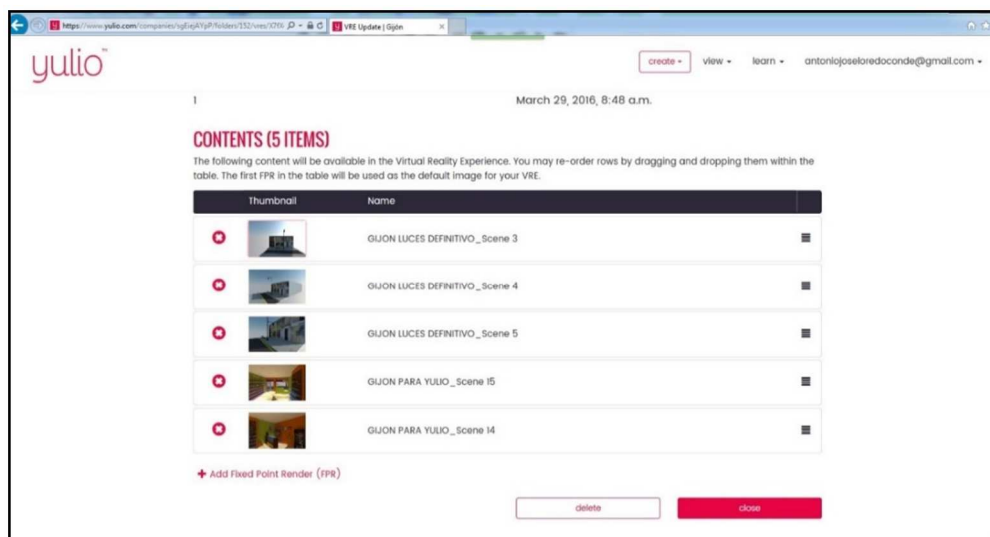


Figura 5.98 Elementos subidos a la plataforma Yulio®.

El receptor del enlace podrá tener acceso a nuestro modelo al igual que nosotros, viendo con su dispositivo previamente vinculado a Yulio® el modelo en VR.

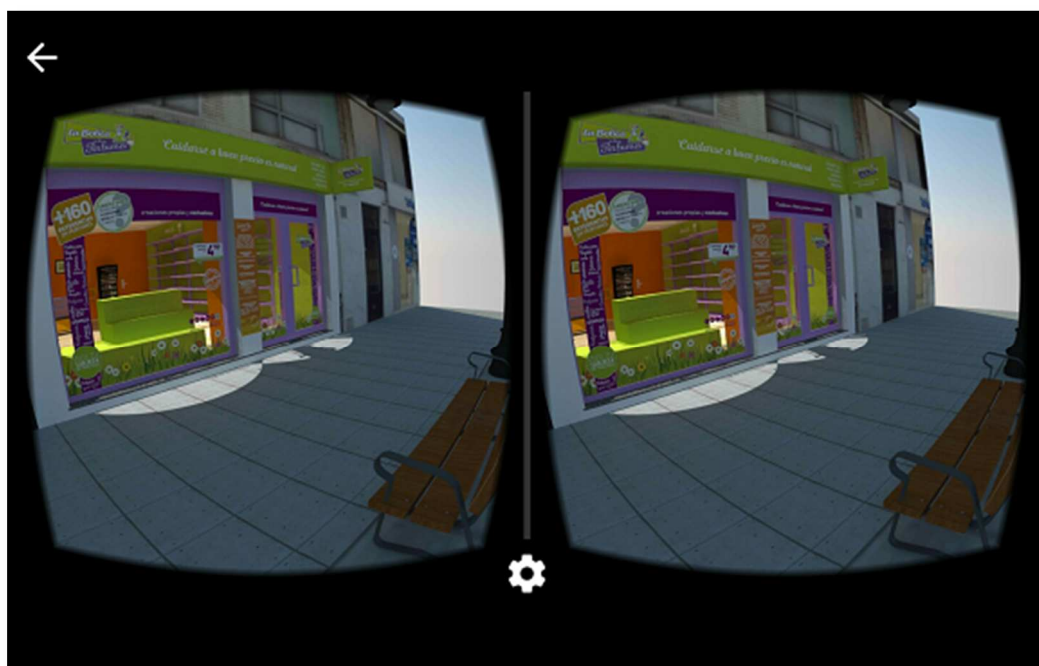


Figura 5.99 Visión en Yulio® VR de fachada de una tienda.

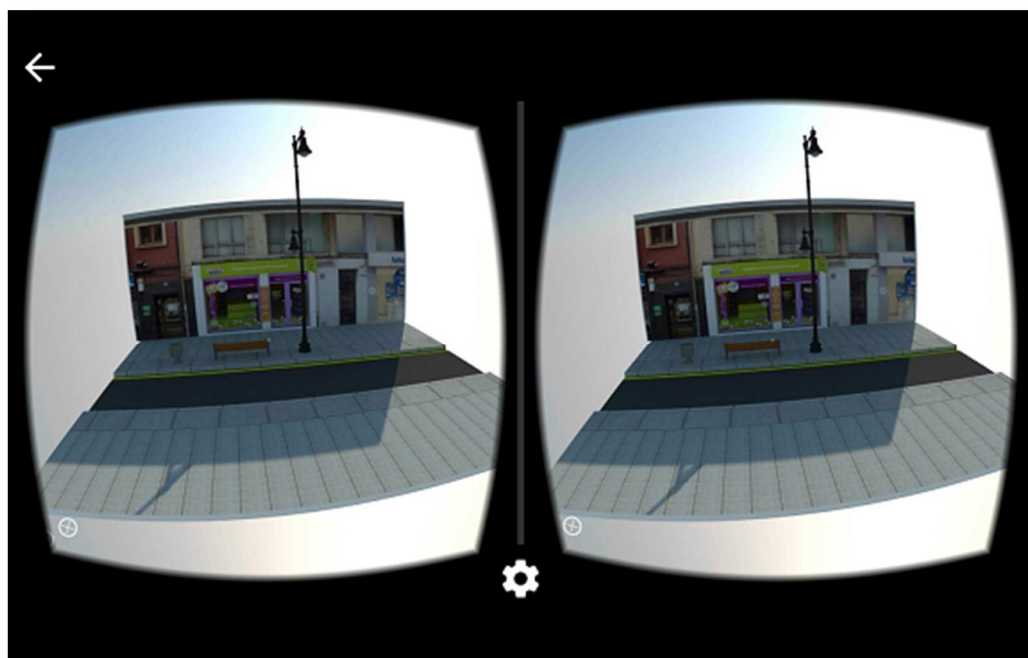


Figura 5.100 Visión en Yulio® VR de una fachada de tienda, perspectiva 2

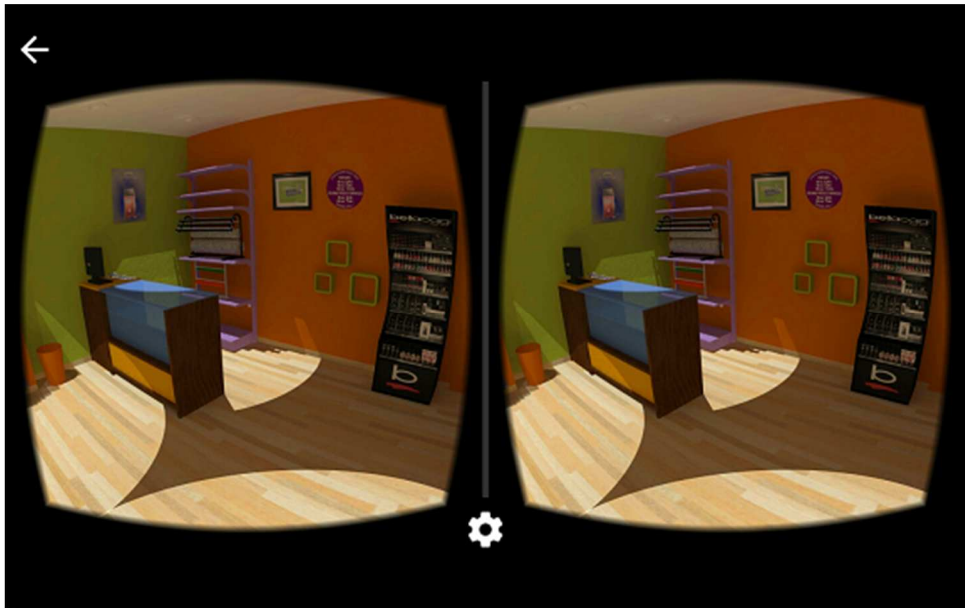


Figura 5.101 Visión en Yulio® VR de un interior de tienda.

5.2 Monitorización del proceso, toma de datos

En nuestro proceso de investigación hemos establecido varias fases de la toma de recogida de datos, para poder abordar los diferentes aspectos de cálculo, tratamiento estadístico y análisis. De este modo las fases en la toma de muestras son:

| | |
|---|--|
| 1 | Datos costes de sistemas comparados CAD vs BIM-3D |
| 2 | Datos de mediciones y dimensiones de los 121 proyectos de tiendas estudiadas |
| 3 | Datos monitorizados de tiempo de toma de datos y de procesado CAD vs BIM-3D |
| 4 | Datos de intervalo o tiempo de toma de decisión de iniciar el proyecto |
| 5 | Datos de tiempos ejecución de proyectos CAD vs BIM-3D |
| 6 | Datos de encuesta con escala tipo Likert a través de un cuestionario adaptativo online |

Tabla 5.1. Listado de diferentes datos de campo del proceso de investigación.

5.2.1 Datos de costes de sistemas comparados CAD vs BIM-3D

Consideramos que estamos ante datos que determinarán el punto de partida de nuestra investigación, al basar los resultados en una comparación económica. Son por tanto los costes que hemos considerado en nuestro estudio cuando se trabaja en un entorno y sistema tradicional CAD y por otro lado los costes cuando se trabaja teniendo en cuando se trabaja con otras técnicas como la fotogramétricas y con tecnología BIM. Los costes son definidos en nuestro caso por diferentes presupuestos de fotografía, elementos de medición, hardware, software y mano de obra de procesos previos de implementación. De esta forma establecemos la base comparativa para el análisis ROI en los dos supuestos de trabajo comparados. Los datos técnicos, costes estimados y especificaciones de los elementos de trabajo, elementos de medición, software y hardware se exponen en su anexo correspondiente.

| Elemento | Coste € |
|--|-------------------|
| Cámara fotográfica FUJIFILM FINEPIX SL | 190,08 |
| Equipo informático HP Slimline 450 100nsm con monitor HP W2072a de 20" (N8Z49EA) | 700 |
| Flexómetro 10 m Stanley 0-32 | 18,61 |
| Medidor Laser WURTH WDM 5-12 | 148,76 |
| AutoCAD 2015 | 5.250 |
| Mano de obra: Implantación Bloques y trabajo CAD previo | 1.105, 41 |
| COSTE INICIAL DE SIST. TRADICIONAL CAD | 7.412,86 € |

Tabla. 5.2 Listado de costes de elementos considerados en proyectos CAD

| Elemento | Coste € Opción A | Coste € Opción B |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| Teléfono Samsung Galaxy S7 Edge + Gafas Gear VR + Extras Gafas VR | 1.100 | 1.100 |
| Equipo informático MANTIS I7 | 2.307,07 | 2.307,07 |
| Flexómetro 10 m Stanley 0-32 | 18,61 | 18,61 |
| Medidor Laser WURTH WDM 5-12 | 148,76 | 148,76 |
| REVIT® | 8.000 | 8.000 |
| eCapture® (EYESMAP®) | 9.500 | ----- |
| Módulo RENDER V-Ray® | 605 | |
| 3D Studio MAX | 4.200 | |
| SketchUp® 2015 + Módulo BIM Dibac® + Extensiones | 994 | 994 |
| Agisoft® - PhotoScan | 3.499 | |
| 123D Catch® | Gratuito | Gratuito |
| Lumión 5.0 | 2.999 | |
| Formación en software BIM, render, 3D (2 meses) | 4.912,92 | 4.912,92 |
| Formación en tratamiento fotográfico, fotogramétrico (1 mes) | 2456,46 | 2456,46 |
| Creación familias y elementos de implantación BIM (1,72 meses) | 4.225,11 | 4.225,11 |
| COSTE INICIAL DE SIST. BIM | 44.965,93 € | 24.162,93 € |

Tabla 5.3. Listado de costes de elementos considerados en proyectos BIM-3D.

De esta forma el diferencial del sistema de trabajo tradicional respecto a la primera opción es de 37.553,07 € y respecto a la segunda 16.750,07 €. Estos valores son lo que vamos a contrastar con el análisis ROI. La diferencia entre una opción u otra radica en el uso de mayor inversión tecnológica, mayor uso de otro tipo de herramientas y software para acabados finales, renderizados y el uso de más alternativas al modelado 3D.

Los costes salariales están basados de partida en 2.456,46 €, coste laboral por trabajador y mes (INE, 2016).

También para el cálculo basado en la propuesta de ROI BIM de Autodesk® de 2007 consideraremos por un lado el coste del Hardware y Software de cada una de las opciones y por otro lado los costes laborales.

5.2.2 Datos de mediciones y dimensiones de los 121 proyectos de tiendas estudiadas

El proceso de obtención de datos de 121 tiendas de la franquicia son extraídos de las bases de datos, de las carpetas de proyecto de tiendas de franquicia archivadas a lo largo de varios años, la medición sobre planos CAD, revisión de croquis de maquetación de fachadas y archivos fotográficos de donde se extraen los valores y muestras que son significativos para el estudio y definición de la variables que pueden afectar a los procesos de medición, procesado y ejecución de obra y que está relacionados con las dimensiones de las tiendas. Los datos que hemos considerado para este estudio son metros cuadrados de la zona de ventas, dimensiones de otras estancias, metros lineales de fachada, metros cuadrados de zona a rotular con vinilos en cristales de escaparates, ventanas y puertas acristaladas y metros lineales de estanterías de productos de perfumería y cosmética. Queda recogido en uno de los anexos el archivo documental completo de fotografías y planos al respecto.



Figura 5.102 Fachada en bruto de un proyecto de tienda franquiciada.



Figura 5.103. Fachada acabada de un proyecto de tienda franquiciada.



Figura 5.104. Toma de datos. Acotaciones de fachada.

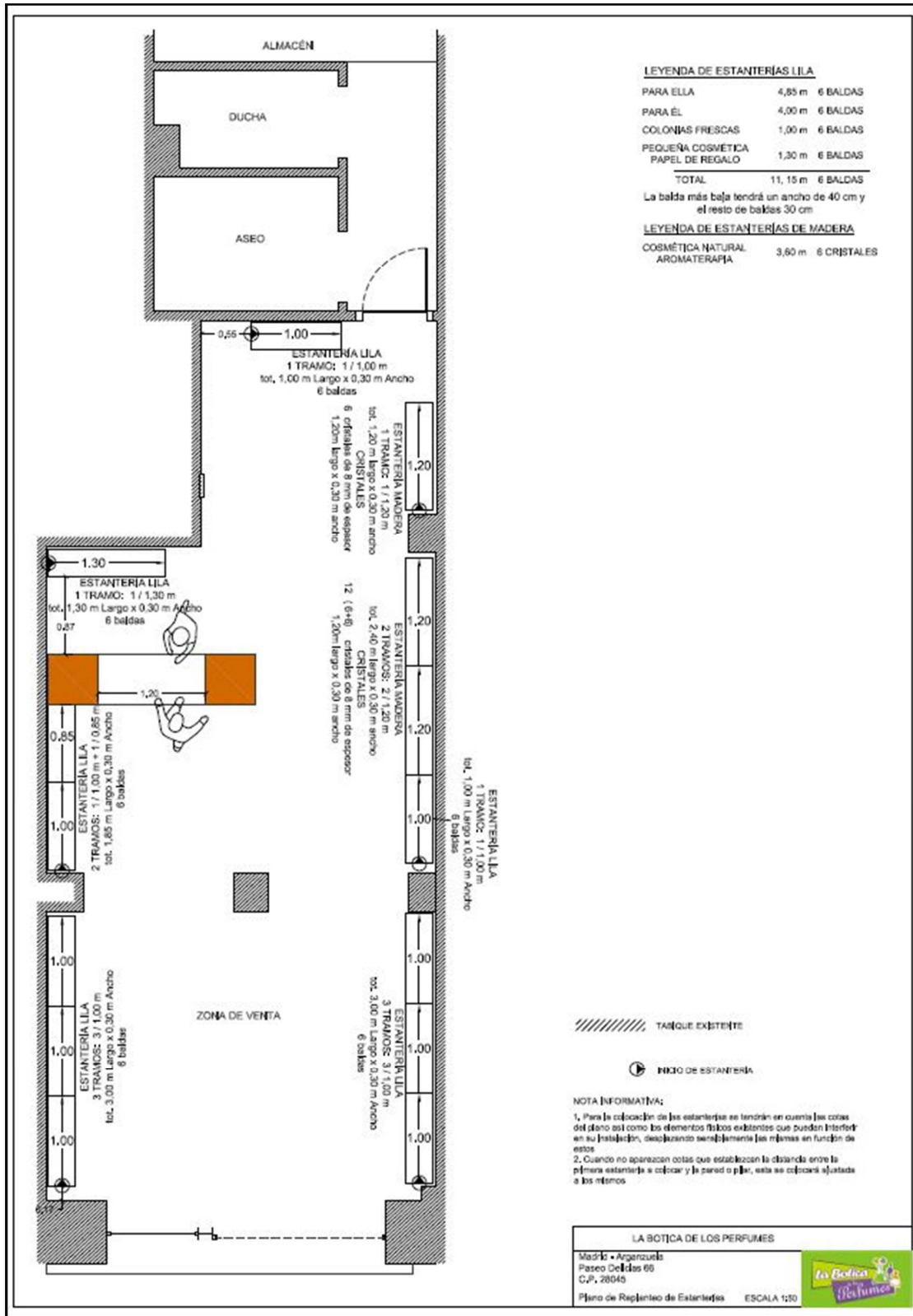


Figura 5.105 Plano de planta con mobiliario de implantación.

De esta forma obtenemos un listado de variables con los 121 proyectos estudiados.

| | Población | Zona Venta m2 | Resto estancias m2 | ml fachada | m2 vinilo escaparate, cristales y puerta | ml estanterías+expositores cosmética |
|----|------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------|---|---|
| 1 | A Coruña | 25,86 | 5,6 | 3,67 | 9,52 | 11,3 |
| 2 | A Estrada | 43,22 | 17,66 | 6,58 | 28,12 | 13,55 |
| 3 | Alcazar de San Juan | 46,4 | 30,68 | 6,01 | 11,3 | 15,45 |
| 4 | Alcazar de San Juan II | 28,72 | 7,17 | 9,3 | 10,2 | 10,25 |
| 5 | Alcobendas | 29,96 | 6,39 | 4,64 | 8,86 | 13,45 |
| 6 | Alcorcón | 38,89 | 9,62 | 6,88 | 6,53 | 11,25 |
| 7 | Alcorcón II | 35,04 | 20 | 4,77 | 11,7 | 11,25 |
| 8 | Algeciras | 55,53 | 5 | 4,85 | 12,3 | 15,45 |
| 9 | Almadén PETITE | 24 | 14 | 3,5 | 4,87 | 8,5 |
| 10 | Almería | 43,8 | 10,46 | 4,06 | 13,73 | 14,9 |
| 11 | Andujar | 37,71 | 13,75 | 6,4 | 9,69 | 13,45 |
| 12 | Aranjuez | 23,13 | 7,5 | 4,28 | 9,09 | 11,15 |
| 13 | Arenas de San Pedro (PETITE) | 33,5 | 6,5 | 5,7 | 4,63 | 8,7 |
| 14 | Arganzuela | 35,5 | 26,24 | 4,32 | 7,13 | 14,75 |
| 15 | Avila | 40,44 | 32,59 | 5,66 | 10,2 | 14,45 |
| 16 | Azuqueca de Henares | 29 | 7 | 5,69 | 5,15 | 11,15 |
| 17 | Badalona | 22,37 | 1,3 | 12,61 | 13,57 | 11,55 |
| 18 | Benidorm | 28,2 | 4,96 | 4,16 | 6,6 | 15,3 |
| 19 | Benidorm II | 44,34 | 16,33 | 5,15 | 7,55 | 15,6 |
| 20 | Bilbao | 19,99 | 2,85 | 11,41 | 13,53 | 10,4 |
| 21 | Burgos | 35,26 | 5,3 | 5,06 | 8,4 | 13,9 |
| 22 | Cáceres | 27,93 | 5,14 | 3,99 | 12,98 | 13,85 |
| 23 | Cádiz | 38,96 | 5,31 | 8,35 | 7,02 | 14,85 |
| 24 | Calle Alcalá MADRID | 29,12 | 11,4 | 5,26 | 6,04 | 13,85 |
| 25 | Carabanchel | 34,91 | 4,87 | 5,8 | 23,35 | 12,15 |
| 26 | Castellón | 34,62 | 13,79 | 3,19 | 14,96 | 14,05 |
| 27 | Castuera PETITE | 25,72 | 28,41 | 3,6 | 6,23 | 7,9 |
| 28 | Chiclana * | 40,41 | 22 | 4,06 | 7,79 | 17,1 |
| 29 | Ciudad Real I | 32,59 | 11,57 | 6,06 | 11,27 | 13,5 |
| 30 | Colmenar Viejo | 27,87 | 6,7 | 4,6 | 11,31 | 14,15 |
| 31 | Conil de la Frontera | 26,98 | 5,04 | 5,52 | 7,38 | 11,05 |
| 32 | Dos Hermanas | 30,56 | 5,64 | 6,76 | 5,94 | 15,55 |
| 33 | El Casar | 33,25 | 5,62 | 5,23 | 6,98 | 13,3 |
| 34 | El Vendrell | 33,24 | 18,01 | 3,66 | 4,99 | 15,7 |
| 35 | Ferrol | 37,45 | 22,11 | 4,72 | 8,84 | 14,85 |
| 36 | Figueras | 37,12 | 4,6 | 3,84 | 7,6 | 14,7 |
| 37 | Fuenlabrada | 39,86 | 30,64 | 10,46 | 43,1 | 13,4 |
| 38 | Galapagar | 37,23 | 21,45 | 5,51 | 12,54 | 13,9 |
| 39 | Getxo | 31,9 | 7,56 | 9,13 | 26,41 | 13,05 |
| 40 | Griñon (PETITE) | 21 | 4,92 | 6,77 | 2,95 | 8,4 |

Tabla 5.4. Datos de medición, tamaño y ml de los proyectos estudiados 1

| | Población | Zona Venta m2 | Resto estancias m2 | ml fachada | m2 vinilo escaparate, cristales y puerta | ml estanterías+expositores cosmética |
|----|--------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------|---|---|
| 41 | Guadalajara C.C. | 38,43 | 9,89 | 8,12 | 8 | 13,4 |
| 42 | Hellín | 31,24 | 14,85 | 3,11 | 8,25 | 14,6 |
| 43 | Hospitalet | 45,9 | 17,28 | 5,8 | 7,08 | 15,6 |
| 44 | Huelva | 21,05 | 9,08 | 3,54 | 5,43 | 10,85 |
| 45 | Humanes de Madrid PETITE | 22,45 | 2,55 | 11,01 | 7,5 | 7,05 |
| 46 | Illescas | 30,98 | 11,87 | 4,13 | 5,3 | 14,6 |
| 47 | Jaén | 28,29 | 10,93 | 3,58 | 4,83 | 13,1 |
| 48 | Jerez de la Frontera | 20,98 | 2 | 3,99 | 1 | 10,8 |
| 49 | La Bañeza | 28,48 | 12,81 | 8,54 | 19,58 | 12 |
| 50 | LAFELGUERA | 17,94 | 6,36 | 3,04 | 5,37 | 8,8 |
| 51 | Lleida | 37,7 | 15,4 | 4,24 | 7,96 | 14,85 |
| 52 | Logroño | 30,14 | 3,78 | 3,9 | 8,2 | 14,65 |
| 53 | Lorca | 30,45 | 7,04 | 4,63 | 1 | 12,85 |
| 54 | Los Llanos | 42,75 | 8,46 | 5,18 | 9,61 | 14,5 |
| 55 | Lugo | 24,79 | 9,8 | 4,26 | 2,3 | 15,9 |
| 56 | Madrid Avda. Medit. | 32,77 | 9,21 | 3,63 | 7,08 | 13,8 |
| 57 | Madrid Esparteros | 22,97 | 6,17 | 2,86 | 0 | 12,3 |
| 58 | Madrid Marcelo Usera | 38,6 | 8,6 | 5,3 | 10,7 | 14,2 |
| 59 | Madrid Villaverde | 49,27 | 17,26 | 10,51 | 12,64 | 13,9 |
| 60 | Malaga II | 30,07 | 5 | 4,94 | 12,96 | 13,35 |
| 61 | Mallorca II | 34,78 | 4,35 | 4,11 | 8,74 | 12,2 |
| 62 | MANZANARES (PETITE) | 21,89 | 8,42 | 5,05 | 8,18 | 9,55 |
| 63 | Marbella | 28,81 | 6,98 | 6,5 | 14,6 | 12,4 |
| 64 | Mataró | 52,34 | 10,81 | 3,85 | 7,2 | 13,7 |
| 65 | Mejorada del Campo | 31,34 | 21,1 | 7,21 | 5,25 | 12,75 |
| 66 | Melilla | 43,41 | 15,65 | 6,62 | 8,13 | 14,45 |
| 67 | Mérida | 68,53 | 9,5 | 3,44 | 12,98 | 20,45 |
| 68 | Miranda de Ebro | 14,81 | 3,45 | 3,01 | 7,22 | 11,3 |
| 69 | Montijo | 19,92 | 7,48 | 4,6 | 8,38 | 8,55 |
| 70 | Montilla | 51,31 | 11 | 5,17 | 14,89 | 15,45 |
| 71 | Mora | 37,72 | 19,75 | 4,49 | 8,4 | 14,75 |
| 72 | Murcia | 22,54 | 3,36 | 3,4 | 1 | 10,1 |
| 73 | Olesa de Montserrat | 36,69 | 7,04 | 4,28 | 9,84 | 14,2 |
| 74 | Orihuela | 23,87 | 2,25 | 4,45 | 2,2 | 11,4 |
| 75 | Ourense | 27,26 | 25,66 | 3,72 | 10,05 | 14,8 |
| 76 | Padron | 28,41 | 5,49 | 11,82 | 14,61 | 11,4 |
| 77 | Palencia | 41,5 | 19,45 | 4,91 | 13,17 | 15,3 |
| 78 | Pamplona | 41,67 | 3,38 | 2,48 | 3,72 | 17,3 |
| 79 | Peñaranda de Bracamonte | 22,817 | 29,97 | 3,56 | 6,4 | 11,65 |
| 80 | Pilar de la Horadada | 42,54 | 22,21 | 7,94 | 14,97 | 13,6 |

Tabla 5.5. Datos de medición, tamaño y ml de los proyectos estudiados 2

| | Población | Zona Venta m2 | Resto estancias m2 | ml fachada | m2 vinilo escaparate, cristales y puerta | ml estanterías+expositores cosmética |
|-----|----------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------|---|---|
| 81 | Pilar de la Horadada II | 41,66 | 12 | 7,7 | 5,84 | 13,6 |
| 82 | Pinto | 36,41 | 2,25 | 8,65 | 7,66 | 13,3 |
| 83 | Pola de Laviana | 28,32 | 14,3 | 3,45 | 13,58 | 11,95 |
| 84 | Pola de Laviana II | 43,22 | 8,19 | 5,34 | 11,28 | 12,95 |
| 85 | Pontevedra | 20,8 | 4,7 | 3,42 | 7,01 | 12,45 |
| 86 | Puerto de Sagunto | 46,5 | 62,97 | 6,26 | 5,55 | 14,9 |
| 87 | Roses | 34,05 | 5,21 | 6,68 | 10,05 | 13,1 |
| 88 | Sabadell | 36,92 | 4,3 | 11,7 | 28,08 | 12,55 |
| 89 | San Sebastian | 36,94 | 14,6 | 16,17 | 20,92 | 11,85 |
| 90 | San Sebastian R. | 34,48 | 21,5 | 8,39 | 16,99 | 13,6 |
| 91 | San Vicente del Raspeig | 65,56 | 5,04 | 16,2 | 29,67 | 13,6 |
| 92 | Santa Cruz Autopista Sur | 37,09 | 4,6 | 3,62 | 8,69 | 14,6 |
| 93 | Santa Cruz de la Palma | 52,86 | 11,77 | 6,37 | 12,43 | 13,25 |
| 94 | Santa Cruz T. 3 de Mayo | 25,79 | 4,34 | 5,55 | 11,15 | 10,8 |
| 95 | Segovia | 43,41 | 19,45 | 7,98 | 25,53 | 14,6 |
| 96 | Sevilla Centro | 41,45 | 11,23 | 6,99 | 5,89 | 15,8 |
| 97 | Sevilla San Jacinto | 36,7 | 11,4 | 5,02 | 1 | 14,2 |
| 98 | Soria | 34 | 15,63 | 8,66 | 14,8 | 11,15 |
| 99 | Talavera de la Reina | 40,15 | 10 | 4,56 | 12,84 | 14,6 |
| 100 | Tarragona | 29,15 | 4,89 | 3,35 | 5,51 | 13,8 |
| 101 | Telde | 58,044 | 40,61 | 6,28 | 12,1 | 15,9 |
| 102 | Terrasa | 36,65 | 19 | 5,67 | 14,45 | 11,15 |
| 103 | Toledo | 49,76 | 5,93 | 5,2 | 8,74 | 16,15 |
| 104 | Tomelloso | 41,65 | 5,34 | 18,32 | 18,61 | 12,6 |
| 105 | Torrejón | 35,66 | 4,18 | 4,58 | 10,78 | 15,1 |
| 106 | Valdemoro | 91,87 | 7,68 | 20,48 | 29,81 | 15,15 |
| 107 | Valdepeñas | 38,4 | 9,5 | 6,67 | 13,89 | 13,45 |
| 108 | Valencia I | 47,87 | 9,09 | 11,34 | 12,41 | 14,45 |
| 109 | Valencia II | 29,28 | 9,67 | 2,65 | 5,15 | 13,6 |
| 110 | Valladolid | 28,5 | 18,61 | 3,31 | 8,65 | 16,3 |
| 111 | Velez Málaga | 40,55 | 14,06 | 3,67 | 7,67 | 17,15 |
| 112 | Vielha | 47,29 | 16,09 | 8,94 | 7,23 | 14,7 |
| 113 | Viladecans | 66,72 | 12,67 | 18,12 | 39,45 | 14 |
| 114 | Villanueva de la Serena | 34,42 | 7,71 | 3,38 | 17,67 | 12,05 |
| 115 | Vitoria | 16,34 | 6,65 | 3,63 | 5,54 | 10 |
| 116 | Zafra | 22,84 | 17,85 | 3,32 | 6,4 | 12,95 |
| 117 | Zamora C.C. | 64,3 | 12,3 | 7,6 | 17,48 | 16,45 |
| 118 | Zamora I | 51,65 | 8 | 3,96 | 10 | 15,2 |
| 119 | Campo de Criptana (PETITE) | 15,8 | 10,57 | 4,29 | 5,22 | 8,4 |
| 120 | Villafranca de los Barros | 15,39 | 15,5 | 4,44 | 2,92 | 7,2 |
| 121 | Cambados | 22,09 | 50 | 12 | 3 | 8,5 |

Tabla 5.6 Datos de medición, tamaño y ml de los proyectos estudiados 3

De esta forma los valores medios calculados de los 121 proyectos son los siguientes:

| Zona Venta m2 | Resto Estancias m2 | MI fachada | M2 vinilos, escaparate, cristales y puerta | MI estanterías + expositores cosmética |
|---------------|--------------------|------------|--|--|
| 35,37 | 12,07 | 6,12 | 10,55 | 13,18 |

Tabla 5.7 Valores medios de medición, tamaño y ml de los proyectos estudiados

5.2.3 Datos monitorizados de tiempo de medición y de procesado CAD vs BIM-3D

Una vez realizada la implantación previa de sistemas BIM y teniendo la capacidad para controlar los tiempos de la fase de medición y de la fase de procesado por ambos supuestos, monitorizando los datos de campo y registrándolos tanto en el supuesto tradicional CAD, así como al aplicar fotogrametría y BIM combinados. Para ello se diseñó una hoja de recogida de datos donde se documenta manualmente en campo y se controlan los tiempos en cada una de los proyectos de tiendas de franquicia. Posteriormente se pasan a las hojas de cálculo para su correspondiente procesado, evitando minimizar a cero el posible error de transcripción revisando y validando datos en tres ocasiones.

FICHA DE TOMA DE DATOS COMPARATIVA

La Botica de los Perfumes

TIENDA / LOCALIDAD: Madrid
 INICIO TRABAJOS: 10/4/2015

| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:30:00 |
| Medición m1 Fachada con alturas | 0:34:48 |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:19:12 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:13:48 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:09:36 |
| | 1:47:24 |
| Toma de datos a través de fichas de trabajo. | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:30:00 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:50:24 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:40:48 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:29:23 |
| Especificaciones técnicas | 1:18:04 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 0:25:44 |
| | 8:07:48 |
| | 6:13:48 |
| | 9:49:47 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:01:12 |

| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
|---|-----------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:21:36 |
| Medición m1 fachada y alturas | 0:15:00 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:12:37 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:10:46 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:06:33 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:10:12 |
| | 1:16:49 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | 0:09:00 |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:48:04 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:11:57 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:27:09 |
| Especificaciones técnicas | 0:25:15 |
| Elaboración de MODELO 3D | 2:20:59 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:12:38 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:10:46 |
| | 6:35:48 |
| | 7:43:32 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 6:02:30 |

Proceso terminado y archivado Apertura 11/6/2015

Figura 5.106 Ficha de toma de datos comparativa.

| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:30:00 |
| Medición ml Fachada con alturas | 0:34:48 |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vitrilos) | 0:19:12 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:13:48 |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:09:36 |
| | 1:47:24 |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo y entrevistas telefónicas a los técnicos anteriores.</i> | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (PREVIO) | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:30:00 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:50:24 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:40:48 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:29:23 |
| Especificaciones técnicas | 0:25:12 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:18:01 |
| | 6:13:48 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:01:12 |
| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:21:36 |
| Medición ml fachada y alturas | 0:15:00 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:12:37 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:10:46 |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:06:33 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:10:12 |
| | 1:16:44 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (PREVIO) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | 0:09:00 |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:48:04 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:11:57 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:27:09 |
| Especificaciones técnicas | 0:25:15 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:20:59 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:12:38 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:10:46 |
| | 4:45:48 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 6:02:32 |

Figura 5.107 Hoja de control transcrita para cálculos.

5.2.4 Datos de intervalo o tiempo de toma de decisión de iniciar el proyecto

Para la recogida de datos relativos al tiempo de decisión se mide el intervalo que transcurre desde la primera visita técnica (con objeto de la toma de datos y ver las características físicas de cada emplazamiento propuesto en cada proyecto nuevo) y la toma de decisión en firme documentada por el cliente. De esta forma se hace un trabajo de campo de archivo en los expedientes de la empresa, documentos escaneados y formularios concluyendo cuales son estos datos para las 121 tiendas de franquicia objeto de análisis. Hay que dejar constancia que esto no será de aplicación para las tiendas en las que ha sido el propio franquiciador el que ha abierto el establecimiento, en este caso se ha recogido el dato “No procede” y se ha trabajado estadísticamente con el resto de muestras de campo de tiendas.

PROYECTO: ALHAMBRA
CLIENTE: _____
CONTACTO: _____
FECHA DE VISITA: 10-ABRIL-15 **NOMBRE:** _____
CALLE PRINCIPAL EN LA ZONA: _____
LOCALES PROPUESTOS:

| DIRECCIÓN | M2 | PROPIEDAD/ALQUILER | PRECIO | PASO PERSONA |
|---------------------|----|--------------------|--------|--------------|
| C/ RAMÓN Y CAJAL, 5 | | PROPIEDAD | | 260 |
| | | | | |
| | | | | |

NOTAS: (estado del local –iluminación –pavimento –fachada – rotulo)

PRECONTRATO FIRMADO: SI NO

LOCAL APROBADO:

| | | | |
|--------|----------------------|----|-----------------------|
| CALLE | <u>RAMÓN Y CAJAL</u> | | |
| NÚMERO | <u>5</u> | CP | <u>43400 ALHAMBRA</u> |

Figura 5.108 Ficha de archivo donde se recoge fecha de la visita de medición.

Disboper
DISTRIBUCIONES LA BOTICA DE LOS PERFUMES, S.L.
CIF : B-06622930

C/ Blanqueadores, 4 - 06800 Mérida (Badajoz)
Tel. 924 049 699
Fax: 924 388 035
E-mail: info@laboticadelosperfumes.com
www.laboticadelosperfumes.com

LA BOTICA DE LOS PERFUMES PETITE (ALMADÉN)
C/ RAMÓN Y CAJAL Nº5
13400 ALMADÉN
CIUDAD REAL

| ABONO | N.I.F.-C.I.F. CLIENTE |
|-------|-----------------------|
| | |

| FACTURA | FECHA | CLIENTE |
|----------|------------|---------|
| PROFORMA | 15/04/2015 | |

| ALBARAN | REF. | DESCRIPCION | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------------------------|------|---|----------|--------|---------|
| | | ESTANTERIA LILA 6 MT. COMP.6 ALTURAS | 1 ✓ | | |
| | | ESTANTERIA LAMA MADERA 1,20 X 1,20 6 ALT. | 1 ✓ | | |
| | | JUEGO ESTANTES DECORATIVOS CUBOS Y BALDAS U | 2 ✓ | | |
| | | MOSTRADOR + 1 ESQUINERA SIN CRISTAL | 1 ✓ | | |
| | | TERMINAL VENTA COMPLETO | 1 ✓ | | |
| | | TPV INCLUYE: PC + MONITOR 19 " + PROGRAMA TPV + INSTALACIÓN TECLADO+RATON+ALTAVOCES EXTERNOS CAJON PORTAMONEDAS LECTOR CODIGO DE BARRAS IMPRESORA TICKETS TERMICA CON CORTADOR IMPRESORA LASER COLOR A-4 PACK ROLLOS TICKETS PAQ. FOLIOS 500 HOJAS A-4 PAQUETE PEGATINAS CODIGOS DE BARRA REGLETA 5 ENCHUFES CABLE USB MT.LICENCIA WINDOWS 8 IMPRESORA ETIQUETAS LOTE+ROLLO PEGATINAS DTO.PROMOCIONAL EXPOFRANQUICIA MADRID 2015 | | | |
| TOTAL MOBILIARIO E INFORMÁTICA | | | | | |

| BASE IMPONIBLE | PORTES | I.V.A. 21 % | R. E. 5,20% | TOTAL FACTURA |
|----------------|--------|-------------|-------------|---------------|
| | | | | 2.000,00 |

| FORMA DE PAGO | BANCO | CUENTA CTE. |
|------------------------|------------|-------------|
| TRANSFERENCIA BANCARIA | | |
| VENCIMIENTOS | ANTICIPADA | |

Cosmética | Perfumes | Aromas | Inciensos | Jabones
www.laboticadelosperfumes.com

Figura 5.109 Documento tipo factura proforma con fecha referente a inversión.

| Población | TIEMPO DE RESPUESTA DE FRANQUICIADO EN TOMA DE DECISION | Fecha Visita | Fecha Decisión |
|------------------------------|---|--------------|----------------|
| Almadén PETITE | 5 | 10/04/2015 | 15/04/2015 |
| Arenas de San Pedro (PETITE) | 0 | 01/09/2015 | 01/09/2015 |
| Azuqueca de Henares | 3 | 23/07/2015 | 26/07/2015 |
| Castuera PETITE | 4 | 08/05/2015 | 12/05/2015 |
| Griñon (PETITE) | 15 | 25/08/2015 | 09/09/2015 |
| Humanes de Madrid PETITE | 6 | 15/04/2015 | 21/04/2015 |
| LA FELGUERA | 15 | 15/07/2015 | 30/07/2015 |
| Mallorca II | 6 | 28/07/2015 | 03/08/2015 |
| MANZANARES (PETITE) | 2 | 17/06/2015 | 19/06/2015 |
| Soria | 12 | 22/07/2015 | 03/08/2015 |
| Campo de Criptana (PETITE) | 4 | 13/10/2015 | 17/10/2015 |
| Villafranca de los Barros | 1 | 02/11/2015 | 03/11/2015 |
| Cambados | 3 | 14/07/2015 | 17/07/2015 |

Tabla 5.8 Datos de tiempo de respuesta en toma de decisión proyectos BIM-3D.

| Población | TIEMPO DE RESPUESTA DE FRANQUICIADO EN TOMA DE DECISION | Fecha Visita | Fecha Decisión |
|------------------------|---|--------------|----------------|
| A Coruña | 15 | 25/02/2013 | 12/03/2013 |
| A Estrada | 12 | 10/03/2013 | 22/03/2013 |
| Alcazar de San Juan | 5 | 10/04/2013 | 15/04/2013 |
| Alcazar de San Juan II | 7 | 04/09/2014 | 11/09/2014 |
| Alcobendas | 20 | 28/05/2013 | 17/06/2013 |
| Alcorcón | 10 | 10/09/2013 | 20/09/2013 |
| Alcorcón II | 7 | 11/09/2014 | 18/09/2014 |
| Algeciras | NO PROCEDE | NO PROCEDE | |
| Almería | 56 | 28/05/2014 | 23/07/2014 |
| Andujar | 23 | 10/08/2013 | 02/09/2013 |
| Aranjuez | 5 | 19/06/2013 | 24/06/2013 |
| Arganzuela | 16 | 19/02/2014 | 07/03/2014 |
| Avila | 6 | 16/03/2013 | 22/03/2013 |
| Badalona | 2 | 12/06/2014 | 14/06/2014 |
| Benidorm | 9 | 10/11/2013 | 19/11/2013 |
| Benidorm II | NO PROCEDE | NO PROCEDE | |
| Bilbao | 14 | 10/06/2013 | 24/06/2013 |
| Burgos | 8 | 07/10/2012 | 15/10/2012 |
| Cáceres | 6 | 28/03/2013 | 03/04/2013 |
| Cádiz | NO PROCEDE | NO PROCEDE | |
| Calle Alcalá MADRID | 34 | 20/03/2013 | 23/04/2013 |
| Carabanchel | 14 | 05/09/2013 | 19/09/2013 |
| Castellón | 29 | 01/08/2013 | 30/08/2013 |
| Chiclana * | NO PROCEDE | NO PROCEDE | |
| Ciudad Real I | 22 | 05/03/2012 | 27/03/2012 |
| Colmenar Viejo | 7 | 18/06/2014 | 25/06/2014 |
| Conil de la Frontera | 2 | 30/09/2014 | 02/10/2014 |
| Dos Hermanas | 7 | 08/02/2013 | 15/02/2013 |
| El Casar | 8 | 23/09/2014 | 01/10/2014 |
| El Vendrell | 7 | 02/01/2014 | 09/01/2014 |
| Ferrol | 8 | 25/04/2013 | 03/05/2013 |
| Figueras | 5 | 02/12/2013 | 07/12/2013 |
| Fuenlabrada | 9 | 25/08/2012 | 03/09/2012 |
| Galapagar | 56 | 06/05/2014 | 01/07/2014 |
| Getxo | 13 | 05/06/2013 | 18/06/2013 |
| Guadalajara C.C. | 7 | 15/07/2013 | 22/07/2013 |
| Hellín | 1 | 01/04/2014 | 02/04/2014 |
| Hospitalet | 6 | 11/06/2014 | 17/06/2014 |
| Huelva | NO PROCEDE | NO PROCEDE | |
| Illescas | 14 | 28/02/2013 | 14/03/2013 |
| Jaén | 6 | 09/04/2013 | 15/04/2013 |
| Jerez de la Frontera | NO PROCEDE | NO PROCEDE | |
| La Bañeza | 16 | 15/02/2014 | 03/03/2014 |
| Lleida | 1 | 25/03/2014 | 26/03/2014 |
| Logroño | 14 | 11/08/2014 | 25/08/2014 |
| Lorca | NO PROCEDE | NO PROCEDE | |
| Los Llanos | 18 | 24/03/2014 | 11/04/2014 |
| Lugo | 14 | 18/03/2013 | 01/04/2013 |
| Madrid Avda. Medit. | 2 | 04/03/2014 | 06/03/2014 |
| Madrid Esparteros | 5 | 12/10/2013 | 17/10/2013 |
| Madrid Marcelo Usera | 12 | 26/02/2014 | 10/03/2014 |
| Madrid Villaverde | 22 | 01/12/2013 | 23/12/2013 |
| Malaga II | NO PROCEDE | NO PROCEDE | |

Tabla 5.9 Datos de tiempo de respuesta en toma de decisión proyectos CAD (I)

| | | | |
|--------------------------|------------|------------|------------|
| Marbella | 7 | 18/02/2014 | 25/02/2014 |
| Mataró | 13 | 19/02/2013 | 04/03/2013 |
| Mejorada del Campo | 9 | 16/08/2014 | 25/08/2014 |
| Melilla | 8 | 22/05/2013 | 30/05/2013 |
| Mérida | NO PROCEDE | NO PROCEDE | |
| Miranda de Ebro | 5 | 30/12/2013 | 04/01/2014 |
| Montijo | 11 | 03/06/2012 | 14/06/2012 |
| Montilla | 5 | 27/07/2013 | 01/08/2013 |
| Mora | 15 | 10/10/2013 | 25/10/2013 |
| Murcia | NO PROCEDE | NO PROCEDE | |
| Olesa de Montserrat | 14 | 15/11/2013 | 29/11/2013 |
| Orihuela | NO PROCEDE | NO PROCEDE | |
| Ourense | 8 | 03/03/2013 | 11/03/2013 |
| Padron | 5 | 19/06/2014 | 24/06/2014 |
| Palencia | 10 | 25/03/2013 | 04/04/2013 |
| Pamplona | 11 | 25/01/2013 | 05/02/2013 |
| Peñaranda de Bracamonte | 8 | 18/06/2014 | 26/06/2014 |
| Pilar de la Horadada | 18 | 15/02/2014 | 05/03/2014 |
| Pilar de la Horadada II | 6 | 29/07/2014 | 04/08/2014 |
| Pinto | 11 | 04/09/2013 | 15/09/2013 |
| Pola de Laviana | 18 | 05/09/2013 | 23/09/2013 |
| Pola de Laviana II | 8 | 12/09/2014 | 20/09/2014 |
| Pontevedra | 23 | 19/01/2013 | 11/02/2013 |
| Puerto de Sagunto | 6 | 17/01/2014 | 23/01/2014 |
| Roses | 21 | 10/05/2013 | 31/05/2013 |
| Sabadell | 20 | 03/12/2013 | 23/12/2013 |
| San Sebastian | 11 | 09/05/2013 | 20/05/2013 |
| San Sebastian R. | 7 | 13/09/2013 | 20/09/2013 |
| San Vicente del Raspeig | 12 | 05/10/2013 | 17/10/2013 |
| Santa Cruz Autopista Sur | 6 | 02/10/2014 | 08/10/2014 |
| Santa Cruz de la Palma | 17 | 10/09/2013 | 27/09/2013 |
| Santa Cruz T. 3 de Mayo | 13 | 10/10/2014 | 23/10/2014 |
| Segovia | 6 | 31/07/2014 | 06/08/2014 |
| Sevilla Centro | NO PROCEDE | NO PROCEDE | |
| Sevilla San Jacinto | 6 | 14/08/2014 | 20/08/2014 |
| Talavera de la Reina | 12 | 07/04/2012 | 19/04/2012 |
| Tarragona | 17 | 15/11/2013 | 02/12/2013 |
| Telde | 1 | 02/12/2014 | 03/12/2014 |
| Terrasa | 10 | 30/09/2013 | 10/10/2013 |
| Toledo | 12 | 17/10/2013 | 29/10/2013 |
| Tomelloso | 1 | 21/08/2013 | 22/08/2013 |
| Torrejón | 3 | 26/09/2012 | 29/09/2012 |
| Valdemoro | 15 | 15/10/2013 | 30/10/2013 |
| Valdepeñas | 7 | 25/03/2013 | 01/04/2013 |
| Valencia I | 40 | 24/10/2013 | 03/12/2013 |
| Valencia II | 7 | 03/09/2014 | 10/09/2014 |
| Valladolid | 8 | 28/02/2013 | 12/03/2013 |
| Velez Málaga | 8 | 19/05/2013 | 27/05/2013 |
| Vielha | 3 | 21/07/2014 | 24/07/2014 |
| Viladecans | 21 | 03/10/2013 | 24/10/2013 |
| Villanueva de la Serena | 32 | 23/05/2014 | 24/06/2014 |
| Vitoria | 5 | 15/07/2013 | 20/07/2013 |
| Zafra | 5 | 14/05/2014 | 19/05/2014 |
| Zamora C.C. | 7 | 06/10/2012 | 13/10/2012 |
| Zamora I | 4 | 21/10/2013 | 25/10/2013 |

Tabla 5.10. Datos de tiempo de respuesta en toma de decisión proyectos CAD (II)

5.2.5 Datos de tiempos de ejecución de proyectos CAD comparados con proyectos BIM-3D

Cuando hablamos de estos tiempos no referimos al control del intervalo que existe desde que se remite la información completa del proyecto CAD o BIM al franquiciado, incluyendo en ella las instrucciones y documentos para la ejecución de la obra y el tiempo que tarda en la realización de dicha obra hasta la fecha de apertura de la nueva tienda.

Podríamos considerar a priori que pueden existir elementos diferenciados de unos proyectos a otros como el tamaño de las tiendas, pero como ya hemos indicado, estos datos ya han sido recogidos previamente para ser tenidos en cuenta en la corrección estadística oportuna de los datos de apertura en función de ellos. También podríamos considerar que de unas tiendas a otras podría existir otros factores diferenciales que no hemos contemplado, esto será analizado en los casos en los que se detecten valores estadísticos atípicos y profundizaremos más en estas conclusiones en el apartado destinado a los resultados y análisis de datos.

Para la recogida de datos de esta fase también nos basamos en trabajo documental de consulta de los históricos de las tiendas ya que existe el registro de la fecha de envío de los documentos de proyecto al interesado, y del mismo modo está documentada la fecha de finalización de trabajos y apertura que coincide con la fecha de firma de contrato. Con todo ello se elabora una tabla de datos con las fechas y los diferenciales de días que determinan el intervalo de tiempo de ejecución de obra.

| | Población | Recepción Proyecto | Termina ejecución | Plazo en días |
|----|------------------------|--------------------|-------------------|---------------|
| 1 | A Coruña | 12/03/2013 | 24/05/2013 | 73 |
| 2 | A Estrada | 22/03/2013 | 29/05/2013 | 68 |
| 3 | Alcazar de San Juan | 15/04/2013 | 20/06/2013 | 66 |
| 4 | Alcazar de San Juan II | 11/09/2014 | 29/09/2014 | 18 |
| 5 | Alcobendas | 17/06/2013 | 08/08/2013 | 52 |
| 6 | Alcorcón | 20/09/2013 | 07/11/2013 | 48 |
| 7 | Alcorcón II | 19/09/2014 | 13/11/2014 | 55 |
| 8 | Algeciras | 01/07/2012 | 18/08/2012 | 48 |
| 9 | Almería | 23/07/2014 | 10/09/2014 | 49 |
| 10 | Andujar | 02/09/2013 | 15/11/2013 | 74 |
| 11 | Aranjuez | 24/06/2013 | 31/07/2013 | 37 |
| 12 | Arganzuela | 07/03/2014 | 28/04/2014 | 52 |
| 13 | Ávila | 22/03/2013 | 14/06/2013 | 84 |
| 14 | Badalona | 14/06/2014 | 07/08/2014 | 54 |
| 15 | Benidorm | 19/11/2013 | 29/01/2014 | 71 |
| 16 | Benidorm II | 31/01/2014 | 27/03/2014 | 55 |
| 17 | Bilbao | 24/06/2013 | 29/08/2013 | 66 |
| 18 | Burgos | 15/10/2012 | 23/11/2012 | 39 |
| 19 | Cáceres | 03/04/2013 | 17/05/2013 | 44 |
| 20 | Cadiz | 01/05/2013 | 20/06/2013 | 50 |
| 21 | Calle Alcalá MADRID | 23/04/2013 | 21/06/2013 | 59 |
| 22 | Carabanchel | 19/09/2013 | 06/11/2013 | 48 |
| 23 | Castellón | 30/08/2013 | 24/10/2013 | 55 |
| 24 | Chiclana * | 10/11/2013 | 23/12/2013 | 43 |
| 25 | Ciudad Real I | 27/03/2012 | 27/04/2012 | 31 |
| 26 | Colmenar Viejo | 25/06/2014 | 13/08/2014 | 49 |
| 27 | Conil de la Frontera | 05/10/2014 | 18/12/2014 | 74 |
| 28 | Dos Hermanas | 15/02/2013 | 18/03/2013 | 31 |
| 29 | El Casar | 01/10/2014 | 13/11/2014 | 43 |
| 30 | El Vendrell | 09/01/2014 | 26/03/2014 | 76 |
| 31 | Ferrol | 03/05/2013 | 28/06/2013 | 56 |
| 32 | Figueras | 07/12/2013 | 28/04/2014 | 142 |
| 33 | Fuenlabrada | 03/09/2012 | 19/10/2012 | 46 |
| 34 | Galapagar | 01/07/2014 | 05/11/2014 | 127 |
| 35 | Getxo | 18/06/2013 | 01/10/2013 | 105 |
| 36 | Guadalajara C.C. | 27/09/2013 | 14/11/2013 | 48 |
| 37 | Hellín | 08/04/2014 | 10/06/2014 | 63 |
| 38 | Hospitalet | 17/06/2014 | 21/08/2014 | 65 |
| 39 | Huelva | 20/05/2013 | 05/07/2013 | 46 |
| 40 | Illescas | 14/03/2013 | 10/05/2013 | 57 |

Tabla 5.11 Tiendas1 a 40. Plazo de ejecución de proyectos CAD

| | | | | |
|----|-------------------------|------------|------------|-----|
| 41 | Jaén | 15/04/2013 | 12/06/2013 | 58 |
| 42 | Jerez de la Frontera | 28/04/2013 | 21/06/2013 | 54 |
| 43 | La Bañeza | 03/03/2014 | 30/04/2014 | 58 |
| 44 | Lleida | 28/03/2014 | 21/05/2014 | 54 |
| 45 | Logroño | 25/08/2014 | 14/11/2014 | 81 |
| 46 | Lorca | 29/10/2013 | 18/12/2013 | 50 |
| 47 | Los Llanos | 11/04/2014 | 31/07/2014 | 111 |
| 48 | Lugo | 01/04/2013 | 27/06/2013 | 87 |
| 49 | Madrid Avda. Medit. | 06/03/2014 | 22/05/2014 | 77 |
| 50 | Madrid Esparteros | 17/10/2013 | 11/12/2013 | 55 |
| 51 | Madrid Marcelo Usera | 22/04/2014 | 11/06/2014 | 50 |
| 52 | Madrid Villaverde | 23/12/2013 | 11/02/2014 | 50 |
| 53 | Malaga II | 25/04/2012 | 08/06/2012 | 44 |
| 54 | Marbella | 25/02/2014 | 11/04/2014 | 45 |
| 55 | Mataró | 04/03/2013 | 23/04/2013 | 50 |
| 56 | Mejorada del Campo | 16/08/2014 | 13/10/2014 | 58 |
| 57 | Melilla | 24/07/2013 | 18/09/2013 | 56 |
| 58 | Mérida | 22/09/2013 | 30/11/2013 | 69 |
| 59 | Miranda de Ebro | 04/01/2014 | 20/02/2014 | 47 |
| 60 | Montijo | 14/06/2012 | 16/08/2012 | 63 |
| 61 | Montilla | 01/08/2013 | 03/10/2013 | 63 |
| 62 | Mora | 25/10/2013 | 20/12/2013 | 56 |
| 63 | Murcia | 15/10/2013 | 20/12/2013 | 66 |
| 64 | Olesa de Montserrat | 29/11/2013 | 31/01/2014 | 63 |
| 65 | Orihuela | 15/10/2013 | 20/12/2013 | 66 |
| 66 | Ourense | 11/03/2013 | 03/05/2013 | 53 |
| 67 | Padron | 24/06/2014 | 05/08/2014 | 42 |
| 68 | Palencia | 04/04/2013 | 19/06/2013 | 76 |
| 69 | Pamplona | 05/02/2013 | 15/03/2013 | 38 |
| 70 | Peñaranda de Bracamonte | 26/06/2014 | 12/08/2014 | 47 |
| 71 | Pilar de la Horadada | 05/03/2014 | 30/04/2014 | 56 |
| 72 | Pilar de la Horadada II | 04/08/2014 | 29/09/2014 | 56 |
| 73 | Pinto | 15/09/2013 | 21/12/2013 | 97 |
| 74 | Pola de Laviana | 23/09/2013 | 21/11/2013 | 59 |
| 75 | Pola de Laviana II | 24/09/2014 | 03/11/2014 | 40 |
| 76 | Pontevedra | 11/02/2013 | 22/03/2013 | 39 |
| 77 | Puerto de Sagunto | 23/01/2014 | 10/03/2014 | 46 |
| 78 | Roses | 31/05/2013 | 16/07/2013 | 46 |
| 79 | Sabadell | 07/01/2014 | 25/03/2014 | 77 |
| 80 | San Sebastian | 20/05/2013 | 16/08/2013 | 88 |

Tabla 5.12 Tiendas 41 a 80. Plazo de ejecución de proyectos CAD

| | | | | |
|-----|-------------------------|------------|------------|-----|
| 81 | San Sebastian R. | 20/09/2013 | 08/11/2013 | 49 |
| 82 | San Vicente del Raspeig | 17/10/2013 | 17/12/2013 | 61 |
| 83 | Valdemoro | 23/10/2014 | 04/12/2014 | 42 |
| 84 | Santa Cruz de la Palma | 27/09/2013 | 21/11/2013 | 55 |
| 85 | Santa Cruz T. 3 de Mayo | 22/10/2014 | 18/12/2014 | 57 |
| 86 | Segovia | 06/08/2014 | 09/10/2014 | 64 |
| 87 | Sevilla Centro | 15/08/2013 | 04/10/2013 | 50 |
| 88 | Sevilla San Jacinto | 20/08/2014 | 21/10/2014 | 62 |
| 89 | Talavera de la Reina | 19/04/2012 | 18/05/2012 | 29 |
| 90 | Tarragona | 02/12/2013 | 12/02/2014 | 72 |
| 91 | Telde | 05/12/2014 | 29/12/2014 | 24 |
| 92 | Terrasa | 10/10/2013 | 11/02/2014 | 124 |
| 93 | Toledo | 29/10/2013 | 20/12/2013 | 52 |
| 94 | Tomelloso | 23/08/2013 | 17/09/2013 | 25 |
| 95 | Torrejón | 29/09/2012 | 16/11/2012 | 48 |
| 96 | Valdemoro | 30/10/2013 | 18/12/2013 | 49 |
| 97 | Valdepeñas | 01/04/2013 | 15/05/2013 | 44 |
| 98 | Valencia I | 03/12/2013 | 26/02/2014 | 85 |
| 99 | Valencia II | 10/09/2014 | 01/11/2014 | 52 |
| 100 | Valladolid | 12/03/2013 | 17/05/2013 | 66 |
| 101 | Velez Málaga | 27/05/2013 | 12/07/2013 | 46 |
| 102 | Vielha | 24/07/2014 | 02/10/2014 | 70 |
| 103 | Viladecans | 24/10/2013 | 05/12/2013 | 42 |
| 104 | Villanueva de la Serena | 24/06/2014 | 22/08/2014 | 59 |
| 105 | Vitoria | 20/07/2013 | 06/09/2013 | 48 |
| 106 | Zafra | 19/05/2014 | 04/07/2014 | 46 |
| 107 | Zamora C.C. | 13/10/2012 | 22/11/2012 | 40 |
| 108 | Zamora I | 25/10/2013 | 22/11/2013 | 28 |

Tabla. 5.13 Tiendas 81 a 108. Plazo de ejecución de proyectos CAD

5.2.6 Datos de encuesta con escala tipo Likert a través de cuestionario adaptativo online

El objeto de estudio es un grupo de personas representativo de la población que se está estudiando, es decir que forman parte del sistema de franquiciado.

Entendemos que no hay sesgo en la población pues el único criterio es que sean franquiciados y se ha elegido a todos con independencia de que mayoritariamente son mujeres, en situación de autoempleo, que es una de las características prevalentes de este modelo de negocio.

Se ha tratado de asegurar el sesgo de no respuesta en la medida que el canal utilizado es el ordenador a través de internet y todos ellos disponen del mismo, incluso con constancia de acceso continuo y diario al mismo por ser la vía de comunicación más utilizada entre franquiciador y franquiciado a través de las cuentas corporativas, conocidas por el entrevistador al ser facilitadas por la empresa para llevar a cabo este muestreo.

El índice de respuesta siguiendo este modelo consideramos que ha sido muy alto, de 101 respuestas sobre un total de 156 solicitudes de respuesta. Por ello también se minimiza la posibilidad de error por bajo índice de muestras. En cualquier caso procede analizar ciertos índices como el Alfa de Cronbach para validar la muestra como veremos posteriormente.

La Botica de los Perfumes
Cuidarse a buen precio es natural
www.laboticadelosperfumes.com

LA BOTICA EN 3D

Visión en 3D de tiendas en fase de proyecto.

Hola Soy Antón Loredo, Director de Expansión, sería de mucha utilidad que puedan responder a estas 4 sencillas preguntas. Gracias de antemano

***Obligatorio**

¿Le parece que mejora la imagen de la empresa y potencia su capacidad innovadora el presentar las tiendas de forma previa en 3D? *

1 2 3 4 5

No mejora nada Mejora y potencia mucho

¿Cree que con el 3D el franquiciado ve más claramente las reformas necesarias en la tienda y será útil para reducir errores en la reforma? *

1 2 3 4 5

Nada Mucho

¿Le parecería útil el 3D para decidir la ubicación del mobiliario con el departamento de diseño? *

1 2 3 4 5

Nada útil Muy útil

¿Cree que si mejora la imagen de la empresa, en cuanto a innovación, se ve beneficiado el franquiciado? *

1 2 3 4 5

Nada Mucho

Enviar

Con la tecnología de Google Forms

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.
[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

Figura 5.110 Cuestionario en GoogleForms de la encuesta con escala tipo Likert.

| | Marca temporal | ¿Le parece que mejor | ¿Cree que con el 3D el | ¿Le parecería útil el 3D | ¿Cree que si mejora la imagen de |
|----|--------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| 1 | 10/6/2015 18:34:47 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 2 | 10/6/2015 18:35:41 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| 3 | 10/6/2015 18:36:29 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 4 | 10/6/2015 18:39:24 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | 10/6/2015 18:39:41 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| 6 | 10/6/2015 18:39:48 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| 7 | 10/6/2015 18:40:40 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| 8 | 10/6/2015 18:41:23 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| 9 | 10/6/2015 18:42:39 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 10 | 10/6/2015 18:43:19 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 11 | 10/6/2015 18:43:48 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 12 | 10/6/2015 18:45:28 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 13 | 10/6/2015 18:46:10 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 14 | 10/6/2015 18:47:32 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 15 | 10/6/2015 18:48:43 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 16 | 10/6/2015 18:50:01 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 17 | 10/6/2015 18:50:24 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 18 | 10/6/2015 18:50:27 | 4 | 5 | 4 | 4 |
| 19 | 10/6/2015 18:51:25 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 20 | 10/6/2015 18:51:48 | 5 | 5 | 5 | 3 |
| 21 | 10/6/2015 18:52:03 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 22 | 10/6/2015 18:56:30 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| 23 | 10/6/2015 18:57:12 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 24 | 10/6/2015 18:57:13 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 25 | 10/6/2015 18:58:04 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 26 | 10/6/2015 19:09:40 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 27 | 10/6/2015 19:10:51 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 28 | 10/6/2015 19:14:04 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 29 | 10/6/2015 19:17:21 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 30 | 10/6/2015 19:18:24 | 4 | 3 | 4 | 2 |
| 31 | 10/6/2015 19:27:21 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 32 | 10/6/2015 19:31:17 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 33 | 10/6/2015 19:38:35 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 34 | 10/6/2015 19:40:06 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 35 | 10/6/2015 20:00:36 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 36 | 10/6/2015 20:09:25 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 37 | 10/6/2015 20:12:19 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| 38 | 10/6/2015 20:14:52 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 39 | 10/6/2015 20:18:22 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 40 | 10/6/2015 20:37:16 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| 41 | 10/6/2015 21:19:38 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| 42 | 10/6/2015 22:52:23 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 43 | 10/6/2015 22:53:05 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| 44 | 10/7/2015 7:54:37 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| 45 | 10/7/2015 9:03:56 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 46 | 10/7/2015 9:23:43 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| 47 | 10/7/2015 9:35:36 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| 48 | 10/7/2015 9:36:30 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| 49 | 10/7/2015 10:07:09 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 50 | 10/7/2015 10:23:06 | 5 | 4 | 5 | 5 |

Tabla 5.14 Resultados registros 1 al 50 de la encuesta con escala tipo Likert.

| | Marca temporal | ¿Le parece que mej | ¿Cree que con el 3D el | ¿Le parecería útil el 3D | ¿Cree que si mejora la imagen de |
|-----|---------------------|--------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| 51 | 10/7/2015 10:30:05 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 52 | 10/7/2015 10:32:39 | 4 | 3 | 4 | 5 |
| 53 | 10/7/2015 10:33:32 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 54 | 10/7/2015 10:37:19 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| 55 | 10/7/2015 10:52:03 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 56 | 10/7/2015 10:56:16 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 57 | 10/7/2015 10:58:09 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 58 | 10/7/2015 10:58:50 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 59 | 10/7/2015 11:14:47 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| 60 | 10/7/2015 15:12:46 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 61 | 10/7/2015 16:42:11 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 62 | 10/7/2015 17:12:01 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 63 | 10/7/2015 18:18:52 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 64 | 10/7/2015 19:11:59 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 65 | 10/7/2015 20:21:46 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| 66 | 10/8/2015 9:26:00 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 67 | 10/8/2015 12:15:39 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| 68 | 10/8/2015 12:29:50 | 5 | 5 | 5 | 3 |
| 69 | 10/8/2015 16:34:01 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 70 | 10/8/2015 17:44:28 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 71 | 10/13/2015 9:36:42 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| 72 | 10/13/2015 14:09:08 | 5 | 3 | 5 | 5 |
| 73 | 10/13/2015 14:15:28 | 2 | 4 | 3 | 2 |
| 74 | 10/13/2015 15:16:29 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 75 | 10/13/2015 15:55:14 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 76 | 10/13/2015 16:17:12 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 77 | 10/13/2015 17:23:56 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 78 | 10/13/2015 18:17:02 | 4 | 3 | 4 | 2 |
| 79 | 10/13/2015 19:27:05 | 4 | 3 | 4 | 2 |
| 80 | 10/13/2015 19:37:55 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| 81 | 10/14/2015 9:32:52 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 82 | 10/14/2015 10:02:21 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 83 | 10/14/2015 10:45:28 | 4 | 3 | 4 | 2 |
| 84 | 10/14/2015 10:49:34 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 85 | 10/15/2015 11:09:22 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 86 | 10/15/2015 12:19:58 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 87 | 10/15/2015 12:39:00 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 88 | 10/15/2015 12:48:10 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 89 | 10/15/2015 13:08:17 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| 90 | 10/15/2015 13:24:57 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| 91 | 10/15/2015 13:28:51 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 92 | 10/16/2015 13:43:50 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 93 | 10/16/2015 13:49:32 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 94 | 10/17/2015 14:09:36 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 95 | 10/17/2015 14:29:45 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| 96 | 10/18/2015 10:19:25 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 97 | 10/19/2015 11:39:32 | 5 | 4 | 3 | 4 |
| 98 | 10/19/2015 12:59:11 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 99 | 10/19/2015 17:09:52 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 100 | 10/19/2015 18:19:13 | 4 | 3 | 5 | 3 |
| 101 | 10/20/2015 13:09:00 | 4 | 3 | 3 | 1 |

Tabla 5.15. Resultados registros 51 al 101 de la encuesta con escala tipo Likert.

Capítulo VI

RESULTADOS. ANÁLISIS DE DATOS

Resumen: En este capítulo se detalla cómo se desarrollan cálculos con los datos de campo que hemos obtenido y explicado en el capítulo anterior, se explican las operaciones realizadas y se justifican por partidas. Tendremos de este modo un estudio principal de regresión para CAD/BIM y un estudio complementario con una encuesta con escala tipo Likert.

Los cálculos a exponer con los datos de campo indicados en el capítulo V se basan en la necesidad de justificar la inversión en medios BIM respecto a medios tradicionales CAD. Esto se llevará a cabo mediante el correspondiente análisis ROI. Previamente procesamos algunos datos de tiempo de la fase de medición, del mismo modo tiempos de la fase de procesado y les aportamos un coste en función de la siguiente estimación.

| Población | Distancia en Km (I/V) | Coste Viaje | Coste alojamiento | Manutención | SUBTOTAL |
|--|---------------------------|-------------|-------------------|-------------|-----------------|
| Almadén PETITE | 386 | 60,22 | 65 | 58 | 183,22 |
| Arenas de San Pedro (PETITE) | 464 | 72,38 | 60 | 65 | 197,38 |
| Azuqueca de Henares | 792 | 123,55 | 50 | 76 | 249,55 |
| Castuera PETITE | 188 | 29,33 | 0 | 36 | 65,33 |
| Griñon (PETITE) | 654 | 102,02 | 70 | 89 | 261,02 |
| Humanes de Madrid PETITE | 656 | 102,34 | 50 | 59 | 211,34 |
| LA FELGUERA | 1168 | 182,21 | 80 | 85 | 347,21 |
| Mallorca II | Madrid - Vuelo - Alquiler | 576,08 | 110 | 105 | 791,08 |
| MANZANARES (PETITE) | 614 | 95,78 | 45 | 42 | 182,78 |
| Soria | 34 | 5,30 | 68 | 81 | 154,30 |
| Campo de Criptana (PETITE) | 826 | 128,86 | 57 | 78 | 263,86 |
| Villafranca de los Barros | 92 | 14,35 | 0 | 15 | 29,35 |
| Cambados | 1470 | 229,32 | 82 | 94 | 405,32 |
| TOTAL | | | | | 3.341,74 |
| Gastos medios por operación de medición | | | | | 257,06 |
| Costes laborales estimados técnico día | | | | | 204,54 |
| (Coste jornada + dietas) | | | | | |
| GASTOS MEDIOS POR OPERACIÓN DE MEDICIÓN | | | | | 461,60 |

Tabla 6.1 Gastos medios por operación de medición.

Estimamos que los costes de trabajos de medición tienen unos costes horarios extra y por tanto distintos a los costes horarios de los trabajos de procesado.

6.1 Presentación de los resultados

En los apartados siguientes se presentaran diferentes tablas y figuras con el contenido del análisis descriptivo de cada proyecto y los cálculos aplicados sobre ellos.

De esta forma tendremos en primer lugar tiempos y coste franquiciador de cada uno de ellos diferenciando entre los trabajos de medición, con un coste horario resultado de la tabla anterior considerando que la jornada laboral tiene en condiciones normales 8 h, resultando un coste hora de 57,70 euros. Para los trabajos de procesado se ha considerado un coste horario estimado de operario de 17,05 euros ya que no imputamos sobre estos trabajos los costes extra de desplazamientos, dietas, viajes y demás costes propios de salir del centro de trabajo a otra población.

En los apartados siguientes en los que hacemos referencia a los resultados del análisis descriptivo presentamos por un lado los datos relativos al cálculo de tiempos y costes cuando trabajamos en un entorno de proyectos tipo CAD o cuando lo hacemos cuando aplicamos BIM-3D. También se presentan gráficos de sector con los porcentajes de tiempo dedicado a cada proceso o actividad de los proyectos que forman la muestra.

Respecto a la presentación de los datos del análisis descriptivo de los tiempos de toma de decisión y de ejecución de los proyectos se proponen las operaciones estadísticas de análisis mediante regresión múltiple.

Por último se exponen los análisis realizados sobre los datos de la encuesta con escala tipo Likert.

6.2 Resultado del análisis descriptivo

6.2.1 Sistema Convencional – CAD / Sistema BIM- 3D- Fotogrametría

Representamos a continuación las tablas de cada proyecto con su coste franquiciador por actividades y en función de las técnicas seguidas en el proceso. Lo que aparece en las tablas como “sistema tradicional” hace referencia en nuestra investigación a técnicas de recogida de datos y procesados pensados para proyectos bajo protocolo CAD.

| LOCALIDAD TIENDA | ALMADÉN | |
|--|------------------------|----------------------------|
| SISTEMA TRADICIONAL | | |
| <u>ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION)</u> | <u>TIEMPO EMPLEADO</u> | <u>COSTE FRANQUICIADOR</u> |
| | Coste medio / h | 57,70 |
| Medición m2 zona de ventas | 0:30:00 | 28,85 |
| Medición ml Fachada con alturas | 0:34:48 | 33,47 |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:19:12 | 18,46 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:13:48 | 13,27 |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:09:36 | 9,23 |
| | 1:47:24 | 103,28 |
| | Coste medio / h | 17,05 |
| <u>ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS</u> | | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:30:00 | 42,63 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:50:24 | 14,32 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:40:48 | 11,59 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:29:23 | 8,35 |
| Especificaciones técnicas | 0:25:12 | 7,16 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:18:01 | 22,17 |
| | 6:13:48 | 106,22 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:01:12 | 209,50 |

Tabla 6.2. Tiempos y costes proceso CAD proyecto Almadén.

| LOCALIDAD TIENDA | | ARENAS DE SAN PEDRO | |
|---|-----------------|---------------------|--|
| SISTEMA TRADICIONAL | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición m2 zona de ventas | 0:31:10 | 29,97 | |
| Medición ml Fachada con alturas | 0:34:14 | 32,92 | |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:19:42 | 18,94 | |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:14:23 | 13,83 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:10:17 | 9,89 | |
| | 1:49:46 | 105,56 | |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo y entrevistas telefónicas a los técnicos anteriores.</i> | | | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | Coste medio / h | 17,05 | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | | | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:48:02 | 47,75 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:49:17 | 14,00 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:42:38 | 12,11 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:28:14 | 8,02 | |
| Especificaciones técnicas | 0:27:04 | 7,69 | |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:22:49 | 23,53 | |
| | 6:38:04 | 113,12 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:27:50 | 218,68 | |

Tabla.6.3 Tiempos y costes proceso CAD proyecto Arenas de San Pedro

| LOCALIDAD TIENDA | | AZUQUECA DE HENARES | |
|---|-----------------|---------------------|--|
| SISTEMA TRADICIONAL | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición m2 zona de ventas | 0:27:03 | 26,01 | |
| Medición ml Fachada con alturas | 0:33:12 | 31,93 | |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:21:01 | 20,21 | |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:14:25 | 13,86 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:12:06 | 11,64 | |
| | 1:47:47 | 103,65 | |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo y entrevistas telefónicas a los técnicos anteriores.</i> | | | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | Coste medio / h | 17,05 | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | | | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:38:24 | 45,01 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:43:19 | 12,31 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:38:56 | 11,06 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:22:52 | 6,50 | |
| Especificaciones técnicas | 0:23:22 | 6,64 | |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:25:29 | 24,29 | |
| | 6:12:22 | 105,81 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:00:09 | 209,47 | |

Tabla 6.4 Tiempos y costes proceso CAD proyecto Azuqueca de Henares

| LOCALIDAD TIENDA | | CASTUERA | |
|---|-----------------|---------------------|--|
| SISTEMA TRADICIONAL | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición m2 zona de ventas | 0:23:49 | 22,90 | |
| Medición ml Fachada con alturas | 0:28:52 | 27,76 | |
| Medición m2 de cristaleras/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:22:35 | 21,72 | |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:19:13 | 18,48 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:10:12 | 9,81 | |
| | 1:44:41 | 100,67 | |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo y entrevistas telefónicas a los técnicos anteriores.</i> | | | |
| | Coste medio / h | 17,05 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | | | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:36:38 | 44,51 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:33:39 | 9,56 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:35:24 | 10,06 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:21:04 | 5,99 | |
| Especificaciones técnicas | 0:22:49 | 6,48 | |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:20:25 | 22,85 | |
| | 5:49:59 | 99,45 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 7:34:40 | 200,12 | |

Tabla 6.5 Tiempos y costes proceso CAD proyecto Castuera.

| LOCALIDAD TIENDA | | GRIÑÓN | |
|---|-----------------|---------------------|--|
| SISTEMA TRADICIONAL | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición m2 zona de ventas | 0:27:02 | 26,00 | |
| Medición ml Fachada con alturas | 0:37:45 | 36,30 | |
| Medición m2 de cristaleras/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:12:37 | 12,13 | |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:07:09 | 6,88 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:09:10 | 8,82 | |
| | 1:33:43 | 90,12 | |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo y entrevistas telefónicas a los técnicos anteriores.</i> | | | |
| | Coste medio / h | 17,05 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | | | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:36:03 | 44,34 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:49:12 | 13,98 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:42:01 | 11,94 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:27:11 | 7,72 | |
| Especificaciones técnicas | 0:24:06 | 6,85 | |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:13:51 | 20,99 | |
| | 6:12:24 | 105,82 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 7:46:07 | 195,95 | |

Tabla 6.6 Tiempos y costes proceso CAD proyecto Griñón.

| LOCALIDAD TIENDA | | HUMANES DE MADRID | |
|---|-----------------|---------------------|--|
| SISTEMA TRADICIONAL | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición m2 zona de ventas | 0:28:10 | 27,09 | |
| Medición ml Fachada con alturas | 0:42:02 | 40,42 | |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:19:15 | 18,51 | |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:05:32 | 5,32 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:08:45 | 8,41 | |
| | 1:43:44 | 99,76 | |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo y entrevistas telefónicas a los técnicos anteriores.</i> | | | |
| | Coste medio / h | 17,05 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | | | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:39:56 | 45,45 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:56:32 | 16,06 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:49:24 | 14,04 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:23:12 | 6,59 | |
| Especificaciones técnicas | 0:23:10 | 6,58 | |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:18:05 | 22,19 | |
| | 6:30:19 | 110,91 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:14:03 | 210,67 | |

Tabla 6.7 Tiempos y costes proceso CAD proyecto Humanes de Madrid

| LOCALIDAD TIENDA | | LA FELGUERA | |
|---|-----------------|---------------------|--|
| SISTEMA TRADICIONAL | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición m2 zona de ventas | 0:24:12 | 23,27 | |
| Medición ml Fachada con alturas | 0:25:34 | 24,59 | |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:18:32 | 17,82 | |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:13:54 | 13,37 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:10:28 | 10,07 | |
| | 1:32:40 | 89,11 | |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo y entrevistas telefónicas a los técnicos anteriores.</i> | | | |
| | Coste medio / h | 17,05 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | | | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:41:18 | 45,84 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:57:23 | 16,31 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:50:21 | 14,31 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:24:12 | 6,88 | |
| Especificaciones técnicas | 0:24:45 | 7,03 | |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:09:23 | 19,72 | |
| | 6:27:22 | 110,08 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:00:02 | 199,19 | |

Tabla 6.8 Tiempos y costes proceso CAD proyecto La Felguera.

| LOCALIDAD TIENDA | | MALLORCA II | |
|---|-----------------|---------------------|--|
| SISTEMA TRADICIONAL | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición m2 zona de ventas | 0:36:21 | 34,96 | |
| Medición ml Fachada con alturas | 0:30:02 | 28,88 | |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:21:06 | 20,29 | |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:12:32 | 12,05 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:13:07 | 12,61 | |
| | 1:53:08 | 108,80 | |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo y entrevistas telefónicas a los técnicos anteriores.</i> | | | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | Coste medio / h | 17,05 | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | | | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:54:32 | 49,60 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:59:21 | 16,87 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:56:12 | 15,97 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:27:53 | 7,92 | |
| Especificaciones técnicas | 0:22:26 | 6,37 | |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:15:32 | 21,46 | |
| | 6:55:56 | 118,19 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:49:04 | 226,99 | |

Tabla 6.9 Tiempos y costes proceso CAD proyecto Mallorca II

| LOCALIDAD TIENDA | | MANZANARES | |
|---|-----------------|---------------------|--|
| SISTEMA TRADICIONAL | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición m2 zona de ventas | 0:28:34 | 27,47 | |
| Medición ml Fachada con alturas | 0:32:12 | 30,97 | |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:21:58 | 21,12 | |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:18:23 | 17,68 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:11:59 | 11,52 | |
| | 1:53:06 | 108,76 | |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo y entrevistas telefónicas a los técnicos anteriores.</i> | | | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | Coste medio / h | 17,05 | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | | | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:40:02 | 45,48 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:57:23 | 16,31 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:49:34 | 14,09 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:26:21 | 7,49 | |
| Especificaciones técnicas | 0:22:09 | 6,29 | |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:16:21 | 21,70 | |
| | 6:31:50 | 111,35 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:24:56 | 220,11 | |

Tabla 6.10 Tiempos y costes proceso CAD proyecto Manzanares.

| LOCALIDAD TIENDA | | SORIA | |
|---|-----------------|---------------------|--|
| SISTEMA TRADICIONAL | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición m2 zona de ventas | 0:46:24 | 44,62 | |
| Medición ml Fachada con alturas | 0:49:02 | 47,15 | |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:28:20 | 27,25 | |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:15:01 | 14,44 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:12:34 | 12,08 | |
| | 2:31:21 | 145,55 | |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo y entrevistas telefónicas a los técnicos anteriores.</i> | | | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | Coste medio / h | 17,05 | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | | | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 3:12:34 | 54,72 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 1:10:12 | 19,95 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:45:37 | 12,96 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:34:42 | 9,86 | |
| Especificaciones técnicas | 0:26:43 | 7,59 | |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:26:23 | 24,55 | |
| | 7:36:11 | 129,63 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 10:07:32 | 275,18 | |

Tabla 6.11. Tiempos y costes proceso CAD proyecto Soria.

| LOCALIDAD TIENDA | | CAMPO DE CRIPTANA | |
|---|-----------------|---------------------|--|
| SISTEMA TRADICIONAL | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición m2 zona de ventas | 0:24:21 | 23,42 | |
| Medición ml Fachada con alturas | 0:42:12 | 40,58 | |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:20:02 | 19,27 | |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:12:21 | 11,88 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:10:34 | 10,16 | |
| | 1:49:30 | 105,30 | |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo y entrevistas telefónicas a los técnicos anteriores.</i> | | | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | Coste medio / h | 17,05 | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | | | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:15:21 | 38,46 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:35:21 | 10,05 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:29:14 | 8,31 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:18:54 | 5,37 | |
| Especificaciones técnicas | 0:21:15 | 6,04 | |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:19:28 | 22,58 | |
| | 5:19:33 | 90,81 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 7:09:03 | 196,11 | |

Tabla 6.12. Tiempos y costes proceso CAD proyecto Campo de Criptana.

| LOCALIDAD TIENDA | | VILLAFRANCA DE LOS BARROS | |
|--|-----------------|---------------------------|--|
| SISTEMA TRADICIONAL | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición m2 zona de ventas | 0:22:34 | 21,70 | |
| Medición ml Fachada con alturas | 0:25:53 | 24,89 | |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:12:13 | 11,75 | |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:22:59 | 22,10 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:09:24 | 9,04 | |
| | 1:33:03 | 89,48 | |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo y entrevistas telefónica a los técnicos anteriores.</i> | | | |
| | Coste medio / h | 17,05 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | | | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:38:34 | 45,06 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:55:23 | 15,74 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:46:43 | 13,28 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:25:02 | 7,11 | |
| Especificaciones técnicas | 0:20:04 | 5,70 | |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:12:01 | 20,46 | |
| | 6:17:47 | 107,35 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 7:50:50 | 196,84 | |

Tabla 6.13 Tiempos y costes proceso CAD proyecto Villafranca de los Barros.

| LOCALIDAD TIENDA | | CAMBADOS | |
|--|-----------------|---------------------|--|
| SISTEMA TRADICIONAL | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición m2 zona de ventas | 0:30:31 | 29,35 | |
| Medición ml Fachada con alturas | 0:39:29 | 37,97 | |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:12:38 | 12,15 | |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:40:27 | 38,90 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:10:45 | 10,34 | |
| | 2:13:50 | 128,70 | |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo y entrevistas telefónica a los técnicos anteriores.</i> | | | |
| | Coste medio / h | 17,05 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | | | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:45:00 | 46,89 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:56:02 | 15,92 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:46:03 | 13,09 | |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:24:03 | 6,83 | |
| Especificaciones técnicas | 0:19:21 | 5,50 | |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:15:23 | 21,42 | |
| | 6:25:52 | 109,65 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:39:42 | 238,35 | |

Tabla 6.14. Tiempos y costes proceso CAD proyecto Cambados

| LOCALIDAD TIENDA | ALMADÉN | |
|--|-----------------|---------------------|
| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRÍA | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR |
| | Coste medio / h | 57,70 |
| Medición zona de ventas del local. | 0:21:36 | 20,77 |
| Medición ml fachada y alturas | 0:15:00 | 14,42 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:12:37 | 12,13 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:10:46 | 10,35 |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:06:33 | 6,30 |
| Elaboración del croquis (Puntos control) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:10:12 | 9,81 |
| | 1:16:44 | 73,79 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | |
| | Coste medio / h | 17,05 |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | 0:09:00 | 2,56 |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:48:04 | 47,76 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:11:57 | 3,40 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:27:09 | 7,72 |
| Especificaciones técnicas | 0:25:15 | 7,18 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:20:59 | 5,96 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:12:38 | 3,59 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:10:46 | 3,06 |
| | 4:45:48 | 81,21 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 6:02:32 | 155,01 |

Tabla 6.15 Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Almadén.

| LOCALIDAD TIENDA | ARENAS DE SAN PEDRO | |
|--|---------------------|---------------------|
| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRÍA | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR |
| | Coste medio / h | 57,70 |
| Medición zona de ventas del local. | 0:22:48 | 21,93 |
| Medición ml fachada y alturas | 0:13:26 | 12,92 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:11:26 | 10,99 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:14:27 | 13,90 |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos) | 0:07:15 | 6,97 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos | 0:11:29 | 11,04 |
| | 1:20:51 | 77,75 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | |
| | Coste medio / h | 17,05 |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | 0:00:00 | 0,00 |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 3:12:34 | 54,72 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:24:07 | 6,85 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:29:23 | 8,35 |
| Especificaciones técnicas | 0:22:59 | 6,53 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:19:34 | 5,56 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:15:03 | 4,28 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:13:43 | 3,90 |
| | 5:17:23 | 90,19 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 6:38:14 | 167,94 |

Tabla 6.16 Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Arenas de San Pedro.

| LOCALIDAD TIENDA | | AZUQUECA DE HENARES | |
|--|-----------------|---------------------|---------------|
| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRÍA | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición zona de ventas del local. | 0:18:02 | 17,34 | |
| Medición ml fachada y alturas | 0:13:43 | 13,19 | |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:11:20 | 10,90 | |
| Medición de otras estancias del local. | 0:13:57 | 13,42 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elem | 0:09:08 | 8,78 | |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos | 0:12:36 | 12,12 | |
| | 1:18:46 | 75,75 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | Coste medio / h | 17,05 |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | | | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | 0:00:00 | 0,00 | |
| Implantar bloque de medicion 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:51:03 | 48,61 | |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:23:28 | 6,67 | |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:42:08 | 11,97 | |
| Especificaciones técnicas | 0:24:38 | 7,00 | |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:19:11 | 5,45 | |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:15:40 | 4,45 | |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:15:18 | 4,35 | |
| | 5:11:26 | 88,50 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | | 6:30:12 | 164,25 |

Tabla 6.17 Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Azuqueca de Henares.

| LOCALIDAD TIENDA | | CASTUERA | |
|--|-----------------|---------------------|---------------|
| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRÍA | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición zona de ventas del local. | 0:17:21 | 16,68 | |
| Medición ml fachada y alturas | 0:12:01 | 11,56 | |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:13:23 | 12,87 | |
| Medición de otras estancias del local. | 0:13:57 | 13,42 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elem | 0:07:56 | 7,63 | |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos | 0:12:06 | 11,64 | |
| | 1:16:44 | 73,79 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | Coste medio / h | 17,05 |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | | | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | 0:06:00 | 1,71 | |
| Implantar bloque de medicion 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:42:03 | 46,05 | |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:18:02 | 5,12 | |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:34:49 | 9,89 | |
| Especificaciones técnicas | 0:21:23 | 6,08 | |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:16:48 | 4,77 | |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:14:23 | 4,09 | |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:16:40 | 4,74 | |
| | 4:50:08 | 82,45 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | | 6:06:52 | 156,24 |

Tabla. 6.18 Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Castuera.

| LOCALIDAD TIENDA | | GRIÑÓN | |
|--|-----------------|---------------------|-------|
| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRÍA | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición zona de ventas del local. | 0:22:43 | 21,85 | |
| Medición ml fachada y alturas | 0:18:08 | 17,44 | |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:08:24 | 8,08 | |
| Medición de otras estancias del local. | 0:06:03 | 5,82 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elem | 0:06:38 | 6,38 | |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos | 0:09:41 | 9,31 | |
| | 1:11:37 | 68,87 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | Coste medio / h | 17,05 |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | | | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | | 0,00 | |
| Implantar bloque de medicion 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:40:14 | 45,53 | |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:11:25 | 3,24 | |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:25:58 | 7,38 | |
| Especificaciones técnicas | 0:23:29 | 6,67 | |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:19:27 | 5,53 | |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:13:49 | 3,93 | |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:11:29 | 3,26 | |
| | 4:25:51 | 75,55 | |
| | | | |
| | | | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 5:37:28 | 144,42 | |

Tabla 6.19 Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Griñón.

| LOCALIDAD TIENDA | | HUMANES DE MADRID | |
|--|-----------------|---------------------|-------|
| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRÍA | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición zona de ventas del local. | 0:25:34 | 24,59 | |
| Medición ml fachada y alturas | 0:26:36 | 25,58 | |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:17:32 | 16,86 | |
| Medición de otras estancias del local. | 0:05:43 | 5,50 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elem | 0:05:35 | 5,37 | |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos | 0:10:02 | 9,65 | |
| | 1:31:02 | 87,54 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | Coste medio / h | 17,05 |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | | | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | | 0,00 | |
| Implantar bloque de medicion 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:34:23 | 43,87 | |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:12:03 | 3,42 | |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:22:04 | 6,27 | |
| Especificaciones técnicas | 0:22:57 | 6,52 | |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:20:03 | 5,70 | |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:14:05 | 4,00 | |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:12:08 | 3,45 | |
| | 4:17:43 | 73,23 | |
| | | | |
| | | | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 5:48:45 | 160,78 | |

Tabla 6.20 Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Humanes de Madrid.

| LOCALIDAD TIENDA | | LA FELGUERA | |
|--|--|-----------------|---------------------|
| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRÍA | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR |
| | | Coste medio / h | 57,70 |
| Medición zona de ventas del local. | | 0:23:12 | 22,31 |
| Medición ml fachada y alturas | | 0:19:23 | 18,64 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | | 0:16:45 | 16,11 |
| Medición de otras estancias del local. | | 0:09:49 | 9,44 |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elem | | 0:06:09 | 5,91 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos | | 0:11:00 | 10,58 |
| | | 1:26:18 | 82,99 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | Coste medio / h | 17,05 |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | | | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | | | 0,00 |
| Implantar bloque de medicion 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | | 2:23:45 | 40,85 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | | 0:11:19 | 3,22 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | | 0:23:51 | 6,78 |
| Especificaciones técnicas | | 0:21:54 | 6,22 |
| Elaboración de MODELO 3D | | 0:20:24 | 5,80 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | | 0:15:21 | 4,36 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | | 0:13:25 | 3,81 |
| | | 4:09:59 | 71,04 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | | 5:36:17 | 154,03 |

Tabla 6.21 Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto La Felguera.

| LOCALIDAD TIENDA | | MALLORCA II | |
|--|--|-----------------|---------------------|
| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRÍA | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR |
| | | Coste medio / h | 57,70 |
| Medición zona de ventas del local. | | 0:28:32 | 27,44 |
| Medición ml fachada y alturas | | 0:25:42 | 24,71 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | | 0:17:23 | 16,72 |
| Medición de otras estancias del local. | | 0:10:21 | 9,95 |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elem | | 0:11:33 | 11,11 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos | | 0:10:55 | 10,50 |
| | | 1:44:26 | 100,43 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | Coste medio / h | 17,05 |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | | | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | | | 0,00 |
| Implantar bloque de medicion 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | | 2:34:21 | 43,86 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | | 0:12:22 | 3,51 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | | 0:23:50 | 6,77 |
| Especificaciones técnicas | | 0:22:12 | 6,31 |
| Elaboración de MODELO 3D | | 0:24:33 | 6,98 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | | 0:16:11 | 4,60 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | | 0:12:45 | 3,62 |
| | | 4:26:14 | 75,65 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | | 6:10:40 | 176,08 |

Tabla 6.22 Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Mallorca II.

| LOCALIDAD TIENDA | | MANZANARES | |
|--|-----------------|---------------------|---------------|
| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición zona de ventas del local. | 0:24:21 | 23,42 | |
| Medición ml fachada y alturas | 0:21:03 | 20,24 | |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:14:23 | 13,83 | |
| Medición de otras estancias del local. | 0:08:59 | 8,64 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elem | 0:10:46 | 10,35 | |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos | 0:10:01 | 9,63 | |
| | 1:29:33 | 86,12 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | Coste medio / h | 17,05 |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | | | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | | | 0,00 |
| Implantar bloque de medicion 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:19:25 | | 39,62 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:10:05 | | 2,87 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:21:23 | | 6,08 |
| Especificaciones técnicas | 0:18:45 | | 5,33 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:20:12 | | 5,74 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:14:34 | | 4,14 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:09:52 | | 2,80 |
| | 3:54:16 | | 66,57 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | | 5:23:49 | 152,69 |

Tabla 6.23 Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Manzanares.

| LOCALIDAD TIENDA | | SORIA | |
|--|-----------------|---------------------|---------------|
| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición zona de ventas del local. | 0:30:06 | 28,95 | |
| Medición ml fachada y alturas | 0:31:25 | 30,21 | |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:21:00 | 20,19 | |
| Medición de otras estancias del local. | 0:11:02 | 10,61 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elem | 0:08:49 | 8,48 | |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos | 0:12:01 | 11,56 | |
| | 1:54:23 | 110,00 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | Coste medio / h | 17,05 |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | | | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | 0:00:00 | | 0,00 |
| Implantar bloque de medicion 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 3:15:34 | | 55,57 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:15:56 | | 4,53 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:34:37 | | 9,84 |
| Especificaciones técnicas | 0:26:12 | | 7,45 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:25:32 | | 7,26 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:15:52 | | 4,51 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:20:21 | | 5,78 |
| | 5:34:04 | | 94,93 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | | 7:28:27 | 204,93 |

Tabla 6.24 Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Soria.

| LOCALIDAD TIENDA | | CAMPO DE CRIPTANA | |
|--|-----------------|---------------------|---------------|
| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRÍA | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICIÓN Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición zona de ventas del local. | 0:12:23 | 11,91 | |
| Medición ml fachada y alturas | 0:14:45 | 14,18 | |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:09:27 | 9,09 | |
| Medición de otras estancias del local. | 0:10:12 | 9,81 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elem | 0:07:02 | 6,76 | |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos | 0:09:42 | 9,33 | |
| | 1:03:31 | 61,08 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | Coste medio / h | 17,05 |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | | | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | 0:00:00 | 0,00 | |
| Implantar bloque de medicion 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:12:28 | 37,64 | |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:15:21 | 4,36 | |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:32:25 | 9,21 | |
| Especificaciones técnicas | 0:19:23 | 5,51 | |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:14:27 | 4,11 | |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:13:18 | 3,78 | |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:13:53 | 3,95 | |
| | 4:01:15 | 68,56 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | | 5:04:46 | 129,64 |

Tabla 6.25 Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Campo de Criptana.

| LOCALIDAD TIENDA | | VILLAFRANCA DE LOS BARROS | |
|--|-----------------|---------------------------|---------------|
| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRÍA | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICIÓN Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición zona de ventas del local. | 0:15:21 | 14,76 | |
| Medición ml fachada y alturas | 0:18:59 | 18,26 | |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:14:23 | 13,83 | |
| Medición de otras estancias del local. | 0:11:01 | 10,59 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elem | 0:05:54 | 5,67 | |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos | 0:10:48 | 10,39 | |
| | 1:16:26 | 73,50 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | Coste medio / h | 17,05 |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | | | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | | 0,00 | |
| Implantar bloque de medicion 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:18:21 | 39,31 | |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:10:34 | 3,00 | |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:21:44 | 6,18 | |
| Especificaciones técnicas | 0:19:38 | 5,58 | |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:21:46 | 6,19 | |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:16:12 | 4,60 | |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:13:50 | 3,93 | |
| | 4:02:05 | 68,79 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | | 5:18:31 | 142,29 |

Tabla 6.26 Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Villafranca de los Barros.

| LOCALIDAD TIENDA | | CAMBADOS | |
|--|-----------------|---------------------|---------------|
| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRÍA | | | |
| ACTIVIDAD (MEDICIÓN Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | COSTE FRANQUICIADOR | |
| | Coste medio / h | 57,70 | |
| Medición zona de ventas del local. | 0:18:21 | 17,65 | |
| Medición ml fachada y alturas | 0:30:21 | 29,19 | |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:15:23 | 14,79 | |
| Medición de otras estancias del local. | 0:19:25 | 18,67 | |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 0:09:52 | 9,49 | |
| Elaboración del croquis (Ptos control) Toma datos fotogramétricos | 0:12:40 | 12,18 | |
| | 1:46:02 | 101,97 | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | Coste medio / h | 17,05 |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | | | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | | 0,00 | |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:35:21 | 44,15 | |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:11:23 | 3,23 | |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:22:22 | 6,36 | |
| Especificaciones técnicas | 0:20:12 | 5,74 | |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:22:54 | 6,51 | |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:17:23 | 4,94 | |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:14:28 | 4,11 | |
| | 4:24:03 | 75,03 | |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICIÓN Y PROCESADO | | 6:10:05 | 177,00 |

Tabla 6.27 Tiempos y costes proceso BIM-3D proyecto Cambados.

| Población | Costes en toma de datos / medición | | Diferencia |
|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------|
| | Sistema tradicional | Sistema 3D-BIM - Fotogrametría | |
| Almadén PETITE | 103,28 | 73,79 | 29,49 |
| Arenas de San Pedro (PETITE) | 105,56 | 77,75 | 27,81 |
| Azuqueca de Henares | 103,65 | 75,75 | 27,90 |
| Castuera PETITE | 100,67 | 73,79 | 26,88 |
| Griñón (PETITE) | 90,12 | 68,87 | 21,25 |
| Humanes de Madrid PETITE | 99,76 | 87,54 | 12,21 |
| LA FELGUERA | 89,11 | 82,99 | 6,12 |
| Mallorca II | 108,80 | 100,43 | 8,37 |
| MANZANARES (PETITE) | 108,76 | 86,12 | 22,65 |
| Soria | 145,55 | 110,00 | 35,55 |
| Campo de Criptana (PETITE) | 105,30 | 61,08 | 44,22 |
| Villafranca de los Barros | 89,48 | 73,50 | 15,98 |
| Cambados | 128,70 | 101,97 | 26,73 |
| TOTAL | 1.378,75 | 1.073,58 | 305,17 |
| MEDIA | 106,06 | 82,58 | 23,47 |

Tabla 6.28 Costes resumen de medición CAD/BIM-3D.

| Población | Costes en Procesado | | Diferencia |
|------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|
| | Sistema tradicional | Sistema 3D-BIM - Fotogrametría | |
| Almadén PETITE | 106,22 | 81,21 | 25,01 |
| Arenas de San Pedro (PETITE) | 113,12 | 90,19 | 22,93 |
| Azuqueca de Henares | 105,81 | 88,50 | 17,32 |
| Castuera PETITE | 99,45 | 82,45 | 17,01 |
| Griñon (PETITE) | 105,82 | 75,55 | 30,28 |
| Humanes de Madrid PETITE | 110,91 | 73,23 | 37,68 |
| LA FELGUERA | 110,08 | 71,04 | 39,04 |
| Mallorca II | 118,19 | 75,65 | 42,54 |
| MANZANARES (PETITE) | 111,35 | 66,57 | 44,78 |
| Soria | 129,63 | 94,93 | 34,70 |
| Campo de Criptana (PETITE) | 90,81 | 68,56 | 22,25 |
| Villafranca de los Barros | 107,35 | 68,79 | 38,56 |
| Cambados | 109,65 | 75,03 | 34,62 |
| TOTAL | 1.418,40 | 1.011,70 | 406,70 |
| MEDIA | 109,11 | 77,82 | 31,28 |

Tabla 6.29 Costes resumen de procesado CAD/BIM-3D.

| Población | Total costes toma de datos + procesado | | Diferencia |
|------------------------------|--|--------------------------------|---------------|
| | Sistema tradicional | Sistema 3D-BIM - Fotogrametría | |
| Almadén PETITE | 209,50 | 155,01 | 54,50 |
| Arenas de San Pedro (PETITE) | 218,68 | 167,94 | 50,74 |
| Azuqueca de Henares | 209,47 | 164,25 | 45,22 |
| Castuera PETITE | 200,12 | 156,24 | 43,89 |
| Griñon (PETITE) | 195,95 | 144,42 | 51,53 |
| Humanes de Madrid PETITE | 210,67 | 160,78 | 49,89 |
| LA FELGUERA | 199,19 | 154,03 | 45,16 |
| Mallorca II | 226,99 | 176,08 | 50,91 |
| MANZANARES (PETITE) | 220,11 | 152,69 | 67,42 |
| Soria | 275,18 | 204,93 | 70,25 |
| Campo de Criptana (PETITE) | 196,11 | 129,64 | 66,47 |
| Villafranca de los Barros | 196,84 | 142,29 | 54,54 |
| Cambados | 238,35 | 177,00 | 61,35 |
| TOTAL | 2.797,15 | 2.085,29 | 711,87 |
| MEDIA | 215,17 | 160,41 | 54,76 |

Tabla.6.30 Costes resumen de medición y procesado CAD/BIM-3D.

| Muestreo total de tiendas | | |
|---|------------------------|-------------------|
| SISTEMA TRADICIONAL | | |
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO | Porcentaje |
| Medición m2 zona de ventas | 6:20:11 | 26,52% |
| Medición ml Fachada con alturas | 7:35:17 | 31,76% |
| Medición m2 de cristaleras/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 4:09:11 | 17,38% |
| Medición m2 otras estancias del local | 3:30:07 | 14,66% |
| ml estanterías / lineales / expositor cosmética | 2:18:57 | 9,69% |
| | 23:53:43 | 100,00% |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo y entrevistas telefónicas a los técnicos anteriores.</i> | | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | | Porcentaje |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 34:56:24 | 42,00% |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 11:13:28 | 13,49% |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 9:32:55 | 11,48% |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 5:33:03 | 6,67% |
| Especificaciones técnicas | 5:02:26 | 6,06% |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 16:53:11 | 20,30% |
| | 83:11:27 | 100,00% |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 107:05:10 | |

Tabla 6.31 Porcentajes dedicado por actividades en procesos CAD.



Figura 6.1 Porcentaje de tiempo por actividades medición en proyectos CAD



Figura 6.2 Porcentaje de tiempo por actividades en procesamiento en proyectos CAD

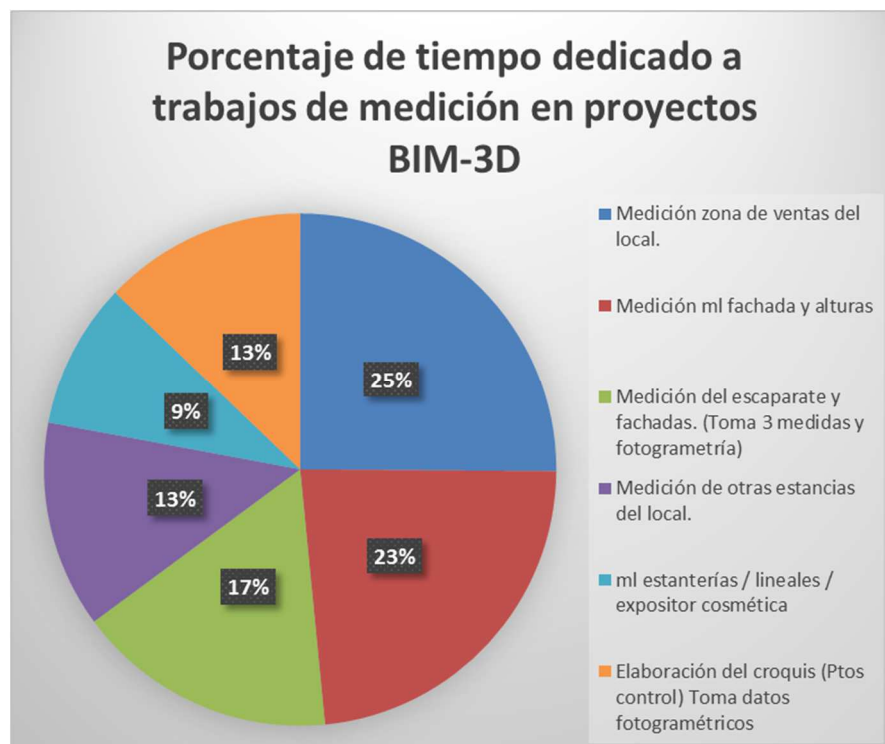


Figura 6.3 Porcentaje de tiempo por actividades medición en proyectos BIM-3D

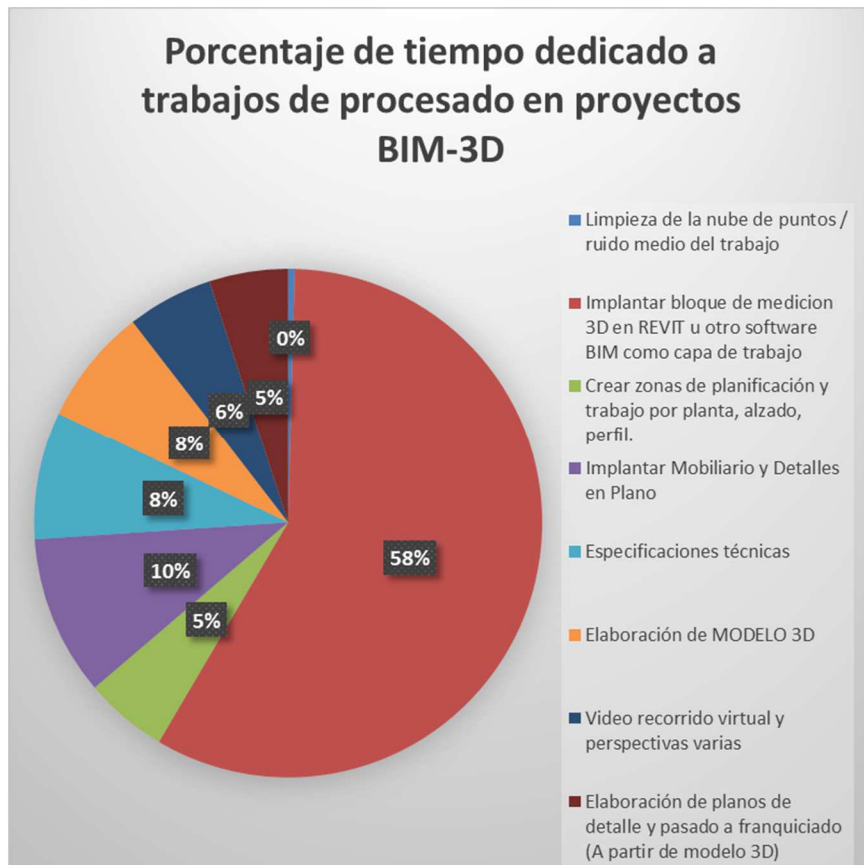


Figura 6.4 Porcentaje de tiempo por actividades en procesado en proyectos BIM-3D

A continuación recogemos los datos relativos a los tiempos de toma de decisión recogidos en el capítulo V en todos los proyectos de las 121 tiendas estudiadas, tanto las que se basan en procesos para entorno CAD, como las que se basan en protocolos para BIM-3D. Los que se recogían en el apartado 5.2.4 de este estudio y que en principio no vamos a analizar por regresión respecto a variables de tamaño de los locales objeto de análisis. Consideramos que el factor de decisión no está en el mismo caso que el factor de ejecución que aparentemente sí puede depender de factores de tamaño de los locales.

Así pues los datos que tenemos de los plazos de toma de decisión de proyectos con protocolo para CAD son los siguientes:

| TIEMPO DE RESPUESTA MEDIO DE FRANQUICIADO EN TOMA DE DECISION | |
|---|-------------|
| Población | |
| Almadén PETITE | 5 |
| Arenas de San Pedro (PETITE) | 0 |
| Azuqueca de Henares | 3 |
| Castuera PETITE | 4 |
| Griñon (PETITE) | 15 |
| Humanes de Madrid PETITE | 6 |
| LA FELGUERA | 15 |
| Mallorca II | 6 |
| MANZANARES (PETITE) | 2 |
| Soria | 12 |
| Campo de Criptana (PETITE) | 4 |
| Villafranca de los Barros | 1 |
| Cambados | 3 |
| MEDIA | 5,85 |

Tabla 6.32 Tiempos toma de decisión de la inversión en proyectos con protocolo BIM-3D

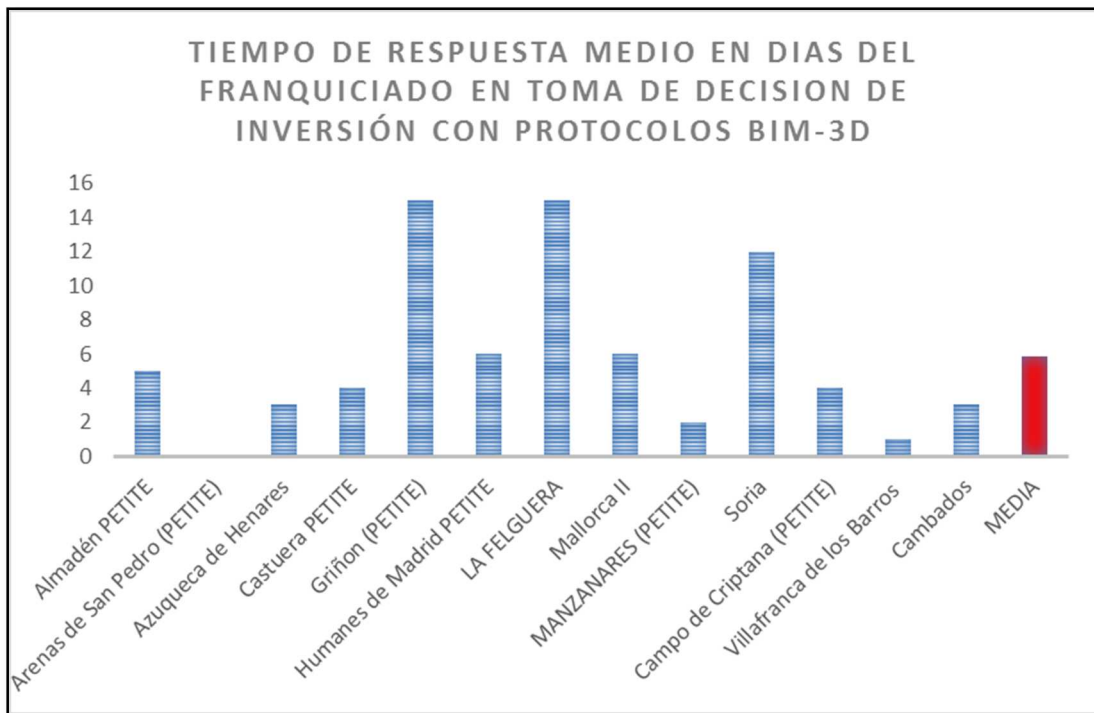


Figura 6.5 Diagrama de tiempos toma de decisión de la inversión en proyectos con protocolo BIM-3D

| TIEMPO DE RESPUESTA MEDIO DE FRANQUICIADO EN TOMA DE DECISION | |
|---|------------|
| Población | |
| A Coruña | 15 |
| A Estrada | 12 |
| Alcazar de San Juan | 5 |
| Alcazar de San Juan II | 7 |
| Alcobendas | 20 |
| Alcorcón | 10 |
| Alcorcón II | 7 |
| Algeciras | NO PROCEDE |
| Almería | 56 |
| Andujar | 23 |
| Aranjuez | 5 |
| Arganzuela | 16 |
| Avila | 6 |
| Badalona | 2 |
| Benidorm | 9 |
| Benidorm II | NO PROCEDE |
| Bilbao | 14 |
| Burgos | 8 |
| Cáceres | 6 |
| Cadiz | NO PROCEDE |
| Calle Alcalá MADRID | 34 |
| Carabanchel | 14 |
| Castellón | 29 |
| Chiclana * | NO PROCEDE |
| Ciudad Real I | 22 |
| Colmenar Viejo | 7 |
| Conil de la Frontera | 2 |
| Dos Hermanas | 7 |
| El Casar | 8 |
| El Vendrell | 7 |
| Ferrol | 8 |
| Figueras | 5 |
| Fuenlabrada | 9 |
| Galapagar | 56 |
| Getxo | 13 |
| Guadalajara C.C. | 7 |
| Hellín | 1 |
| Hospitalet | 6 |
| Huelva | NO PROCEDE |
| Illescas | 14 |
| Jaén | 6 |
| Jerez de la Frontera | NO PROCEDE |
| La Bañeza | 16 |
| Lleida | 1 |
| Logroño | 14 |
| Lorca | NO PROCEDE |
| Los Llanos | 18 |
| Lugo | 14 |
| Madrid Avda. Medit. | 2 |
| Madrid Esparteros | 5 |
| Madrid Marcelo Usera | 12 |
| Madrid Villaverde | 22 |
| Malaga II | NO PROCEDE |

Tabla 6.33 Tiempos toma de decisión de la inversión en proyectos con protocolo CAD (I)

| TIEMPO DE RESPUESTA MEDIO DE FRANQUICIADO EN TOMA DE DECISION | |
|---|------------|
| Marbella | 7 |
| Mataró | 13 |
| Mejorada del Campo | 9 |
| Melilla | 8 |
| Mérida | NO PROCEDE |
| Miranda de Ebro | 5 |
| Montijo | 11 |
| Montilla | 5 |
| Mora | 15 |
| Murcia | NO PROCEDE |
| Olesa de Montserrat | 14 |
| Orihuela | NO PROCEDE |
| Ourense | 8 |
| Padron | 5 |
| Palencia | 10 |
| Pamplona | 11 |
| Peñaranda de Bracamonte | 8 |
| Pilar de la Horadada | 18 |
| Pilar de la Horadada II | 6 |
| Pinto | 11 |
| Pola de Laviana | 18 |
| Pola de Laviana II | 8 |
| Pontevedra | 23 |
| Puerto de Sagunto | 6 |
| Roses | 21 |
| Sabadell | 20 |
| San Sebastian | 11 |
| San Sebastian R. | 7 |
| San Vicente del Raspeig | 12 |
| Santa Cruz Autopista Sur | 6 |
| Santa Cruz de la Palma | 17 |
| Santa Cruz T. 3 de Mayo | 13 |
| Segovia | 6 |
| Sevilla Centro | NO PROCEDE |
| Sevilla San Jacinto | 6 |
| Talavera de la Reina | 12 |
| Tarragona | 17 |
| Telde | 1 |
| Terrasa | 10 |
| Toledo | 12 |
| Tomelloso | 1 |
| Torrejón | 3 |
| Valdemoro | 15 |
| Valdepeñas | 7 |
| Valencia I | 40 |
| Valencia II | 7 |
| Valladolid | 8 |
| Velez Málaga | 8 |
| Vielha | 3 |
| Viladecans | 21 |
| Villanueva de la Serena | 32 |
| Vitoria | 5 |
| Zafra | 5 |
| Zamora C.C. | 7 |
| Zamora I | 4 |

Tabla 6.34 Tiempos toma de decisión de la inversión en proyectos con protocolo CAD (II)

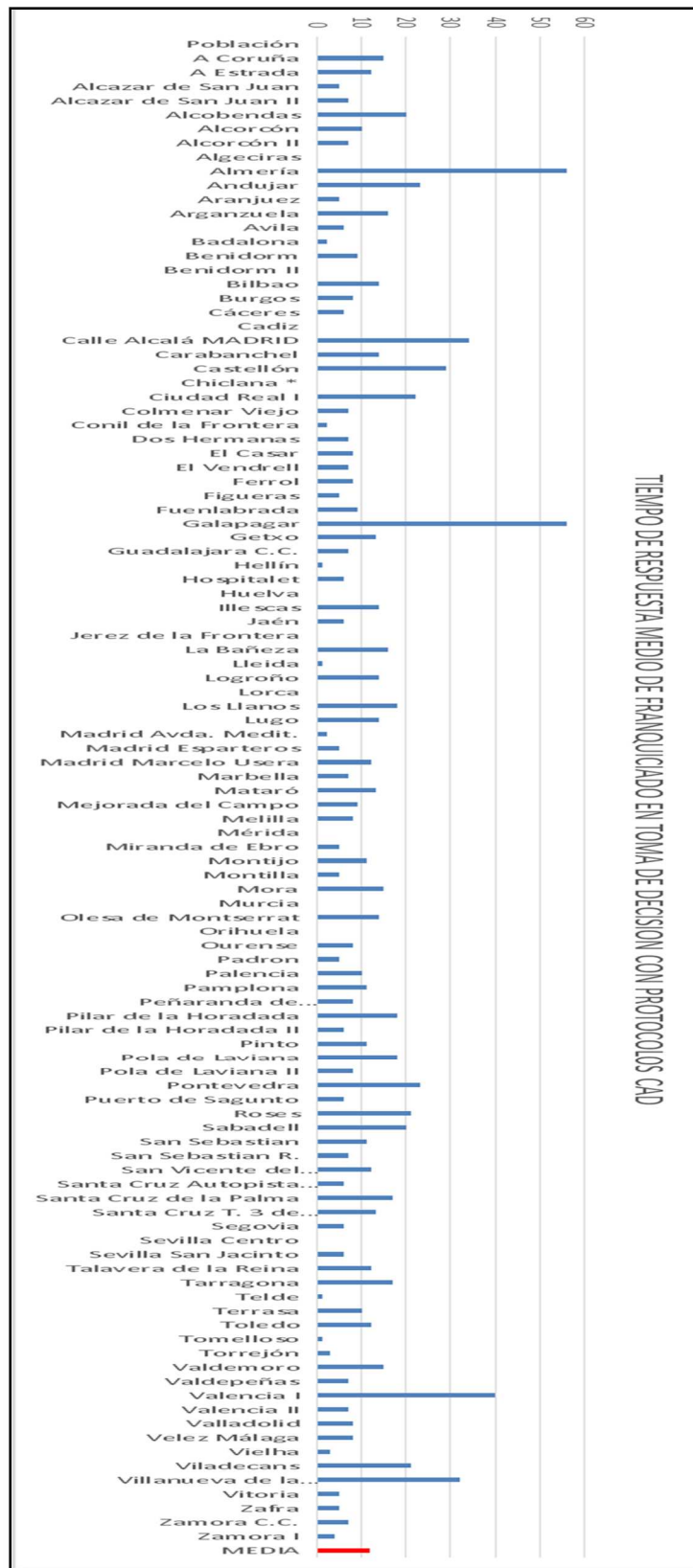


Figura 6.6 Diagrama de tiempos toma de decisión de la inversión en proyectos con protocolo CAD

Según los datos de estas tablas los tiempos medios de respuesta de decisión de la inversión cuando aplicamos protocolos CAD según estas muestras de proyectos se sitúa en 11,83 días.

Analizamos a continuación los datos relativos al plazo de tiempo de reforma e implantación, el que transcurre desde la recepción del proyecto bajo un protocolo CAD y también en proyectos que están basados en un protocolo BIM-3D.

| Plazo de implantación con reforma del local desde recepción del proyecto | |
|--|--------------|
| Población | |
| Almadén PETITE | 35 |
| Arenas de San Pedro (PETITE) | 37 |
| Azuqueca de Henares | 45 |
| Castuera PETITE | 31 |
| Griñon (PETITE) | 34 |
| Humanes de Madrid PETITE | 29 |
| LA FELGUERA | 33 |
| Mallorca II | 39 |
| MANZANARES (PETITE) | 30 |
| Soria | 35 |
| Campo de Criptana (PETITE) | 28 |
| Villafranca de los Barros | 29 |
| Cambados | 23 |
| MEDIA | 32,92 |

Tabla.6.35 Tiempo medio implantación con reforma del local tras recepción proyecto con BIM.

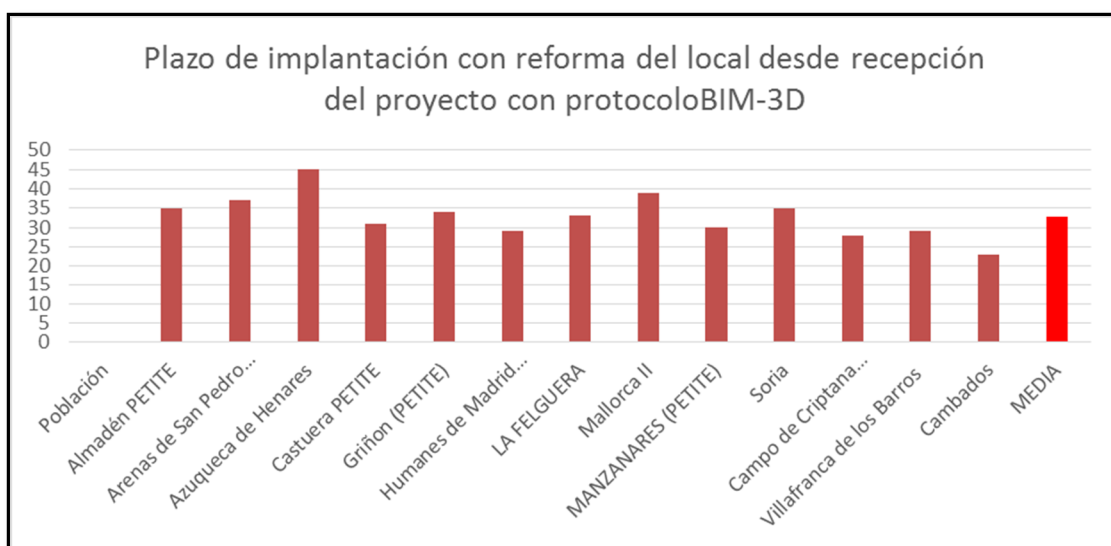


Figura 6.7 Diagrama implantación con reforma del local tras recepción proyecto con protocolo BIM-3D

| Plazo de implantación con reforma del local desde recepción del proyecto | |
|--|-----|
| Población | |
| A Coruña | 73 |
| A Estrada | 68 |
| Alcazar de San Juan | 66 |
| Alcazar de San Juan II | 18 |
| Alcobendas | 52 |
| Alcorcón | 48 |
| Alcorcón II | 55 |
| Algeciras | 48 |
| Almería | 49 |
| Andujar | 74 |
| Aranjuez | 37 |
| Arganzuela | 52 |
| Avila | 84 |
| Badalona | 54 |
| Benidorm | 71 |
| Benidorm II | 55 |
| Bilbao | 66 |
| Burgos | 39 |
| Cáceres | 44 |
| Cádiz | 50 |
| Calle Alcalá MADRID | 59 |
| Carabanchel | 48 |
| Castellón | 55 |
| Chiclana * | 43 |
| Ciudad Real I | 31 |
| Colmenar Viejo | 49 |
| Conil de la Frontera | 74 |
| Dos Hermanas | 31 |
| El Casar | 43 |
| El Vendrell | 76 |
| Ferrol | 56 |
| Figueras | 142 |
| Fuenlabrada | 46 |
| Galapagar | 127 |
| Getxo | 105 |
| Guadalajara C.C. | 48 |
| Hellín | 63 |
| Hospitalet | 65 |
| Huelva | 46 |
| Illescas | 57 |
| Jaén | 58 |
| Jerez de la Frontera | 54 |
| La Bañeza | 58 |
| Lleida | 54 |
| Logroño | 81 |
| Lorca | 50 |
| Los Llanos | 111 |
| Lugo | 87 |
| Madrid Avda. Medit. | 77 |
| Madrid Esparteros | 55 |
| Madrid Marcelo Usera | 50 |
| Madrid Villaverde | 50 |
| Malaga II | 44 |

Tabla 6.36. Tiempos implantación y reforma en proyectos con protocolo CAD (I)

| Plazo de implantación con reforma del local desde recepción del proyecto | |
|--|--------------|
| Marbella | 45 |
| Mataró | 50 |
| Mejorada del Campo | 58 |
| Melilla | 56 |
| Mérida | 69 |
| Miranda de Ebro | 47 |
| Montijo | 63 |
| Montilla | 63 |
| Mora | 56 |
| Murcia | 66 |
| Olesa de Montserrat | 63 |
| Orihuela | 66 |
| Ourense | 53 |
| Padron | 42 |
| Palencia | 76 |
| Pamplona | 38 |
| Peñaranda de Bracamonte | 47 |
| Pilar de la Horadada | 56 |
| Pilar de la Horadada II | 56 |
| Pinto | 97 |
| Pola de Laviana | 59 |
| Pola de Laviana II | 39 |
| Pontevedra | 39 |
| Puerto de Sagunto | 46 |
| Roses | 46 |
| Sabadell | 77 |
| San Sebastian | 88 |
| San Sebastian R. | 49 |
| San Vicente del Raspeig | 61 |
| Santa Cruz Autopista Sur | 42 |
| Santa Cruz de la Palma | 55 |
| Santa Cruz T. 3 de Mayo | 57 |
| Segovia | 57 |
| Sevilla Centro | 50 |
| Sevilla San Jacinto | 62 |
| Talavera de la Reina | 29 |
| Tarragona | 72 |
| Telde | 24 |
| Terrasa | 124 |
| Toledo | 52 |
| Tomelloso | 25 |
| Torrejón | 25 |
| Valdemoro | 49 |
| Valdepeñas | 44 |
| Valencia I | 85 |
| Valencia II | 52 |
| Valladolid | 66 |
| Velez Málaga | 46 |
| Vielha | 70 |
| Viladecans | 42 |
| Villanueva de la Serena | 59 |
| Vitoria | 48 |
| Zafra | 46 |
| Zamora C.C. | 40 |
| Zamora I | 28 |
| MEDIA | 57,56 |

Tabla 6.37 Tiempos implantación y reforma en proyectos con protocolo CAD (II)

Estos tiempos medios de gestión de la reforma en las tiendas o proyectos estudiados deben ser analizados teniendo en cuenta factores como los m² de local, ml de fachada, y demás factores o variables que hemos medido y que son determinantes del tamaño del proyecto. Por lo tanto procede hacer las correcciones oportunas sobre ellos, tanto en los valores referentes al tiempo de implantación con protocolo BIM-3D., como los relativos a la implantación siguiendo protocolos tradicionales CAD, por ello hemos decidido plantear un análisis por regresión múltiple. En lugar de hacer una regresión independiente para cuando aplicamos una opción y otra y compararlas hemos optado por hacer una sola regresión múltiple, creando una nueva variable independiente que denominamos BIM/NO BIM, de forma que determinamos que el valor de esta nueva variable será “0” en aquellos proyectos donde no se ha seguido el protocolo BIM-3D, y será “1” en aquellos que si han aplicado dicho protocolo. Quedando definida los datos que componen la matriz de variables en una tabla con seis variables independientes.

Aplicamos a nuestro estudio parte de las conclusiones de un trabajo (Martinez, 2005) que analiza algunos errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal:

El uso de la covariación entre variables una **Y**, que es la variable dependiente o endógena, y una o varias variables **X** independientes o exógenas, supone en el caso de la regresión lineal, una ecuación lineal (o conjunto de ecuaciones lineales) que exprese la relación entre la variable endógena **Y** las variables exógenas **X**. En nuestro estudio la variable endógena **Y** será el tiempo de adecuación o reforma del local del proyecto objeto de análisis y las diferentes variables independientes serán las descritas en la tabla anterior a la derecha de la variable **Y**, siendo en total 6 variables independientes, desde los m² de la zona de ventas hasta “BIM/NO BIM”, con un significado que explicábamos en el párrafo anterior.

Trataremos de encontrar la línea media que resuma o sintetice la dependencia entre la variable **Y** las **X**, con la doble finalidad práctica de explicación o descripción causal de la variable dependiente y previsión de los valores futuros de **Y** para valores dados de **X**.

Debemos acompañar a esta línea media de alguna medida de dispersión, que demuestre el grado en el que el promedio puede sustituir a las observaciones individuales de las que se obtuvo, de forma que sea posible medir la bondad del ajuste realizado.

Vamos de tratar de considerar R^2 como medida del grado de fiabilidad o bondad del ajuste al conjunto de datos dados, abordando el tema de manera que tratemos de evitar una inadecuada interpretación.

También analizaremos la importancia de trabajar con un número adecuado de grados de libertad o variables.

Vamos a tratar de hacer una breve recapitulación de definiciones para una mejor comprensión e interpretación. De este modo en cuanto al coeficiente de determinación si establecemos la hipótesis de que la relación entre X e Y se describe de la mejor forma por una línea recta.

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$$

A continuación debemos obtener los valores numéricos de los parámetros β_1 y β_2 , que determinan la ecuación lineal concreta que expresa la relación de Y con X :

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_i = b_1 + b_2 X_i$$

Para ello acudimos a métodos de ajuste, básicamente el método de mínimos cuadrados, obteniendo un sistema de dos ecuaciones.

$$\sum_i Y_i = nb_1 + b_2 \sum_i X_i$$

$$\sum_i Y_i X_i = b_1 \sum_i X_i + b_2 \sum_i X_i^2$$

Que permiten estimar los parámetros de la relación.

El carácter de línea “media” que discurre entre las observaciones y que trata de sintetizarlas, que adquiere esta ecuación de regresión, obliga a que se acompañe, como cualquier promedio, de medidas de dispersión que permitan conocer el grado en que la misma puede sustituir a las observaciones de las que se obtuvo.

Así, podemos definir una primera medida de dispersión de las \hat{Y}_i , calculada como la suma media de las desviaciones cuadráticas entre ambas variables, lo que se denomina varianza residual S_e^2 . La diferencia $(Y_i - \hat{Y}_i)$ mide el error (e_i) que

cometemos al “sustituir” el valor observado por el valor estimado o ajustado mediante la regresión. A este error se le denomina también residuo.

Si la varianza presenta valores elevados los residuos son grandes, es decir, la regresión se aleja de los valores observados, por lo que la ecuación será poco representativa.

La varianza es siempre positiva, mayor o igual a cero y como límite superior la varianza de la variable observada.

$$0 \leq S_e^2 \leq S_Y^2$$

Si definimos S_R^2 a la varianza explicada por la regresión, podemos definir una medida de dispersión relativa a la ecuación de regresión, comparando la misma con la varianza total de Y . De esta forma lo que conocemos como coeficiente de determinación lineal se define por la expresión:

$$R^2 = S_R^2 / S_Y^2$$

El coeficiente de determinación es la proporción o porcentaje de variación total en Y respecto a su media, que es explicada por el modelo de regresión.

Es una medida acotada entre 0 y 1. Si $R^2=1$ tendríamos un ajuste lineal perfecto y $R^2=0$ indica la no representatividad del modelo lineal.

De las dos medidas de la bondad del ajuste del modelo lineal, la varianza residual y el coeficiente de determinación, es preferible por gran parte de autores el segundo ya que la primera es una medida de carácter absoluto, en cambio R^2 es una medida adimensional, supuestamente de más fácil cálculo e interpretación, debido a su recorrido acotado entre cero y uno.

Analizaremos pues para ver la bondad que posteriormente nos aporte R^2 dos aspectos que son el tamaño muestral y el número de variables. Ya que R^2 es una función no decreciente del número de variables exógenas o regresoras presentes en el modelo, de esta forma a medida que aumenta el número de variables R^2 también aumenta. Por ello habrá que analizar los grados de libertad del modelo,

definidos como la diferencia entre el número de datos y el número de coeficientes de la ecuación. (pp. 317-327)

Por ello una de las soluciones que nos propone diferente bibliografía al incremento “artificial” del valor de R^2 es proponer un coeficiente de determinación corregido o ajustado. R^2 corregido tiene la propiedad de ser neutral frente a la introducción de variables adicionales. En este sentido como propuesta de validación se propondrá este valor y presentamos cálculos y resultados que los justifican.

Además hacemos un ensayo comparando las variaciones de R^2 y R^2 corregido si tenemos en cuenta dos variables clave como m^2 de la zona de ventas y ml de estanterías+expositores de cosmética y por otro lado si tenemos en cuenta la totalidad de las 6 variables independientes estudiadas.

| Tiempo de Reforma / Apertura | Zona Venta m2 | m estanterías +expositor es cosmética | BIM / NO BIM |
|------------------------------|---------------|---------------------------------------|--------------|
| 73 | 25,86 | 11,3 | 0 |
| 68 | 43,22 | 13,55 | 0 |
| 66 | 46,4 | 15,45 | 0 |
| 18 | 28,72 | 10,25 | 0 |
| 52 | 29,96 | 13,45 | 0 |
| 48 | 38,89 | 11,25 | 0 |
| 55 | 35,04 | 11,25 | 0 |
| 48 | 55,53 | 15,45 | 0 |
| 35 | 24 | 8,5 | 1 |
| 49 | 43,8 | 14,9 | 0 |
| 74 | 37,71 | 13,45 | 0 |
| 37 | 23,13 | 11,15 | 0 |
| 37 | 33,5 | 8,7 | 1 |
| 52 | 35,5 | 14,75 | 0 |
| 84 | 40,44 | 14,45 | 0 |
| 45 | 29 | 11,15 | 1 |
| 54 | 22,37 | 11,55 | 0 |
| 71 | 28,2 | 15,3 | 0 |
| 55 | 44,34 | 15,6 | 0 |
| 66 | 19,99 | 10,4 | 0 |
| 39 | 35,26 | 13,9 | 0 |
| 44 | 27,93 | 13,85 | 0 |
| 50 | 38,96 | 14,85 | 0 |
| 59 | 29,12 | 13,85 | 0 |
| 48 | 34,91 | 12,15 | 0 |
| 55 | 34,62 | 14,05 | 0 |
| 31 | 25,72 | 7,9 | 1 |
| 43 | 40,41 | 17,1 | 0 |
| 31 | 32,59 | 13,5 | 0 |
| 49 | 27,87 | 14,15 | 0 |
| 74 | 26,98 | 11,05 | 0 |
| 31 | 30,56 | 15,55 | 0 |
| 43 | 33,25 | 13,3 | 0 |
| 76 | 33,24 | 15,7 | 0 |
| 56 | 37,45 | 14,85 | 0 |
| 142 | 37,12 | 14,7 | 0 |
| 46 | 39,86 | 13,4 | 0 |
| 127 | 37,23 | 13,9 | 0 |
| 105 | 31,9 | 13,05 | 0 |
| 34 | 21 | 8,4 | 1 |
| 48 | 38,43 | 13,4 | 0 |
| 63 | 31,24 | 14,6 | 0 |
| 65 | 45,9 | 15,6 | 0 |
| 46 | 21,05 | 10,85 | 0 |
| 29 | 22,45 | 7,05 | 1 |
| 57 | 30,98 | 14,6 | 0 |
| 58 | 28,29 | 13,1 | 0 |
| 54 | 20,98 | 10,8 | 0 |
| 58 | 28,48 | 12 | 0 |
| 33 | 17,94 | 8,8 | 1 |
| 54 | 37,7 | 14,85 | 0 |
| 81 | 30,14 | 14,65 | 0 |
| 50 | 30,45 | 12,85 | 0 |
| 111 | 42,75 | 14,5 | 0 |
| 87 | 24,79 | 15,9 | 0 |
| 77 | 32,77 | 13,8 | 0 |
| 55 | 22,97 | 12,3 | 0 |
| 50 | 38,6 | 14,2 | 0 |
| 50 | 49,27 | 13,9 | 0 |
| 44 | 30,07 | 13,35 | 0 |

Tabla 6.38 Tabla que define la matriz con 3 variables para estudio de regresión (I)

| Tiempo de Reforma / Apertura | Zona Venta m2 | m estanterías +expositores cosmética | BIM / NO BIM |
|------------------------------|---------------|--------------------------------------|--------------|
| 39 | 34,78 | 12,2 | 1 |
| 30 | 21,89 | 9,55 | 1 |
| 45 | 28,81 | 12,4 | 0 |
| 50 | 52,34 | 13,7 | 0 |
| 58 | 31,34 | 12,75 | 0 |
| 56 | 43,41 | 14,45 | 0 |
| 69 | 68,53 | 20,45 | 0 |
| 47 | 14,81 | 11,3 | 0 |
| 63 | 19,92 | 8,55 | 0 |
| 63 | 51,31 | 15,45 | 0 |
| 56 | 37,72 | 14,75 | 0 |
| 66 | 22,54 | 10,1 | 0 |
| 63 | 36,69 | 14,2 | 0 |
| 66 | 23,87 | 11,4 | 0 |
| 53 | 27,26 | 14,8 | 0 |
| 42 | 28,41 | 11,4 | 0 |
| 76 | 41,5 | 15,3 | 0 |
| 38 | 41,67 | 17,3 | 0 |
| 47 | 22,817 | 11,65 | 0 |
| 56 | 42,54 | 13,6 | 0 |
| 56 | 41,66 | 13,6 | 0 |
| 97 | 36,41 | 13,3 | 0 |
| 59 | 28,32 | 11,95 | 0 |
| 39 | 43,22 | 12,95 | 0 |
| 39 | 20,8 | 12,45 | 0 |
| 46 | 46,5 | 14,9 | 0 |
| 46 | 34,05 | 13,1 | 0 |
| 77 | 36,92 | 12,55 | 0 |
| 88 | 36,94 | 11,85 | 0 |
| 49 | 34,48 | 13,6 | 0 |
| 61 | 65,56 | 13,6 | 0 |
| 42 | 37,09 | 14,6 | 0 |
| 55 | 52,86 | 13,25 | 0 |
| 57 | 25,79 | 10,8 | 0 |
| 57 | 43,41 | 14,6 | 0 |
| 50 | 41,45 | 15,8 | 0 |
| 62 | 36,7 | 14,2 | 0 |
| 35 | 34 | 11,15 | 1 |
| 29 | 40,15 | 14,6 | 0 |
| 72 | 29,15 | 13,8 | 0 |
| 24 | 58,044 | 15,9 | 0 |
| 124 | 36,65 | 11,15 | 0 |
| 52 | 49,76 | 16,15 | 0 |
| 25 | 41,65 | 12,6 | 0 |
| 25 | 35,66 | 15,1 | 0 |
| 49 | 91,87 | 15,15 | 0 |
| 44 | 38,4 | 13,45 | 0 |
| 85 | 47,87 | 14,45 | 0 |
| 52 | 29,28 | 13,6 | 0 |
| 66 | 28,5 | 16,3 | 0 |
| 46 | 40,55 | 17,15 | 0 |
| 70 | 47,29 | 14,7 | 0 |
| 42 | 66,72 | 14 | 0 |
| 59 | 34,42 | 12,05 | 0 |
| 48 | 16,34 | 10 | 0 |
| 46 | 22,84 | 12,95 | 0 |
| 40 | 64,3 | 16,45 | 0 |
| 28 | 51,65 | 15,2 | 0 |
| 28 | 15,8 | 8,4 | 1 |
| 29 | 15,39 | 7,2 | 1 |
| 23 | 22,09 | 8,5 | 1 |

Tabla 6.39 Tabla que define la matriz con 3 variables para estudio de regresión (II)

Resumen

| <i>Estadísticas de la regresión</i> | |
|--|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0,93710131 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0,878158866 |
| R ² ajustado | 0,867619185 |
| Error típico | 20,74744484 |
| Observaciones | 121 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|----------|---------------------------|
| Regresión | 3 | 366092,1369 | 122030,7123 | 283,49 | 1,7389E-53 |
| Residuos | 118 | 50793,86313 | 430,4564672 | | |
| Total | 121 | 416886 | | | |

| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> |
|--------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Intercepción | 0 | | | |
| Zona Venta m2 | -0,251165 | 0,20115236 | -1,248630738 | 0,214271768 |
| ml estanterías+expositores cosmética | 4,80894216 | 0,562345034 | 8,551586431 | 5,13716E-14 |
| BIM/ NO BIM | -4,40698 | 5,900816048 | -0,746842464 | 0,456644171 |

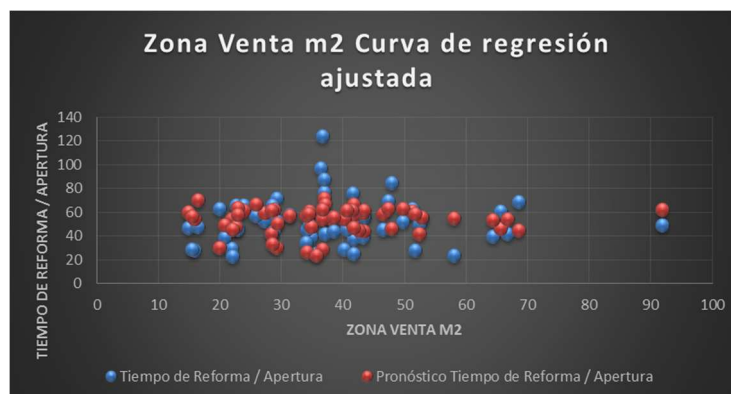


Figura 6.8 Zona Venta en m². Curva de regresión ajustada.

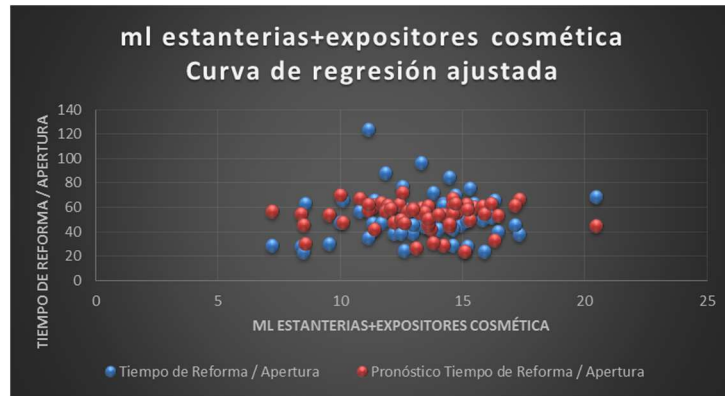


Figura 6.9 ml estanterías+expositores cosmética. Curva de regresión ajustada.



Figura 6.10. BIM / NO BIM. Curva de regresión ajustada.



Figura 6.11. Gráfico de probabilidad normal.

| Tiempo de Reforma / Apertura | Zona Venta m2 | Resto estancias m2 | ml fachada | m2 vinilo escaparate, cristales y puerta | ml estanterías +expositores cosmética | BIM/ NO BIM |
|------------------------------|---------------|--------------------|------------|--|---------------------------------------|-------------|
| 73 | 25,86 | 5,6 | 3,67 | 9,52 | 11,3 | 0 |
| 68 | 43,22 | 17,66 | 6,58 | 28,12 | 13,55 | 0 |
| 66 | 46,4 | 30,68 | 6,01 | 11,3 | 15,45 | 0 |
| 18 | 28,72 | 7,17 | 9,3 | 10,2 | 10,25 | 0 |
| 52 | 29,96 | 6,39 | 4,64 | 8,86 | 13,45 | 0 |
| 48 | 38,89 | 9,62 | 6,88 | 6,53 | 11,25 | 0 |
| 55 | 35,04 | 20 | 4,77 | 11,7 | 11,25 | 0 |
| 48 | 55,53 | 5 | 4,85 | 12,3 | 15,45 | 0 |
| 35 | 24 | 11 | 3,5 | 4,87 | 8,5 | 1 |
| 49 | 43,8 | 10,46 | 4,06 | 13,73 | 14,9 | 0 |
| 74 | 37,71 | 13,75 | 6,4 | 9,69 | 13,45 | 0 |
| 37 | 23,13 | 7,5 | 4,28 | 9,09 | 11,5 | 0 |
| 37 | 33,5 | 6,5 | 5,7 | 4,63 | 8,7 | 1 |
| 52 | 35,5 | 26,24 | 4,32 | 7,13 | 14,75 | 0 |
| 84 | 40,44 | 32,59 | 5,66 | 10,2 | 14,45 | 0 |
| 45 | 29 | 7 | 5,69 | 5,15 | 11,5 | 1 |
| 54 | 22,37 | 1,3 | 12,61 | 13,57 | 11,55 | 0 |
| 71 | 28,2 | 4,96 | 4,16 | 6,6 | 15,3 | 0 |
| 55 | 44,34 | 16,33 | 5,15 | 7,55 | 15,6 | 0 |
| 66 | 19,99 | 2,85 | 11,41 | 13,53 | 10,4 | 0 |
| 39 | 35,26 | 5,3 | 5,06 | 8,4 | 13,9 | 0 |
| 44 | 27,93 | 5,14 | 3,99 | 12,98 | 13,85 | 0 |
| 50 | 38,96 | 5,31 | 8,35 | 7,02 | 14,85 | 0 |
| 59 | 29,12 | 11,4 | 5,26 | 6,04 | 13,85 | 0 |
| 48 | 34,91 | 4,87 | 5,8 | 23,35 | 12,15 | 0 |
| 55 | 34,62 | 13,79 | 3,19 | 14,96 | 14,05 | 0 |
| 31 | 25,72 | 28,41 | 3,6 | 6,23 | 7,9 | 1 |
| 43 | 40,41 | 22 | 4,06 | 7,79 | 17,1 | 0 |
| 31 | 32,59 | 11,57 | 6,06 | 11,27 | 13,5 | 0 |
| 49 | 27,87 | 6,7 | 4,6 | 11,31 | 14,15 | 0 |
| 74 | 26,98 | 5,04 | 5,52 | 7,38 | 11,05 | 0 |
| 31 | 30,56 | 5,64 | 6,76 | 5,94 | 5,55 | 0 |
| 43 | 33,25 | 5,62 | 5,23 | 6,98 | 13,3 | 0 |
| 76 | 33,24 | 18,01 | 3,66 | 4,99 | 5,7 | 0 |
| 56 | 37,45 | 22,11 | 4,72 | 8,84 | 14,85 | 0 |
| 142 | 37,12 | 4,6 | 3,84 | 7,6 | 14,7 | 0 |
| 46 | 39,86 | 30,64 | 10,46 | 43,1 | 13,4 | 0 |
| 127 | 37,23 | 2,145 | 5,51 | 12,54 | 13,9 | 0 |
| 105 | 319 | 7,56 | 9,13 | 26,41 | 13,05 | 0 |
| 34 | 21 | 4,92 | 6,77 | 2,95 | 8,4 | 1 |
| 48 | 38,43 | 9,89 | 8,12 | 8 | 13,4 | 0 |
| 63 | 31,24 | 14,85 | 3,11 | 8,25 | 14,6 | 0 |
| 65 | 45,9 | 17,28 | 5,8 | 7,08 | 15,6 | 0 |
| 46 | 2105 | 9,08 | 3,54 | 5,43 | 10,85 | 0 |
| 29 | 22,45 | 2,55 | 11,01 | 7,5 | 7,05 | 1 |
| 57 | 30,98 | 11,87 | 4,13 | 5,3 | 14,6 | 0 |
| 58 | 28,29 | 10,93 | 3,58 | 4,83 | 13,1 | 0 |
| 54 | 20,98 | 2 | 3,99 | 1 | 10,8 | 0 |
| 58 | 28,48 | 12,81 | 8,54 | 19,58 | 12 | 0 |
| 33 | 17,94 | 6,36 | 3,04 | 5,37 | 8,8 | 1 |
| 54 | 37,7 | 15,4 | 4,24 | 7,96 | 14,85 | 0 |
| 81 | 30,14 | 3,78 | 3,9 | 8,2 | 14,65 | 0 |
| 50 | 30,45 | 7,04 | 4,63 | 1 | 12,85 | 0 |
| 111 | 42,75 | 8,46 | 5,18 | 9,61 | 14,5 | 0 |
| 87 | 24,79 | 9,8 | 4,26 | 2,3 | 15,9 | 0 |
| 77 | 32,77 | 9,21 | 3,63 | 7,08 | 13,8 | 0 |
| 55 | 22,97 | 6,17 | 2,86 | 0 | 12,3 | 0 |
| 50 | 38,6 | 8,6 | 5,3 | 10,7 | 14,2 | 0 |
| 50 | 49,27 | 17,26 | 10,51 | 12,64 | 13,9 | 0 |
| 44 | 30,07 | 5 | 4,94 | 12,96 | 13,35 | 0 |

Tabla 6.40 Tabla que define la matriz con todas las variables para estudio de regresión. (I)

| | | | | | | |
|-----|--------|-------|-------|-------|-------|---|
| 39 | 34,78 | 4,35 | 4,11 | 8,74 | 12,2 | 1 |
| 30 | 21,89 | 8,42 | 5,05 | 8,18 | 9,55 | 1 |
| 45 | 28,81 | 6,98 | 6,5 | 14,6 | 12,4 | 0 |
| 50 | 52,34 | 10,81 | 3,85 | 7,2 | 13,7 | 0 |
| 58 | 31,34 | 2,11 | 7,21 | 5,25 | 12,75 | 0 |
| 56 | 43,41 | 15,65 | 6,62 | 8,13 | 14,45 | 0 |
| 69 | 68,53 | 9,5 | 3,44 | 12,98 | 20,45 | 0 |
| 47 | 14,81 | 3,45 | 3,01 | 7,22 | 11,3 | 0 |
| 63 | 19,92 | 7,48 | 4,6 | 8,38 | 8,55 | 0 |
| 63 | 51,31 | 11 | 5,17 | 14,89 | 15,45 | 0 |
| 56 | 37,72 | 19,75 | 4,49 | 8,4 | 14,75 | 0 |
| 66 | 22,54 | 3,36 | 3,4 | 1 | 10,1 | 0 |
| 63 | 36,69 | 7,04 | 4,28 | 9,84 | 14,2 | 0 |
| 66 | 23,87 | 2,25 | 4,45 | 2,2 | 11,4 | 0 |
| 53 | 27,26 | 25,66 | 3,72 | 10,05 | 14,8 | 0 |
| 42 | 28,41 | 5,49 | 11,82 | 14,61 | 11,4 | 0 |
| 76 | 41,5 | 19,45 | 4,91 | 13,17 | 15,3 | 0 |
| 38 | 41,67 | 3,38 | 2,48 | 3,72 | 17,3 | 0 |
| 47 | 22,817 | 29,97 | 3,56 | 6,4 | 11,65 | 0 |
| 56 | 42,54 | 22,21 | 7,94 | 14,97 | 13,6 | 0 |
| 56 | 41,66 | 12 | 7,7 | 5,84 | 13,6 | 0 |
| 97 | 36,41 | 2,25 | 8,65 | 7,66 | 13,3 | 0 |
| 59 | 28,32 | 14,3 | 3,45 | 13,58 | 11,95 | 0 |
| 39 | 43,22 | 8,19 | 5,34 | 11,28 | 12,95 | 0 |
| 39 | 20,8 | 4,7 | 3,42 | 7,01 | 12,45 | 0 |
| 46 | 46,5 | 62,97 | 6,26 | 5,55 | 14,9 | 0 |
| 46 | 34,05 | 5,21 | 6,68 | 10,05 | 13,1 | 0 |
| 77 | 36,92 | 4,3 | 11,7 | 28,08 | 12,55 | 0 |
| 88 | 36,94 | 14,6 | 16,17 | 20,92 | 11,85 | 0 |
| 49 | 34,48 | 21,5 | 8,39 | 16,99 | 13,6 | 0 |
| 61 | 65,56 | 5,04 | 16,2 | 29,67 | 13,6 | 0 |
| 42 | 37,09 | 4,6 | 3,62 | 8,69 | 14,6 | 0 |
| 55 | 52,86 | 11,77 | 6,37 | 12,43 | 13,25 | 0 |
| 57 | 25,79 | 4,34 | 5,55 | 11,15 | 10,8 | 0 |
| 57 | 43,41 | 19,45 | 7,98 | 25,53 | 14,6 | 0 |
| 50 | 41,45 | 11,23 | 6,99 | 5,89 | 15,8 | 0 |
| 62 | 36,7 | 11,4 | 5,02 | 1 | 14,2 | 0 |
| 35 | 34 | 15,63 | 8,66 | 14,8 | 11,15 | 1 |
| 29 | 40,15 | 10 | 4,56 | 12,84 | 14,6 | 0 |
| 72 | 29,15 | 4,89 | 3,35 | 5,51 | 13,8 | 0 |
| 24 | 58,044 | 40,61 | 6,28 | 12,1 | 15,9 | 0 |
| 124 | 36,65 | 19 | 5,67 | 14,45 | 11,15 | 0 |
| 52 | 49,76 | 5,93 | 5,2 | 8,74 | 16,15 | 0 |
| 25 | 41,65 | 5,34 | 18,32 | 18,61 | 12,6 | 0 |
| 25 | 35,66 | 4,18 | 4,58 | 10,78 | 15,1 | 0 |
| 49 | 91,87 | 7,68 | 20,48 | 29,81 | 15,15 | 0 |
| 44 | 38,4 | 9,5 | 6,67 | 13,89 | 13,45 | 0 |
| 85 | 47,87 | 9,09 | 11,34 | 12,41 | 14,45 | 0 |
| 52 | 29,28 | 9,67 | 2,65 | 5,15 | 13,6 | 0 |
| 66 | 28,5 | 18,61 | 3,31 | 8,65 | 16,3 | 0 |
| 46 | 40,55 | 14,06 | 3,67 | 7,67 | 17,15 | 0 |
| 70 | 47,29 | 16,09 | 8,94 | 7,23 | 14,7 | 0 |
| 42 | 66,72 | 12,67 | 18,12 | 39,45 | 14 | 0 |
| 59 | 34,42 | 7,71 | 3,38 | 17,67 | 12,05 | 0 |
| 48 | 16,34 | 6,65 | 3,63 | 5,54 | 10 | 0 |
| 46 | 22,84 | 17,85 | 3,32 | 6,4 | 12,95 | 0 |
| 40 | 64,3 | 12,3 | 7,6 | 17,48 | 16,45 | 0 |
| 28 | 51,65 | 8 | 3,96 | 10 | 15,2 | 0 |
| 28 | 15,8 | 10,57 | 4,29 | 5,22 | 8,4 | 1 |
| 29 | 15,39 | 15,5 | 4,44 | 2,92 | 7,2 | 1 |
| 23 | 22,09 | 50 | 12 | 3 | 8,5 | 1 |

Tabla 6.41 Tabla que define la matriz con todas las variables para estudio de regresión. (II)

Resumen

| <i>Estadísticas de la regresión</i> | |
|--|------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0,93931874 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0,88231969 |
| R ² ajustado | 0,8685075 |
| Error típico | 20,6543551 |
| Observaciones | 121 |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|---------------------------|
| Regresión | 6 | 367826,7256 | 61304,45426 | 143,7039647 | 9,2605E-51 |
| Residuos | 115 | 49059,27442 | 426,6023862 | | |
| Total | 121 | 416886 | | | |

| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> |
|--|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| Intercepción | 0 | | | |
| Zona Venta m2 | -0,5167104 | 0,241892105 | -2,13611933 | 0,034789946 |
| Resto estancias m2 | -0,0390364 | 0,204216745 | -0,191151675 | 0,848743834 |
| ml fachada | 0,84427458 | 0,731548116 | 1,154093026 | 0,250854798 |
| m2 vinilo escaparate, cristales y puerta | 0,28132211 | 0,358078805 | 0,785643006 | 0,433692371 |
| ml estanterias+expositores cosmética | 4,9687231 | 0,578508528 | 8,588850225 | 4,93476E-14 |
| BIM/ NO BIM | -5,6196222 | 6,236182928 | -0,901131715 | 0,369401632 |

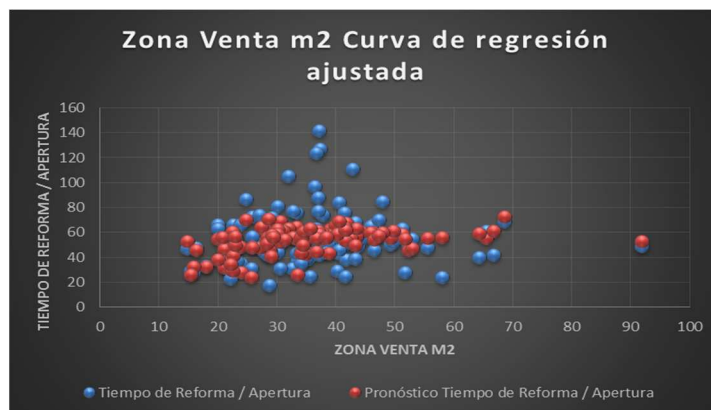


Figura 6.12 Zona Venta en m². Curva de regresión ajustada.

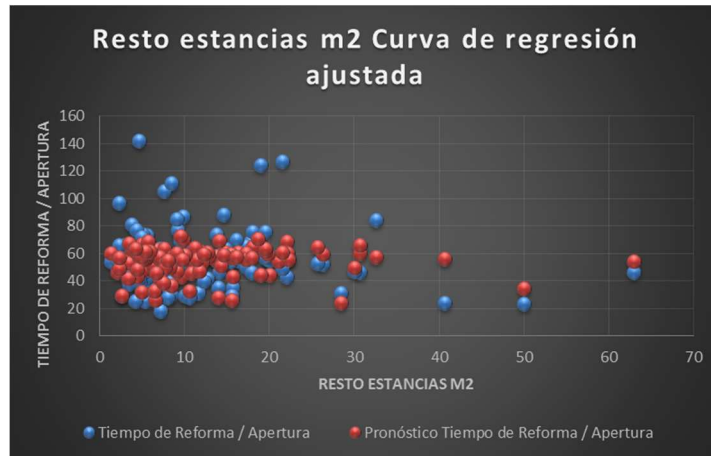


Figura 6.13 Resto estancias en m². Curva de regresión ajustada.

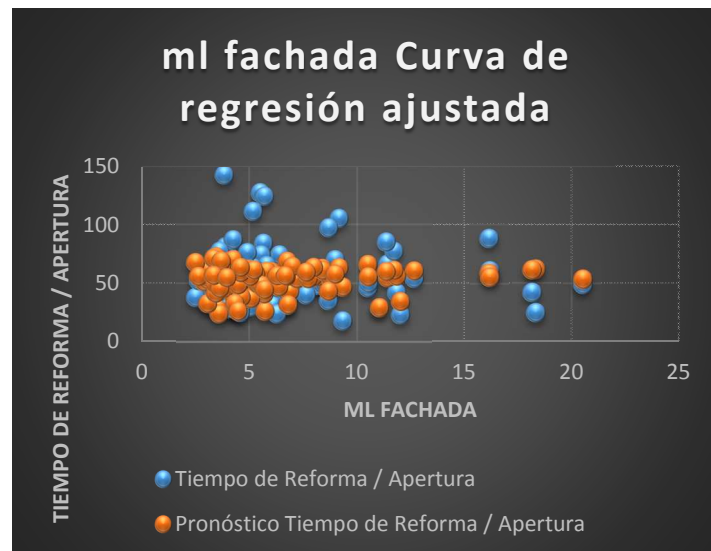


Figura 6.14 Ml fachada Curva de regresión ajustada.

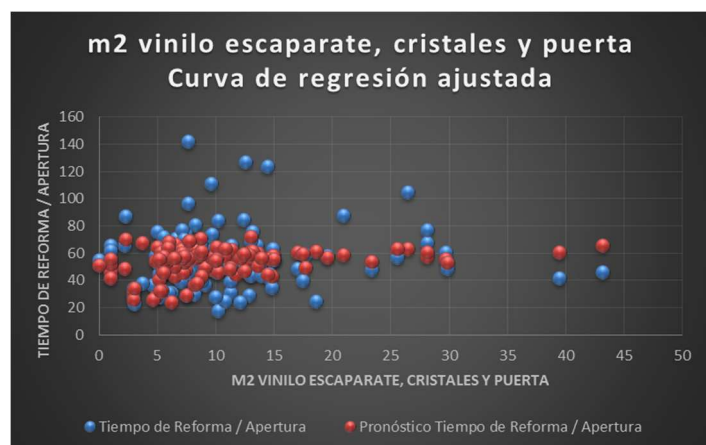


Figura 6.15 m² vinilo escaparate, cristales y puerta. Curva de regresión ajustada.

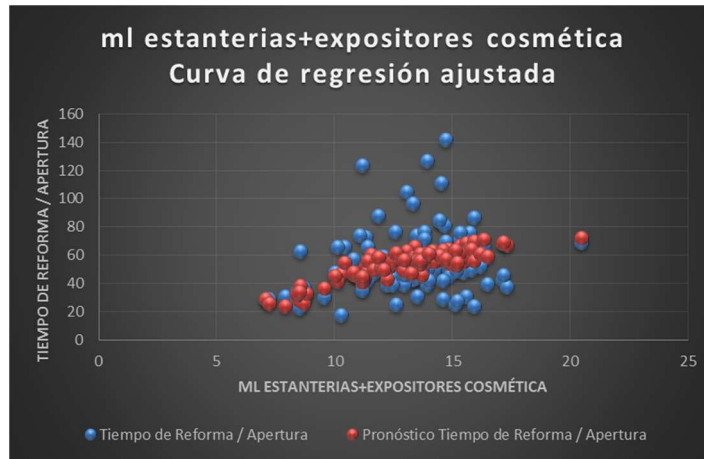


Figura 6.16 ml estanterías + expositores cosmética. Curva de regresión ajustada.

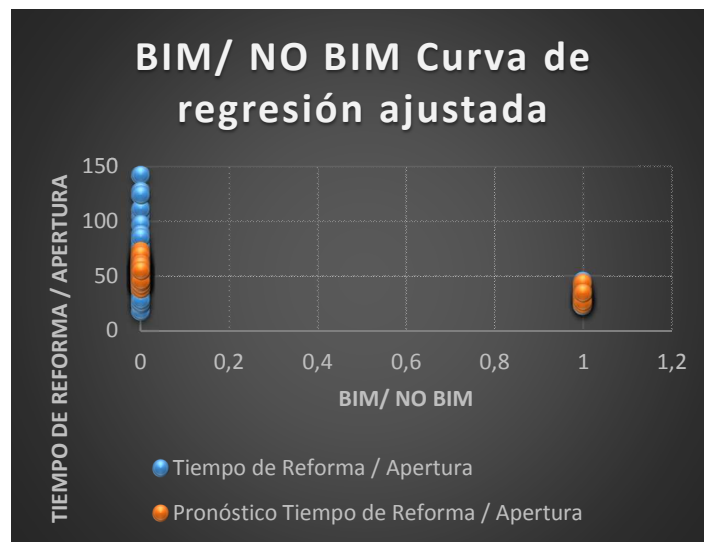


Figura 6.17 BIM / NO BIM. Curva de regresión ajustada.

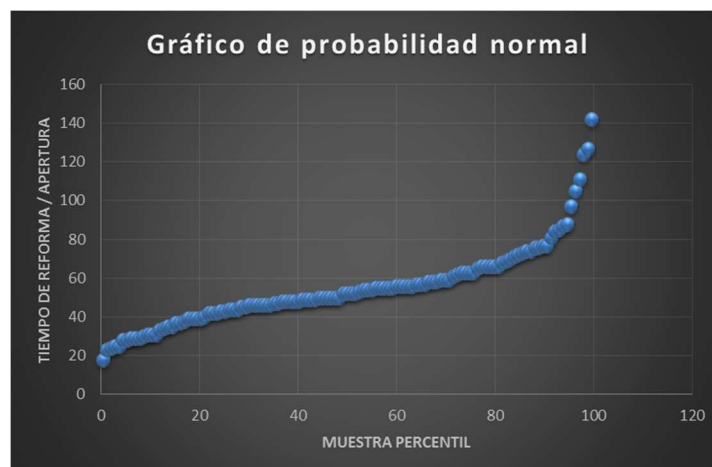


Figura 6.18 Gráfico de probabilidad normal.

6.2.2 Análisis complementario mediante encuesta con escala tipo Likert.

Analizados los datos de la encuesta con escala tipo Likert recogidos en el punto 5.2.6 obtenemos el siguiente resultado.

| | P.1 | P.2 | P.3 | P.4 | TOTAL |
|----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 1 | 5 | 5 | 4 | 5 | 19 |
| 2 | 5 | 4 | 4 | 5 | 18 |
| 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 15 |
| 6 | 5 | 4 | 4 | 5 | 18 |
| 7 | 4 | 4 | 5 | 4 | 17 |
| 8 | 5 | 4 | 4 | 5 | 18 |
| 9 | 3 | 3 | 4 | 4 | 14 |
| 10 | 4 | 4 | 5 | 5 | 18 |
| 11 | 5 | 4 | 4 | 4 | 17 |
| 12 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 13 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 14 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 15 | 4 | 4 | 5 | 5 | 18 |
| 16 | 4 | 4 | 5 | 5 | 18 |
| 17 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 18 | 4 | 5 | 4 | 4 | 17 |
| 19 | 5 | 5 | 4 | 5 | 19 |
| 20 | 5 | 5 | 5 | 3 | 18 |
| 21 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 22 | 4 | 5 | 5 | 4 | 18 |
| 23 | 3 | 4 | 4 | 4 | 15 |
| 24 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 25 | 5 | 4 | 4 | 4 | 17 |
| 26 | 3 | 4 | 4 | 4 | 15 |
| 27 | 5 | 5 | 4 | 4 | 18 |
| 28 | 2 | 2 | 2 | 1 | 7 |
| 29 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 30 | 4 | 3 | 4 | 2 | 13 |
| 31 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 32 | 4 | 5 | 5 | 5 | 19 |
| 33 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 34 | 4 | 5 | 5 | 5 | 19 |
| 35 | 5 | 5 | 4 | 5 | 19 |
| 36 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 37 | 5 | 4 | 5 | 4 | 18 |
| 38 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 39 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 40 | 3 | 4 | 3 | 4 | 14 |
| 41 | 4 | 3 | 4 | 5 | 16 |
| 42 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 43 | 3 | 3 | 3 | 1 | 10 |
| 44 | 4 | 5 | 5 | 4 | 18 |
| 45 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 46 | 4 | 5 | 5 | 4 | 18 |
| 47 | 5 | 5 | 4 | 5 | 19 |
| 48 | 1 | 1 | 3 | 1 | 6 |
| 49 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 50 | 5 | 4 | 5 | 5 | 19 |
| 51 | 4 | 4 | 5 | 5 | 18 |

| | P.1 | P.2 | P.3 | P.4 | TOTAL |
|-----|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| 52 | 4 | 3 | 4 | 5 | 16 |
| 53 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 54 | 3 | 4 | 4 | 3 | 14 |
| 55 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 56 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 57 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 58 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 59 | 5 | 4 | 5 | 5 | 19 |
| 60 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 61 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 62 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 63 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 64 | 3 | 3 | 4 | 4 | 14 |
| 65 | 4 | 4 | 5 | 4 | 17 |
| 66 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 67 | 4 | 4 | 4 | 3 | 15 |
| 68 | 5 | 5 | 5 | 3 | 18 |
| 69 | 5 | 5 | 5 | 4 | 19 |
| 70 | 3 | 3 | 4 | 4 | 14 |
| 71 | 4 | 5 | 5 | 4 | 18 |
| 72 | 5 | 3 | 5 | 5 | 18 |
| 73 | 2 | 4 | 3 | 2 | 11 |
| 74 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 75 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 |
| 76 | 2 | 2 | 2 | 1 | 7 |
| 77 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 78 | 4 | 3 | 4 | 2 | 13 |
| 79 | 4 | 3 | 4 | 2 | 13 |
| 80 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 |
| 81 | 2 | 2 | 2 | 1 | 7 |
| 82 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 83 | 4 | 3 | 4 | 2 | 13 |
| 84 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 85 | 4 | 5 | 5 | 5 | 19 |
| 86 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 87 | 5 | 5 | 5 | 4 | 19 |
| 88 | 3 | 3 | 4 | 4 | 14 |
| 89 | 4 | 5 | 5 | 4 | 18 |
| 90 | 5 | 4 | 5 | 5 | 19 |
| 91 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 92 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 93 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 |
| 94 | 3 | 4 | 4 | 4 | 15 |
| 95 | 5 | 5 | 4 | 4 | 18 |
| 96 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 |
| 97 | 5 | 4 | 3 | 4 | 16 |
| 98 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| 99 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 100 | 4 | 3 | 5 | 3 | 15 |
| 101 | 4 | 3 | 3 | 1 | 11 |
| | Varianza 1 | Varianza 2 | Varianza 3 | Varianza 4 | SUMA |
| | 0,89009901 | 0,876435644 | 0,712079208 | 1,396435644 | 1648 |
| | ST = Varianza del Total | | 12,31861386 | | |

Tabla 6.42 Análisis de encuesta con escala tipo Likert.

Siendo K el número de items, en este caso 4, S_i^2 la varianza independiente de cada uno de ellos y S_T la varianza del total que ya hemos calculado en la tabla anterior podemos definir los siguientes términos:

Alfa de Cronbach:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Alfa de Cronbach = 0,913908491

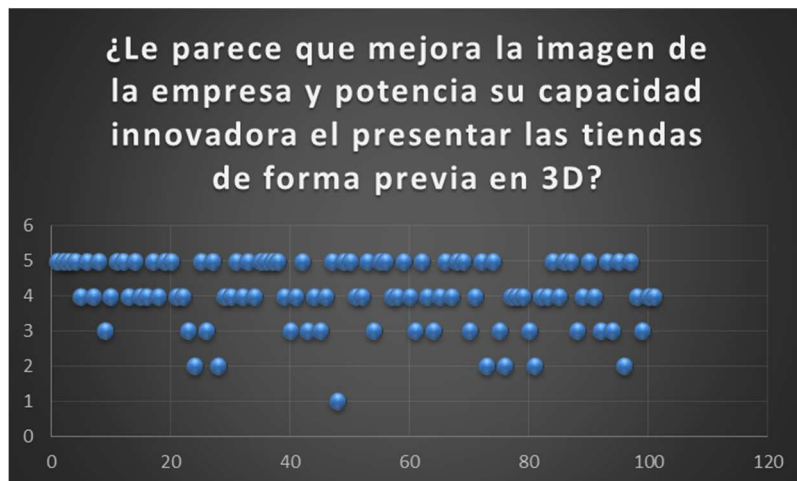


Figura.6.19 Pregunta 1. Valoraciones.

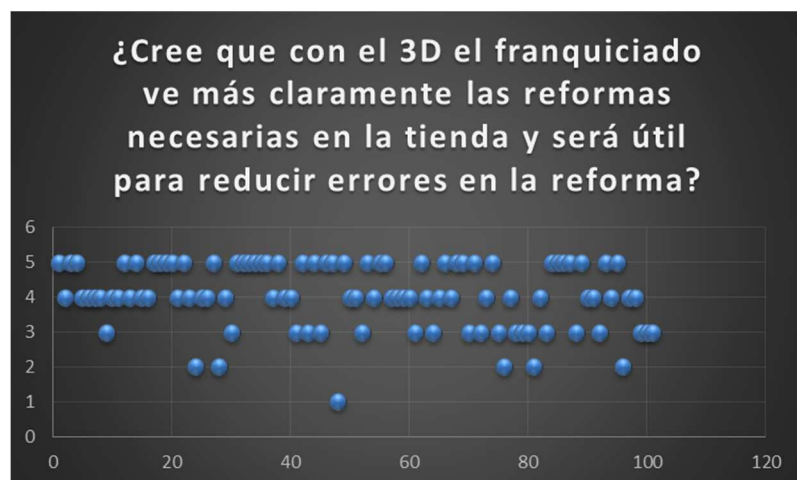


Figura 6.20. Pregunta 2. Valoraciones.



Figura. 6.21 Pregunta 3. Valoraciones.

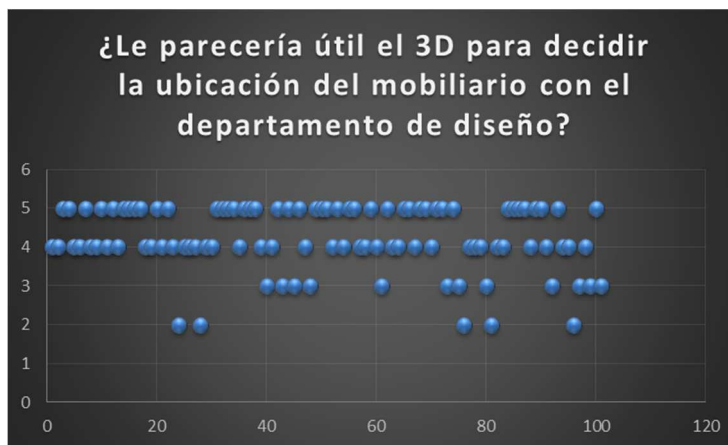


Figura 6.22. Pregunta 4. Valoraciones.

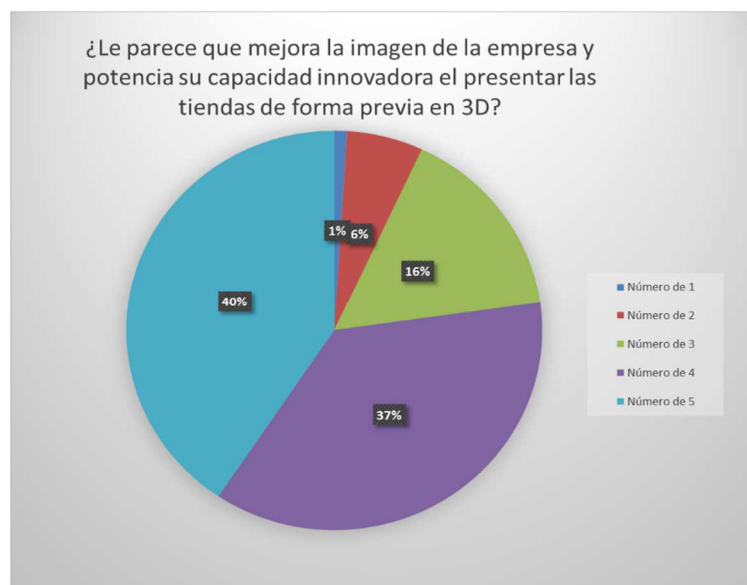


Figura 6.23. Porcentajes de respuestas en pregunta 1.

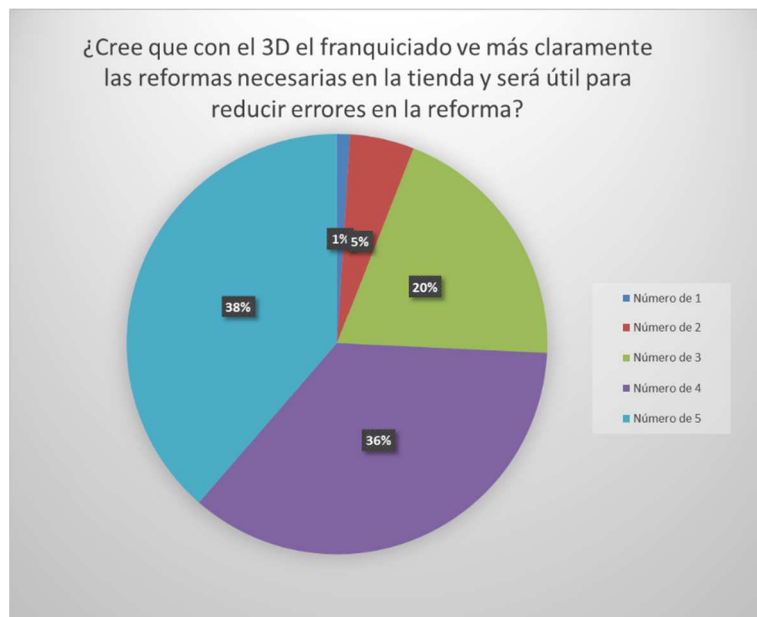


Figura 6.24. Porcentajes de respuestas en pregunta 2.

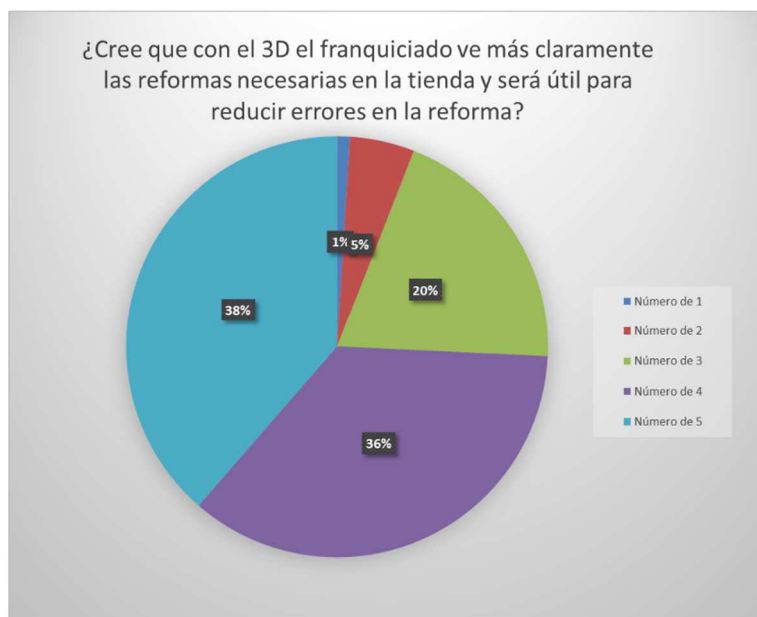


Figura 6.25. Porcentajes de respuestas en pregunta 3.



Figura 6.26. Porcentajes de respuestas en pregunta 4

| | P.1 | % P1 | P.2 | %P2 | P.3 | %P3 | P.4 | % P4 | TOTAL | % TOTAL |
|-------------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-------|---------|
| Número de 1 | 1 | 0,99% | 1 | 0,99% | 0 | 0,00% | 6 | 5,94% | 8 | 1,98% |
| Número de 2 | 6 | 5,94% | 5 | 4,95% | 5 | 4,95% | 9 | 8,91% | 25 | 6,19% |
| Número de 3 | 16 | 15,84% | 20 | 19,80% | 12 | 11,88% | 10 | 9,90% | 58 | 14,36% |
| Número de 4 | 37 | 36,63% | 36 | 35,64% | 40 | 39,60% | 36 | 35,64% | 149 | 36,88% |
| Número de 5 | 41 | 40,59% | 39 | 38,61% | 44 | 43,56% | 40 | 39,60% | 164 | 40,59% |

Tabla. 6.43 Resumen de valoraciones. Encuesta escala tipo Likert.

Capítulo VII

RESULTADOS. ANÁLISIS COMPARATIVO

Resumen: Se recopilan en este apartado la comparación de datos descritos en el capítulo anterior y se explican las conclusiones. Se expone la validación de los procesos por diferentes factores tanto para el estudio principal de regresión de CAD/BIM como para el estudio complementario de la encuesta de escala tipo Likert. El estudio comparativo plasma los datos económicos de implantación mediante BIM-3D frente a CAD por estudio del ROI.

7.1 Resultado del análisis comparativo

El primer análisis comparativo nos lleva a concluir que:

Los tiempos de toma de datos y procesado no son significativos a la hora de llevarlos directamente a retorno de la inversión pues se necesitaría un número muy elevado de tiendas para amortizar la inversión. De la tabla 6.30 del capítulo 6.2.1 se concluye que el ahorro por aplicación de protocolos 3D-BIM respecto a CAD está estimado tan solo en 54,76 € por proyecto, según se recoge en el siguiente resumen, lo cual para nuestro caso de estudio por sí mismo no supone un factor relevante dado que si la diferencia de implementar BIM respecto a CAD es de 37.538 € serían necesarios 686 proyectos para amortizarlos, si tenemos en cuenta que un ritmo de 25 tiendas/año es razonable se tardarían del orden de 27 años en recuperar la inversión.

| Costes en toma de datos / medición | | | |
|--|---------------------|--------------------------------|------------|
| Población | Sistema tradicional | Sistema 3D-BIM - Fotogrametría | Diferencia |
| MEDIA | 106,06 | 82,58 | 23,47 |
| Costes en Procesado | | | |
| Población | Sistema tradicional | Sistema 3D-BIM - Fotogrametría | Diferencia |
| MEDIA | 109,11 | 77,82 | 31,28 |
| Total costes toma de datos + procesado | | | |
| Población | Sistema tradicional | Sistema 3D-BIM - Fotogrametría | Diferencia |
| MEDIA | 215,17 | 160,41 | 54,76 |

Tabla 7.1 Resumen de costes CAD respecto 3D-BIM toma de datos + procesado.

| | |
|---|---------------|
| COSTE SISTEMA TRADICIONAL | 7.235 |
| COSTE SISTEMA 3D-BIM BASICO | 24.575 |
| COSTE SISTEMA 3D-BIM AMPLIADO | 44.773 |
| Diferencia 3D-BIM BASICO con TRADICIONAL | 17.340 |
| Ahorro medio por tienda | 54,76 |
| Numero de tiendas necesario para amortizar inversión 3D-BIM | 317 |
| Diferencia 3D-BIM AMPLIADO con TRADICIONAL | 37.538 |
| Ahorro medio por tienda | 54,76 |
| Numero de tiendas necesario para amortizar inversión 3D-BIM | 686 |

Tabla 7.2 Resumen de costes implantación y amortización por toma de datos + procesado.

Una explicación a ello podría venir dada por el tamaño medio de los proyectos y de cada una de las variables relacionadas. Ya vimos que se trata de pequeños puntos de venta con una media de 35,37 m² en zona de ventas de donde el protocolo BIM respecto a CAD no permite marcar importantes diferencias en la fase de toma de datos y en procesado.

El segundo dato concluido de los tiempos de toma de la decisión de inversión, que es independiente del tamaño de las tiendas, arroja que mejoramos con procesos BIM-3D respecto a procesos basados en protocolos CAD en 5,98 días. Tal y como se recoge en el apartado 6.2.1 mediante procesos basados en protocolo BIM tenemos una decisión de 5,85 días y mediante protocolo CAD 11,83 días.

El tercer dato concluido de los procesos de reforma y apertura nos lleva a mejoras en procesos de protocolos 3D-BIM respecto a CAD que se transforman en 5,62 días de ahorro medio por tienda según el modelo de regresión con 6 variables y de 4,41 días de ahorro según el modelo de 3 variables.

En este caso el valor viene definido por el factor que arroja la regresión al introducir como variable independiente BIM/NO BIM respecto a los días de apertura. El valor validado de la regresión con el total de variables nos aporta un valor directo de días de diferencia sin necesidad de realizar dos regresiones distintas, una para BIM y otra para CAD, prediciendo el valor medio de días respecto a un valor medio de tamaño de las variables. De esta manera al introducir esta nueva variable BIM/NO BIM nos permite obtener directamente con el factor o coeficiente BIM/NO BIM de la ecuación de regresión el valor del ahorro en días, simplificando el proceso con un único estudio de regresión con los 121 puntos de estudio y entre 3 y 6 variables independientes.

De las dos regresiones estudiadas analizando por un lado tres variables independientes y por otro lado 6 variables independientes vamos a comparar resultados. Dado que con 6 variables el valor de R^2 corregido o Coeficiente de Determinación Ajustado nos aporta un valor de 0,8685, es decir la variabilidad de la variable dependiente explicada por este modelo de regresión es del 86,85% y la variabilidad explicada por el modelo con solo tres variables independientes es del 86,76% no se aprecia como significativo el incremento, es más, es prácticamente nulo, por ello debemos plantearnos si consideramos las 6 variables o simplemente 3. Hay diferentes técnicas para detectar la colinealidad, pero con el análisis de coeficientes podemos ver si el modelo se vuelve inestable al introducir una nueva variable. En nuestro caso no se vuelve inestable, pero tampoco las mejoras de variabilidad como hemos visto son significativas. R^2 corregido disminuiría si introducimos variables innecesarias. En este caso no es así, no disminuye, sin embargo a partir de la 3 variable no mejoramos significativamente, complicando innecesariamente el modelo. Por ello y por el ánimo de ser más cautos a la hora de valorar las ventajas de BIM/NO BIM vamos a considerar quedarnos con el modelo de 3 variables que supone un resultado de ahorro en días de 4,41 días al respecto del modelo con 6 variables que supone un ahorro en días de 5,62 días, según reflejamos en las tablas siguientes.

| | <i>Coeficientes</i> |
|--|---------------------|
| Intercepción | 0 |
| Zona Venta m2 | -0,5167104 |
| Resto estancias m2 | -0,0390364 |
| ml fachada | 0,84427458 |
| m2 vinilo escaparate, cristales y puerta | 0,28132211 |
| ml estanterias+expositores cosmética | 4,9687231 |
| BIM/ NO BIM | -5,6196222 |

Tabla 7.3 Factor o coeficiente BIM/NO BIM de la ecuación de regresión con 6 variables.

| | <i>Coefficientes</i> |
|--------------------------------------|----------------------|
| Intercepción | 0 |
| Zona Venta m2 | -0,251165 |
| ml estanterías+expositores cosmética | 4,80894216 |
| BIM/ NO BIM | -4,40698 |

Tabla 7.4 Factor o coeficiente BIM/NO BIM de la ecuación de regresión con 3 variables.

Existen algunos valores anómalos en cuanto al tiempo de apertura, en este caso la reforma, se trata de los proyectos de Alcazar de San Juan II, con 18 días, Galapagar con 127 días, Los Llanos 111 días y Terrasa, 124 días. Con ánimo de analizarlos lo primero que revisamos, al ver que se alejan del resto de observaciones, es comprobar que no se trata de un error de medición. Revisados los datos y descartado el error de medición o transcripción vemos que la explicación en su caso de Alcazar de San Juan viene dada por la particularidad del proyecto en su caso al tratarse de un traslado, los procesos de implantación ya eran conocidos por el franquiciado y la agilidad al tener los recursos materiales a disposición propiciaron una importante reducción de los tiempos. En el caso de Galapagar, Los Llanos y Terrasa encontramos el caso contrario, una especial dificultad o trabajos extras de reforma a los habituales en locales de tan pequeño tamaño, al tener que reformar tabiquería y servicios de suministro eléctrico y alumbrado, además de otros elementos auxiliares como implantación de toldo en el caso de Galapagar.

Del mismo modo valores anómalos en exceso en la toma de decisión son contemplados pues tras su interpretación se pueden derivar dificultades en el acceso o consolidación de la financiación necesaria.

No hemos considerado en ninguno de los casos eliminarlos del estudio de regresión porque los resultados predictivos quedan bastante bien explicados por dicho modelo, los valores de R^2 corregido están dentro de un margen adecuado y entendemos del mismo modo que estas anomalías pueden suceder en casos similares y en circunstancias similares y son parte estadística de las probabilidades de que esto pueda repetirse puntualmente.

Analizamos la suficiencia de los trece proyectos con BIM y ver si arrojan por otro lado datos suficientemente confiables al respecto de sus valores de R^2 corregido. Además debido a un inicio de cambio de imagen corporativa en la franquicia surge la imposibilidad de aplicar a más largo plazo más mediciones de proyectos según el modelado BIM-3D usado, por cambio en los protocolos de trabajo y nuevo diseño de imagen en la franquicia, que afectaría a todo el proceso de este estudio.

En este sentido los valores que obtenemos del análisis de R^2 corregido es de 0,8911 y el gráfico de probabilidad normal es muy ajustado a la diagonal, según los datos siguientes.

| <i>Estadísticas de la regresión</i> | |
|--------------------------------------|------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0,9917417 |
| Coefficiente de determinación R^2 | 0,9835516 |
| R^2 ajustado | 0,8911472 |
| Error típico | 4,65092906 |
| Observaciones | 13 |

Tabla 7.5 Estadísticas de la regresión I

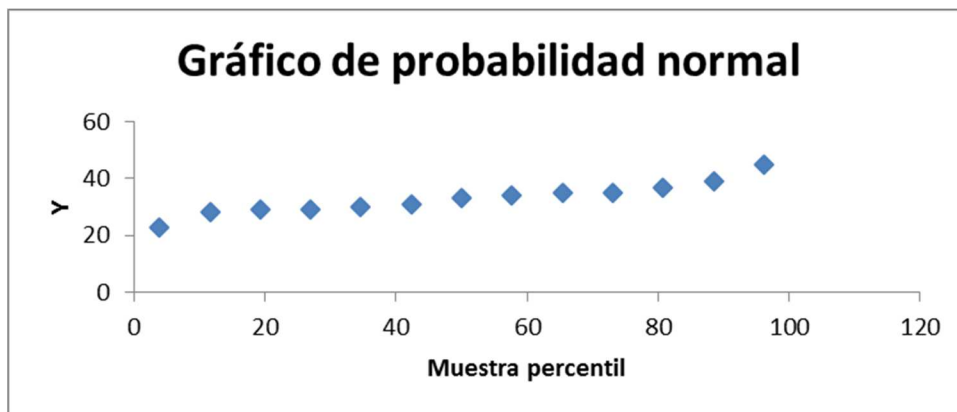


Figura 7.1 Gráfico de probabilidad normal I

Por todo ello, considerando válidos los modelos y variables estudiados en función de los resultados, procedemos a interpretar el valor que supone este avance en la toma de decisión. Vamos a plantear cuanto supone económicamente que el punto de venta inicie su actividad anticipadamente gracias a la aplicación de protocolos BIM y vamos a establecer una simulación con varios tramos de facturación media de caja diaria del

franquiciado y varios tramos de beneficio estimado sobre las ventas del franquiciador. Analizaremos los resultados según la simulación recogida en la tabla siguiente.

| | DECISIÓN | REFORMA | SUMA | Ahorro por medición+procesado | TOTAL |
|--|------------|-------------|-------------|-------------------------------|----------------|
| DÍAS GANADOS EN APERTURA POR APLICACIÓN BIM | | 5,98 | 4,41 | 10,39 | |
| FACTURACION MEDIA TIENDA /DIA ESTIMADA OPC. 1 | 100 | 598 | 441 | 1039 | |
| FRANQUICIADO MARGEN ESTIMADO 60% (Según productos) | 60 | 358,8 | 264,6 | 623,4 | |
| FRANQUICIADOR VENTAS ESTIMADO 40% RESTANTE | 40 | 239,2 | 176,4 | 415,6 | |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 35% | 14 | 83,72 | 61,74 | 145,46 | 54,76 |
| %E VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 40% | 16 | 95,68 | 70,56 | 166,24 | 54,76 |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 45% | 18 | 107,64 | 79,38 | 187,02 | 54,76 |
| | | | | | 200,22 |
| | | | | | 221,00 |
| | | | | | 241,78 |
| DÍAS GANADOS EN APERTURA POR APLICACIÓN BIM | | 5,98 | 4,41 | 10,39 | |
| FACTURACION MEDIA TIENDA /DIA ESTIMADA OPC. 2 | 200 | 1196 | 882 | 2078 | |
| FRANQUICIADO MARGEN ESTIMADO 60% (Según productos) | 120 | 717,6 | 529,2 | 1246,8 | |
| FRANQUICIADOR VENTAS ESTIMADO 40% RESTANTE | 80 | 478,4 | 352,8 | 831,2 | |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 35% | 28 | 167,44 | 123,48 | 290,92 | 54,76 |
| %E VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 40% | 32 | 191,36 | 141,12 | 332,48 | 54,76 |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 45% | 36 | 215,28 | 158,76 | 374,04 | 54,76 |
| | | | | | 345,68 |
| | | | | | 387,24 |
| | | | | | 428,80 |
| DÍAS GANADOS EN APERTURA POR APLICACIÓN BIM | | 5,98 | 4,41 | 10,39 | |
| FACTURACION MEDIA TIENDA /DIA ESTIMADA OPC. 3 | 300 | 1794 | 1323 | 3117 | |
| FRANQUICIADO MARGEN ESTIMADO 60% (Según productos) | 180 | 1076,4 | 793,8 | 1870,2 | |
| FRANQUICIADOR VENTAS ESTIMADO 40% RESTANTE | 120 | 717,6 | 529,2 | 1246,8 | |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 35% | 42 | 251,16 | 185,22 | 436,38 | 54,76 |
| %E VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 40% | 48 | 287,04 | 211,68 | 498,72 | 54,76 |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 45% | 54 | 322,92 | 238,14 | 561,06 | 54,76 |
| | | | | | 491,14 |
| | | | | | 553,48 |
| | | | | | 615,82 |
| DÍAS GANADOS EN APERTURA POR APLICACIÓN BIM | | 5,98 | 4,41 | 10,39 | |
| FACTURACION MEDIA TIENDA /DIA ESTIMADA OPC. 4 | 400 | 2392 | 1764 | 4156 | |
| FRANQUICIADO MARGEN ESTIMADO 60% (Según productos) | 240 | 1435,2 | 1058,4 | 2493,6 | |
| FRANQUICIADOR VENTAS ESTIMADO 40% RESTANTE | 160 | 956,8 | 705,6 | 1662,4 | |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 35% | 56 | 334,88 | 246,96 | 581,84 | 54,76 |
| %E VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 40% | 64 | 382,72 | 282,24 | 664,96 | 54,76 |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 45% | 72 | 430,56 | 317,52 | 748,08 | 54,76 |
| | | | | | 636,60 |
| | | | | | 719,72 |
| | | | | | 802,84 |
| DÍAS GANADOS EN APERTURA POR APLICACIÓN BIM | | 5,98 | 4,41 | 10,39 | |
| FACTURACION MEDIA TIENDA /DIA ESTIMADA OPC. 5 | 500 | 2990 | 2205 | 5195 | |
| FRANQUICIADO MARGEN ESTIMADO 60% (Según productos) | 300 | 1794 | 1323 | 3117 | |
| FRANQUICIADOR VENTAS ESTIMADO 40% RESTANTE | 200 | 1196 | 882 | 2078 | |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 35% | 70 | 418,6 | 308,7 | 727,3 | 54,76 |
| %E VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 40% | 80 | 478,4 | 352,8 | 831,2 | 54,76 |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 45% | 90 | 538,2 | 396,9 | 935,1 | 54,76 |
| | | | | | 782,06 |
| | | | | | 885,96 |
| | | | | | 989,86 |
| DÍAS GANADOS EN APERTURA POR APLICACIÓN BIM | | 5,98 | 4,41 | 10,39 | |
| FACTURACION MEDIA TIENDA /DIA ESTIMADA OPC. 6 | 600 | 3588 | 2646 | 6234 | |
| FRANQUICIADO MARGEN ESTIMADO 60% (Según productos) | 360 | 2152,8 | 1587,6 | 3740,4 | |
| FRANQUICIADOR VENTAS ESTIMADO 40% RESTANTE | 240 | 1435,2 | 1058,4 | 2493,6 | |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 35% | 84 | 502,32 | 370,44 | 872,76 | 54,76 |
| %E VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 40% | 96 | 574,08 | 423,36 | 997,44 | 54,76 |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 45% | 108 | 645,84 | 476,28 | 1122,12 | 54,76 |
| | | | | | 927,52 |
| | | | | | 1052,20 |
| | | | | | 1176,88 |

Tabla 7.6 Simulación por tramos de facturación y porcentajes de margen.

Se hace un análisis de las diferentes opciones y dado que el coste a recuperar es la diferencia de trabajar con protocolo BIM a trabajar con protocolo CAD tenemos un escalado de recuperación o retorno de la inversión según los tramos de la simulación anterior.

| | | | RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN € | | | |
|--|--------------|----------------|--------------------------------|------------|--------------------|------------|
| | | | BIM opc A | 37.553,07 | BIM opc B | 16.750,07 |
| | | | Nº tiendas A | R.O.I Años | Nº tiendas B | R.O.I Años |
| DIAS GANADOS EN APERTURA POR APLICACIÓN BIM | 10,39 | TOTAL | (25 tiendas / año) | | (25 tiendas / año) | |
| FACTURACION MEDIA TIENDA /DIA ESTIMADA OPC. 1 | 100 | | | | | |
| FRANQUICIADO MARGEN ESTIMADO 60% (Según productos) | 60 | | | | | |
| FRANQUICIADOR VENTAS ESTIMADO 40% RESTANTE | 40 | | | | | |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 35% | 14 | 200,22 | 187,56 | 7,50 | 83,66 | 3,35 |
| %E VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 40% | 16 | 221,00 | 169,92 | 6,80 | 75,79 | 3,03 |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 45% | 18 | 241,78 | 155,32 | 6,21 | 69,28 | 2,77 |
| DIAS GANADOS EN APERTURA POR APLICACIÓN BIM | 10,39 | | | | | |
| FACTURACION MEDIA TIENDA /DIA ESTIMADA OPC. 2 | 200 | | | | | |
| FRANQUICIADO MARGEN ESTIMADO 60% (Según productos) | 120 | | | | | |
| FRANQUICIADOR VENTAS ESTIMADO 40% RESTANTE | 80 | | | | | |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 35% | 28 | 345,68 | 108,64 | 4,35 | 48,46 | 1,94 |
| %E VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 40% | 32 | 387,24 | 96,98 | 3,88 | 43,26 | 1,73 |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 45% | 36 | 428,80 | 87,58 | 3,50 | 39,06 | 1,56 |
| DIAS GANADOS EN APERTURA POR APLICACIÓN BIM | 10,39 | | | | | |
| FACTURACION MEDIA TIENDA /DIA ESTIMADA OPC. 3 | 300 | | | | | |
| FRANQUICIADO MARGEN ESTIMADO 60% (Según productos) | 180 | | | | | |
| FRANQUICIADOR VENTAS ESTIMADO 40% RESTANTE | 120 | | | | | |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 35% | 42 | 491,14 | 76,46 | 3,06 | 34,10 | 1,36 |
| %E VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 40% | 48 | 553,48 | 67,85 | 2,71 | 30,26 | 1,21 |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 45% | 54 | 615,82 | 60,98 | 2,44 | 27,20 | 1,09 |
| DIAS GANADOS EN APERTURA POR APLICACIÓN BIM | 10,39 | | | | | |
| FACTURACION MEDIA TIENDA /DIA ESTIMADA OPC. 4 | 400 | | | | | |
| FRANQUICIADO MARGEN ESTIMADO 60% (Según productos) | 240 | | | | | |
| FRANQUICIADOR VENTAS ESTIMADO 40% RESTANTE | 160 | | | | | |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 35% | 56 | 636,60 | 58,99 | 2,36 | 26,31 | 1,05 |
| %E VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 40% | 64 | 719,72 | 52,18 | 2,09 | 23,27 | 0,93 |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 45% | 72 | 802,84 | 46,78 | 1,87 | 20,86 | 0,83 |
| DIAS GANADOS EN APERTURA POR APLICACIÓN BIM | 10,39 | | | | | |
| FACTURACION MEDIA TIENDA /DIA ESTIMADA OPC. 5 | 500 | | | | | |
| FRANQUICIADO MARGEN ESTIMADO 60% (Según productos) | 300 | | | | | |
| FRANQUICIADOR VENTAS ESTIMADO 40% RESTANTE | 200 | | | | | |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 35% | 70 | 782,06 | 48,02 | 1,92 | 21,42 | 0,86 |
| %E VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 40% | 80 | 885,96 | 42,39 | 1,70 | 18,91 | 0,76 |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 45% | 90 | 989,86 | 37,94 | 1,52 | 16,92 | 0,68 |
| DIAS GANADOS EN APERTURA POR APLICACIÓN BIM | 10,39 | | | | | |
| FACTURACION MEDIA TIENDA /DIA ESTIMADA OPC. 6 | 600 | | | | | |
| FRANQUICIADO MARGEN ESTIMADO 60% (Según productos) | 360 | | | | | |
| FRANQUICIADOR VENTAS ESTIMADO 40% RESTANTE | 240 | | | | | |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 35% | 84 | 927,52 | 40,49 | 1,62 | 18,06 | 0,72 |
| %E VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 40% | 96 | 1052,20 | 35,69 | 1,43 | 15,92 | 0,64 |
| % VENTA RESTANTE FRANQUICIADOR 45% | 108 | 1176,88 | 31,91 | 1,28 | 14,23 | 0,57 |

Tabla.7.7 Tabla de ROI según la simulación.

Según estos datos para los tramos de menores facturaciones previstas la implantación de BIM tendría un ROI del entorno de 3 años para la opción B de costes, sin embargo para facturaciones medias ya se reduce el ROI a menos de 3 años para la opción A . Si los tramos de facturación contemplados son los de mayor valor el ROI para la opción A se establece el entorno de año y medio y muy por debajo de un año para la opción B. Datos que arrojan unos resultados muy interesantes y que sirven de justificación de la

inversión en protocolos BIM, incluso con los recursos previstos en la opción A con más elevada inversión.

Si tenemos en cuenta la formulación planteada por Autodesk® para el cálculo del ROI de implantación de BIM tenemos:

$$\frac{\left(B - \left(\frac{B}{1+E} \right) \right) \times (12 - C)}{A + (B \times C \times D)} = ROI \text{ DEL PRIMER AÑO (First Year ROI)}$$

Siendo:

| | Opción A | Opción B |
|---|-----------|-----------|
| A= coste del hardware y el software (euros) | 33.371,00 | 12.568,00 |
| B= costes laborales mensuales (euros) | 2.456,46 | 2.456,46 |
| C= tiempo de aprendizaje (meses) | 1 | 1 |
| D= productividad perdida durante el aprendizaje (%) | 50% | 50% |
| E= productividad ganada después del aprendizaje (%) | 27% | 27% |

Los costes del hardware y software son los considerados en la tabla de presupuestos de los mismos.

Los costes laborales como ya consideramos anteriormente están basados en los que aporta el INE en este sentido.

El tiempo de aprendizaje se considera 1 mes, aunque ha sido contrastado que en menos de un mes los resultados por aplicación BIM eran ya como mínimo iguales en productividad al sistema CAD.

La productividad ganada después del aprendizaje se ha valorado basándonos en los tiempos comparativos resultado de aplicar un sistema y otro. Dado que con BIM los tiempos fueron de 77 h, 56 minutos y 38 segundos y los de CAD 107 horas 5 minutos y 10 segundos, obtenemos una mejora de la productividad del 27,2%.

Los resultados en cualquiera de las opciones de inversión planteadas, incluso en la mayor de ellas, presenta unos valores positivos y muy a favor de la toma de decisión de implantación de BIM

| ROI DEL PRIMER AÑO | |
|--------------------|----------|
| Opción A | Opción B |
| 16,70% | 41,88% |

Tal y como se planteó en su día por Autodesk (2007), un ROI más completo sobre la adopción de BIM podría incluir las ganancias derivadas del aumento de facturación, la calidad de los proyectos, la fidelización de clientes, mejores presentaciones y comunicación con los clientes, vínculos con aplicaciones de análisis externas, etc. Lo difícil resulta proyectar el valor de estas ganancias.

En este sentido vamos a revisar la operación mediante el cálculo del Valor Actual Neto o VAN, determinando la bondad de los retornos calculados y ver con otros criterios si el ROI de la inversión de BIM es interesante. El método permite tener en cuenta el beneficio que una inversión produce en un determinado tiempo. Debemos analizar para ello el tipo de interés a aplicar, en nuestro caso de estudio nos basamos en el valor medio de las operaciones concedidas por la Línea ICO Empresas y Emprendedores publicada en 2016 (año que tomamos como referencia) para plazos entre 2 y 4 años con Euribor a 6 meses más el 4%, tomando un valor de referencia de seguridad por posibles subidas del Euribor (En valores negativos en el momento considerado). Por ello en el periodo consideramos tipo de interés final el 4%.

A continuación calculamos el beneficio neto de cada año, que será estimado real cuando esté extrapolado al año n.

Aplicamos pues la fórmula:

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

No consideramos la influencia de la inflación en nuestro escenario y cálculos, basados en el dato acumulado de los 4 últimos años de dicho índice que es negativo.

Si se hubiera hecho una previsión de un escenario con subidas de inflación importantes debería haber sido tenido en cuenta porque modificaría el resultado final.

Para el cálculo del coste I_0 (coste de llevar a cabo la inversión) y sucesivos tan solo consideraremos el coste de la inversión en equipos de software y hardware, dado que no asumimos en nuestro caso un exceso de costes laborales por implantación de BIM y para años sucesivos vamos a estimar un coste de mantenimiento y soporte de equipos informáticos adicional de 1.000 €, que hemos considerado suficiente para la renovación de equipos, pequeños imprevistos y licencias.

Para definir V_t consideramos de base la misma simulación de diferentes tramos de facturación y margen comercial de los puntos de venta, siendo este valor la diferencia entre ingresos y gastos netos que reporta la inversión cada año.

El valor K es lo que se denomina tasa de descuento, generalmente se usa con el valor del tipo de interés considerado.

Tomaremos también la Tasa Interna de Retorno o de Rentabilidad (TIR), como otro método de valoración de la inversión de implantación de BIM mediante la medición de la rentabilidad de los cobros y los pagos actualizados, generados por la inversión, y veremos si arroja valores interesantes por encima de la tasa de descuento para determinar si la inversión es factible y rentable.

OPC BIMA y simulación con tramo de facturación 100 € / día

| Año | Desembolso | Ingresos derivados de la inversión | | | Movimiento de fondos (Flujo de caja) | | | Fondos actualizados | | | VAN | | | TIR | | | |
|-----------|------------------|------------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------|---------------------|---------------|-----------------|------------|---------------|---------------|-----|-----|-----|-------------|
| | | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | |
| 0 | 33.371,44 | | | | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | | | | | | | |
| 1 | 1.000,00 | 5.005,50 | 5.525,00 | 6.044,50 | 4.005,50 | 4.525,00 | 5.044,50 | 3.851,44 | 4.350,96 | 4.850,48 | -29.520,00 | -29.020,48 | -28.520,96 | | | | |
| 2 | 1.000,00 | 5.005,50 | 5.525,00 | 6.044,50 | 4.005,50 | 4.525,00 | 5.044,50 | 3.703,31 | 4.183,62 | 4.663,92 | -25.816,69 | -24.836,86 | -23.857,04 | | | | |
| 3 | 1.000,00 | 5.005,50 | 5.525,00 | 6.044,50 | 4.005,50 | 4.525,00 | 5.044,50 | 3.560,87 | 4.022,71 | 4.484,54 | -22.255,81 | -20.814,15 | -19.372,49 | | | | |
| 4 | 1.000,00 | 5.005,50 | 5.525,00 | 6.044,50 | 4.005,50 | 4.525,00 | 5.044,50 | 3.423,92 | 3.867,99 | 4.312,06 | -18.831,89 | -16.946,16 | -15.060,43 | | | | |
| 5 | 1.000,00 | 5.005,50 | 5.525,00 | 6.044,50 | 4.005,50 | 4.525,00 | 5.044,50 | 3.292,23 | 3.719,22 | 4.146,21 | -15.539,67 | -13.226,94 | -10.914,22 | | | | |
| 6 | 1.000,00 | 5.005,50 | 5.525,00 | 6.044,50 | 4.005,50 | 4.525,00 | 5.044,50 | 3.165,60 | 3.576,17 | 3.986,74 | -12.374,06 | -9.650,77 | -6.927,48 | | | | |
| 7 | 1.000,00 | 5.005,50 | 5.525,00 | 6.044,50 | 4.005,50 | 4.525,00 | 5.044,50 | 3.043,85 | 3.438,63 | 3.833,41 | -9.330,21 | -6.212,14 | -3.094,08 | | | | |
| 8 | 1.000,00 | 5.005,50 | 5.525,00 | 6.044,50 | 4.005,50 | 4.525,00 | 5.044,50 | 2.926,78 | 3.306,37 | 3.685,97 | -6.403,43 | -2.905,77 | 591,89 | | | | 4,4% |
| 9 | 1.000,00 | 5.005,50 | 5.525,00 | 6.044,50 | 4.005,50 | 4.525,00 | 5.044,50 | 2.814,21 | 3.179,20 | 3.544,20 | -3.589,22 | 273,44 | | | | | 4,2% |
| T. | 42.371,44 | 45.049,50 | 49.725,00 | 54.400,50 | 2.678,06 | 7.353,56 | 12.029,06 | -3.589,22 | 273,44 | 4.136,09 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|---------------|-----------------|
| T. | 42.371,44 | 45.049,50 | 49.725,00 | 54.400,50 | 2.678,06 | 7.353,56 | 12.029,06 | -3.589,22 | 273,44 | 4.136,09 |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|---------------|-----------------|

| | |
|-------------------|-----------|
| TASA DE DESCUENTO | 4% |
|-------------------|-----------|

OPC BIM B y simulación con tramo de facturación 100 € / día

| Año | Desembolso | Ingresos derivados de la inversión | | | Movimiento de fondos (Flujo de caja) | | | Fondos actualizados | | | VAN | | | TIR | | | |
|-----------|------------------|------------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|--------------|--------------|-------------|
| | | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | |
| 0 | 12.568,44 | | | | -12.568,44 | -12.568,44 | -12.568,44 | -12.568,44 | -12.568,44 | -12.568,44 | | | | | | | |
| 1 | 1.000,00 | 5.005,50 | 5.525,00 | 6.044,50 | 4.005,50 | 4.525,00 | 5.044,50 | 3.851,44 | 4.350,96 | 4.850,48 | -8.717,00 | -8.217,48 | -7.717,96 | | | | |
| 2 | 1.000,00 | 5.005,50 | 5.525,00 | 6.044,50 | 4.005,50 | 4.525,00 | 5.044,50 | 3.703,31 | 4.183,62 | 4.663,92 | -5.013,69 | -4.033,86 | -3.054,04 | | | | |
| 3 | 1.000,00 | 5.005,50 | 5.525,00 | 6.044,50 | 4.005,50 | 4.525,00 | 5.044,50 | 3.560,87 | 4.022,71 | 4.484,54 | -1.452,81 | -11,15 | 1.430,51 | | | | 9,9% |
| 4 | 1.000,00 | 5.005,50 | 5.525,00 | 6.044,50 | 4.005,50 | 4.525,00 | 5.044,50 | 3.423,92 | 3.867,99 | 4.312,06 | 1.971,11 | 3.856,84 | | | 10,5% | 16,4% | |
| T. | 16.568,44 | 20.022,00 | 22.100,00 | 24.178,00 | 3.453,56 | 5.531,56 | 7.609,56 | 1.971,11 | 3.856,84 | 5.742,57 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| T. | 16.568,44 | 20.022,00 | 22.100,00 | 24.178,00 | 3.453,56 | 5.531,56 | 7.609,56 | 1.971,11 | 3.856,84 | 5.742,57 |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|

Tabla.7.8 VAN y TIR según primer tramo de la simulación.

OPC BIMA y simulación con tramo de facturación 200 € / día

| Año | Desembolso | Ingresos derivados de la inversión | | | Movimiento de fondos (Flujo de caja) | | | Fondos actualizados | | | VAN | | | TIR | | | |
|-----------|------------------|------------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------------|------------------|------------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|-----|-------------|-------------|-------------|
| | | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | |
| 0 | 33.371,44 | | | | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | | | | | | | |
| 1 | 1.000,00 | 8.642,00 | 9.681,00 | 10.720,00 | 7.642,00 | 8.681,00 | 9.720,00 | 7.348,08 | 8.347,12 | 9.346,15 | -26.023,36 | -25.024,32 | -24.025,29 | | | | |
| 2 | 1.000,00 | 8.642,00 | 9.681,00 | 10.720,00 | 7.642,00 | 8.681,00 | 9.720,00 | 7.065,46 | 8.026,07 | 8.986,69 | -18.957,90 | -16.998,25 | -15.038,60 | | | | |
| 3 | 1.000,00 | 8.642,00 | 9.681,00 | 10.720,00 | 7.642,00 | 8.681,00 | 9.720,00 | 6.793,71 | 7.717,38 | 8.641,04 | -12.164,19 | -9.280,87 | -6.397,56 | | | | |
| 4 | 1.000,00 | 8.642,00 | 9.681,00 | 10.720,00 | 7.642,00 | 8.681,00 | 9.720,00 | 6.532,41 | 7.420,56 | 8.308,70 | -5.631,78 | -1.860,32 | 1.911,14 | | | | 6,4% |
| 5 | 1.000,00 | 8.642,00 | 9.681,00 | 10.720,00 | 7.642,00 | 8.681,00 | 9.720,00 | 6.281,17 | 7.135,15 | 7.989,13 | 649,39 | 5.274,83 | | | 4,7% | 9,5% | |
| T. | 38.371,44 | 43.210,00 | 48.405,00 | 53.600,00 | 4.838,56 | 10.033,56 | 15.228,56 | 649,39 | 5.274,83 | 9.900,27 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| T. | 38.371,44 | 43.210,00 | 48.405,00 | 53.600,00 | 4.838,56 | 10.033,56 | 15.228,56 | 649,39 | 5.274,83 | 9.900,27 |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|---------------|-----------------|-----------------|

| | |
|-------------------|-----------|
| TASA DE DESCUENTO | 4% |
|-------------------|-----------|

OPC BIM B y simulación con tramo de facturación 200 € / día

| Año | Desembolso | Ingresos derivados de la inversión | | | Movimiento de fondos (Flujo de caja) | | | Fondos actualizados | | | VAN | | | TIR | | | |
|-----------|------------------|------------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--|
| | | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | |
| 0 | 12.568,00 | | | | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | | | | | | | |
| 1 | 1.000,00 | 8.642,00 | 9.681,00 | 10.720,00 | 7.642,00 | 8.681,00 | 9.720,00 | 7.348,08 | 8.347,12 | 9.346,15 | -5.219,92 | -4.220,88 | -3.221,85 | | | | |
| 2 | 1.000,00 | 8.642,00 | 9.681,00 | 10.720,00 | 7.642,00 | 8.681,00 | 9.720,00 | 7.065,46 | 8.026,07 | 8.986,69 | 1.845,54 | 3.805,19 | 5.764,84 | 14,1% | 24,5% | 34,7% | |
| T. | 14.568,00 | 17.284,00 | 19.362,00 | 21.440,00 | 2.716,00 | 4.794,00 | 6.872,00 | 1.845,54 | 3.805,19 | 5.764,84 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| T. | 14.568,00 | 17.284,00 | 19.362,00 | 21.440,00 | 2.716,00 | 4.794,00 | 6.872,00 | 1.845,54 | 3.805,19 | 5.764,84 |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|

Tabla.7.9 VAN y TIR según segundo tramo de la simulación.

OPC BIMA y simulación con tramo de facturación 300 €/ día

| Año | Desembolso | Ingresos derivados de la inversión | | | Movimiento de fondos (Flujo de caja) | | | Fondos actualizados | | | VAN | | | TIR | | |
|-----|------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|------|-------|
| | | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% |
| 0 | 33.371,44 | | | | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | | | | | | |
| 1 | 1.000,00 | 12.278,50 | 13.837,00 | 15.395,50 | 11.278,50 | 12.837,00 | 14.395,50 | 10.844,71 | 12.343,27 | 13.841,83 | -22.526,73 | -21.028,17 | -19.529,61 | | | |
| 2 | 1.000,00 | 12.278,50 | 13.837,00 | 15.395,50 | 11.278,50 | 12.837,00 | 14.395,50 | 10.427,61 | 11.868,53 | 13.309,45 | -12.099,12 | -9.159,64 | -6.220,16 | | | |
| 3 | 1.000,00 | 12.278,50 | 13.837,00 | 15.395,50 | 11.278,50 | 12.837,00 | 14.395,50 | 10.026,55 | 11.412,05 | 12.797,55 | -2.072,58 | 2.252,40 | 6.577,38 | | 7,5% | 14,1% |
| 4 | 1.000,00 | 12.278,50 | 13.837,00 | 15.395,50 | 11.278,50 | 12.837,00 | 14.395,50 | 9.640,91 | 10.973,12 | 12.305,33 | 7.568,33 | | | 13,3% | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|
| T. | 37.371,44 | 49.114,00 | 55.348,00 | 61.582,00 | 11.742,56 | 17.976,56 | 24.210,56 | 7.568,33 | 13.225,52 | 18.882,72 | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|

| | |
|-------------------|----|
| TASA DE DESCUENTO | 4% |
|-------------------|----|

OPC BIM B y simulación con tramo de facturación 300 €/ día

| Año | Desembolso | Ingresos derivados de la inversión | | | Movimiento de fondos (Flujo de caja) | | | Fondos actualizados | | | VAN | | | TIR | | |
|-----|------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|
| | | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% |
| 0 | 12.568,00 | | | | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | | | | | | |
| 1 | 1.000,00 | 12.278,50 | 13.837,00 | 15.395,50 | 11.278,50 | 12.837,00 | 14.395,50 | 10.844,71 | 12.343,27 | 13.841,83 | -1.723,29 | -224,73 | 1.273,83 | | | 14,5% |
| 2 | 1.000,00 | 12.278,50 | 13.837,00 | 15.395,50 | 11.278,50 | 12.837,00 | 14.395,50 | 10.427,61 | 11.868,53 | 13.309,45 | 8.704,32 | 11.643,80 | | 49,7% | 64,3% | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|
| T. | 14.568,00 | 24.557,00 | 27.674,00 | 30.791,00 | 9.989,00 | 13.106,00 | 16.223,00 | 8.704,32 | 11.643,80 | 14.583,28 | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|

Tabla.7.10 VAN y TIR según tercer tramo de la simulación.

OPC BIMA y simulación con tramo de facturación 400 €/ día

| Año | Desembolso | Ingresos derivados de la inversión | | | Movimiento de fondos (Flujo de caja) | | | Fondos actualizados | | | VAN | | | TIR | | |
|-----|------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|-------|------|
| | | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% |
| 0 | 33.371,44 | | | | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | | | | | | |
| 1 | 1.000,00 | 15.915,00 | 17.993,00 | 20.071,05 | 14.915,00 | 16.993,00 | 19.071,05 | 14.341,35 | 16.339,42 | 18.337,55 | -19.030,09 | -17.032,02 | -15.033,89 | | | |
| 2 | 1.000,00 | 15.915,00 | 17.993,00 | 20.071,05 | 14.915,00 | 16.993,00 | 19.071,05 | 13.789,76 | 15.710,98 | 17.632,26 | -5.240,34 | -1.321,03 | 2.598,37 | | | 9,4% |
| 3 | 1.000,00 | 15.915,00 | 17.993,00 | 20.071,05 | 14.915,00 | 16.993,00 | 19.071,05 | 13.259,38 | 15.106,72 | 16.954,09 | 8.019,04 | 13.785,68 | | 16,2% | 24,6% | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|
| T. | 36.371,44 | 47.745,00 | 53.979,00 | 60.213,15 | 11.373,56 | 17.607,56 | 23.841,71 | 8.019,04 | 13.785,68 | 19.552,46 | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|

| | |
|-------------------|----|
| TASA DE DESCUENTO | 4% |
|-------------------|----|

OPC BIM B y simulación con tramo de facturación 400 €/ día

| Año | Desembolso | Ingresos derivados de la inversión | | | Movimiento de fondos (Flujo de caja) | | | Fondos actualizados | | | VAN | | | TIR | | |
|-----|------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|----------|----------|----------|-------|-------|-------|
| | | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% |
| 0 | 12.568,00 | | | | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | | | | | | |
| 1 | 1.000,00 | 15.915,00 | 17.993,00 | 20.071,05 | 14.915,00 | 16.993,00 | 19.071,05 | 14.341,35 | 16.339,42 | 18.337,55 | 1.773,35 | 3.771,42 | 5.769,55 | 18,7% | 35,2% | 51,7% |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|--|--|--|--|--|
| T. | 13.568,00 | 15.915,00 | 17.993,00 | 20.071,05 | 2.347,00 | 4.425,00 | 6.503,05 | 1.773,35 | 3.771,42 | 5.769,55 | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|--|--|--|--|--|

Tabla.7.11 VAN y TIR según cuarto tramo de la simulación.

OPC BIMA y simulación con tramo de facturación 500 € / día

| Año | Desembolso | Ingresos derivados de la inversión | | | Movimiento de fondos (Flujo de caja) | | | Fondos actualizados | | | VAN | | | TIR | | |
|-----|------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------|-------|-------|
| | | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% |
| 0 | 33.371,44 | | | | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | | | | | | |
| 1 | 1.000,00 | 19.551,50 | 22.149,00 | 24.746,50 | 18.551,50 | 21.149,00 | 23.746,50 | 17.837,98 | 20.335,58 | 22.833,17 | -15.533,46 | -13.035,86 | -10.538,27 | | | |
| 2 | 1.000,00 | 19.551,50 | 22.149,00 | 24.746,50 | 18.551,50 | 21.149,00 | 23.746,50 | 17.151,90 | 19.553,44 | 21.954,97 | 1.618,45 | 6.517,58 | 11.416,71 | 7,4% | 17,4% | 27,1% |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|--|--|--|--|--|--|
| T. | 35.371,44 | 39.103,00 | 44.298,00 | 49.493,00 | 3.731,56 | 8.926,56 | 14.121,56 | 1.618,45 | 6.517,58 | 11.416,71 | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|--|--|--|--|--|--|

| | |
|-------------------|----|
| TASA DE DESCUENTO | 4% |
|-------------------|----|

OPC BIM B y simulación con tramo de facturación 500 € / día

| Año | Desembolso | Ingresos derivados de la inversión | | | Movimiento de fondos (Flujo de caja) | | | Fondos actualizados | | | VAN | | | TIR | | |
|-----|------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|----------|----------|-----------|-------|-------|-------|
| | | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% |
| 0 | 12.568,00 | | | | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | | | | | | |
| 1 | 1.000,00 | 19.551,50 | 22.149,00 | 24.746,50 | 18.551,50 | 21.149,00 | 23.746,50 | 17.837,98 | 20.335,58 | 22.833,17 | 5.269,98 | 7.767,58 | 10.265,17 | 47,6% | 68,3% | 88,9% |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|--|--|--|--|--|--|
| T. | 13.568,00 | 19.551,50 | 22.149,00 | 24.746,50 | 5.983,50 | 8.581,00 | 11.178,50 | 5.269,98 | 7.767,58 | 10.265,17 | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|--|--|--|--|--|--|

Tabla.7.12 VAN y TIR según quinto tramo de la simulación.

OPC BIMA y simulación con tramo de facturación 600 € / día

| Año | Desembolso | Ingresos derivados de la inversión | | | Movimiento de fondos (Flujo de caja) | | | Fondos actualizados | | | VAN | | | TIR | | |
|-----|------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|
| | | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% |
| 0 | 33.371,44 | | | | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | -33.371,44 | | | | | | |
| 1 | 1.000,00 | 23.188,00 | 26.305,00 | 29.422,00 | 22.188,00 | 25.305,00 | 28.422,00 | 21.334,62 | 24.331,73 | 27.328,85 | -12.036,82 | -9.039,71 | -6.042,59 | | | |
| 2 | 1.000,00 | 23.188,00 | 26.305,00 | 29.422,00 | 22.188,00 | 25.305,00 | 28.422,00 | 20.514,05 | 23.395,89 | 26.277,74 | 8.477,23 | 14.356,19 | 20.235,14 | 21,3% | 32,9% | 44,2% |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|
| T. | 35.371,44 | 46.376,00 | 52.610,00 | 58.844,00 | 11.004,56 | 17.238,56 | 23.472,56 | 8.477,23 | 14.356,19 | 20.235,14 | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|

| | |
|-------------------|----|
| TASA DE DESCUENTO | 4% |
|-------------------|----|

OPC BIM B y simulación con tramo de facturación 600 € / día

| Año | Desembolso | Ingresos derivados de la inversión | | | Movimiento de fondos (Flujo de caja) | | | Fondos actualizados | | | VAN | | | TIR | | |
|-----|------------|------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|----------|-----------|-----------|-------|--------|--------|
| | | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% | 35% | 40% | 45% |
| 0 | 12.568,00 | | | | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | -12.568,00 | | | | | | |
| 1 | 1.000,00 | 23.188,00 | 26.305,00 | 29.422,00 | 22.188,00 | 25.305,00 | 28.422,00 | 21.334,62 | 24.331,73 | 27.328,85 | 8.766,62 | 11.763,73 | 14.760,85 | 76,5% | 101,3% | 126,1% |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|
| T. | 13.568,00 | 23.188,00 | 26.305,00 | 29.422,00 | 9.620,00 | 12.737,00 | 15.854,00 | 8.766,62 | 11.763,73 | 14.760,85 | | | | | | |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|

Tabla.7.13 VAN y TIR según sexto tramo de la simulación.

Observamos que los datos arrojados por el VAN para la opción A indican que con el primer intervalo de rentabilidad prevista del 35% se necesitan más de 9 años para hacer interesante la inversión en BIM, en el tramo del 40% se necesitan 9 años y en el tramo de 45% se necesitarían 8 años. La TIR en estos casos es superior a la tasa de descuento del 4%, sin embargo claramente estos periodos de retorno tan altos no son interesantes.

Para la opción B, en este primer tramo, los periodos se establecen entre 3 y 4 años, llegando la TIR en el peor de los casos a estar entorno al 10%. Debemos empezar en estos casos a plantearnos las posibilidades reales de implantación de BIM.

Según avanzamos en otros tramos con la simulación observamos que los ratios de la VAN y TIR mejoran sustancialmente, consiguiendo valores positivos en el segundo tramo para la opción B con retorno en el segundo año y con mucha rentabilidad para la opción B a partir de cualquier otro tramo superior considerado.

En el caso de la mayor inversión prevista con la opción A conseguimos retornos a partir del segundo año y descendiendo en tiempo a partir del cuarto tramo de la simulación.

El resultado de interpretación de los datos ratifica y coincide sustancialmente con los cálculos iniciales de ROI que ya analizamos y que plasmamos en las tablas 7.6 y 7.7

Todo ello sin haber tenido en cuenta las mejoras en interpretación y análisis de los proyectos por el uso de metadatos vinculados a los objetos BIM, la automatización por ejemplo que esto supone a la hora de elaborar presupuestos y tampoco hemos tenido en cuenta la mejora en la percepción de la imagen de la empresa.

Centrándonos también en comprobar que el uso de BIM produce una mejora de percepción de la calidad de la empresa y de los procesos, aunque esta mejora no sea fácil de ser cuantificada económicamente, se ha realizado una entrevista con escala tipo Likert, validando la misma por la fiabilidad que nos aporta el valor del alfa de Cronbach.

Es difícil cuantificar el impacto económico de la percepción de mejora de calidad y de imagen de empresa pero es un valor más a tener en cuenta. En la parte de estrategia a seguir ya analizamos el valor de una encuesta como complemento a nuestro estudio. Dentro de las ventajas encontradas por el sistema adoptado de encuesta encontramos unos costos muy reducidos, facilidad de acceso a las personas a encuestar, flexibilidad en el tiempo para el encuestado (puede contestar en cualquier momento) y se evita en cierto modo la influencia del encuestador en la respuesta.

Los resultados de la encuesta son clarificadores y contundentes también en estos aspectos de percepción de la calidad por parte de los franquiciados al respecto de la adopción de protocolos BIM.

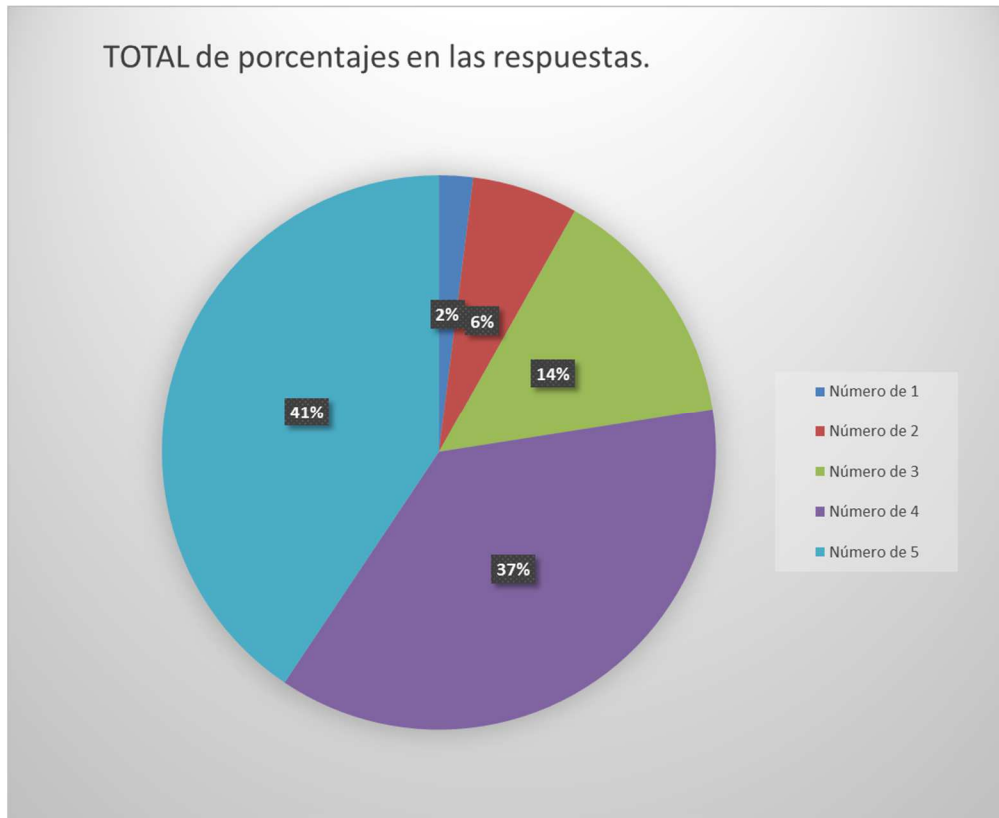


Figura 7.2 Total de porcentajes de respuestas encuesta.

Con un Alfa de Cronbach de 0,9139 que aporta confiabilidad al estudio a través de la encuesta con escala tipo Likert y con estos valores de porcentajes de respuestas reflejados en la tabla anterior queda de manifiesto el aumento de percepción de calidad que refuerza el estudio económico de valoración de aplicación de protocolos BIM respecto a protocolos tradicionales CAD.

Capítulo VIII

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Resumen: La contundencia de los datos analizados a través del ROI respecto al uso de BIM y de la encuesta de escala tipo Likert nos llevan a concluir sin duda que los protocolos BIM respecto a CAD en modelos de implantación de proyectos de franquicias estudiados suponen una ventaja competitiva. Con los datos finales obtenidos se dan por satisfechos tanto el objetivo principal como los secundarios planteados en la tesis.

8.1 Resumen

La utilización de modelos de regresión, cuya validez está suficientemente acreditada bajo un conjunto de variables adecuado, y trabajar los datos desde un planteamiento comparativo del ROI de implantación de BIM respecto a procedimientos tradicionales CAD nos hacen estar en un entorno de análisis científico, basado en la estadística y la economía analítica.

Ese mismo entorno contrastado y científico es la base del planteamiento de procedimiento de análisis a través de encuesta de escala tipo Likert.

El análisis ROI BIM y la encuesta constituyen pues nuestras dos principales líneas de trabajo de investigación.

Nos amparamos en una estrategia bien definida y clara debido a poder desarrollar la toma de datos dentro de las labores profesionales de una red de franquicias.

Recordemos que la tesis tenía como objetivo principal la descripción una nueva y mejor solución a los procesos de toma de datos, diseño de proyecto e implantación de modelos de líneas de negocio o puntos de venta de franquicias.

Con métodos y materiales que unen BIM y fotogrametría conseguimos plasmar los resultados buscados, entregando proyectos acabados a los clientes.

Al analizar diferentes tecnologías mejoramos el proceso al poder valorar ventajas e inconvenientes de cada una de ellas pasando por sistemas fotogramétricos, realidad virtual o realidad aumentada.

Pretendemos demostrar que recuperamos la inversión respecto a costes con protocolo CAD tradicional y que se mejora la eficiencia, la productividad, se disminuyen los defectos de la medición, y que se mejora además la capacidad financiera de los franquiciados al repercutir en ellos un menor coste por mejora de tiempos de apertura.

La mejora de la percepción de calidad del sistema de franquicia es otro de los objetivos planteados.

8.2 Conclusiones

Tras resultados y análisis comparativo obtenido en el capítulo 7 podemos concluir que:

Las mejoras en tiempos de toma de datos y procesado BIM respecto CAD no son tan significativos como se esperaba inicialmente, pero es debido al reducido tamaño de los proyectos del caso de estudio. Sin embargo porcentualmente conseguimos una mejora de productividad por encima del 27%.

El tiempo de toma de la decisión de inversión, que es independiente del tamaño de las tiendas, indica que se mejora con BIM respecto a procesos basados en protocolos CAD. En nuestro estudio este valor es de 5,98 días, posible influencia comercial positiva de este tipo de presentaciones. Lo que sí es objetivo y medible es que se produce un impacto económico positivo en el franquiciador por adelanto de aperturas.

Los tiempos en procesos de reforma hasta apertura nos indican que se mejoran con protocolos 3D-BIM respecto a CAD, se reducen las consultas y los errores de ejecución. Según el modelo de regresión considerado este valor es de 4,11 días, con su impacto económico positivo en este caso para franquiciador y franquiciado. Con un R^2 corregido de 0,8911 y el gráfico de probabilidad normal muy ajustado a la diagonal se validan los datos obtenidos.

El ROI BIM respecto a CAD es favorable. Realizada la simulación para dos opciones distintas de coste de implantación BIM respecto CAD la A de 37.553,07 € y la B de 16.750,07 € obtenemos unos resultados muy contundentes para la justificación de la inversión en protocolos BIM, incluso con los recursos previstos en la opción A con mayores recursos en hardware y software. Factores que aun mejorarían este parámetro como el uso de metadatos y presupuestos automáticos.

La percepción de calidad en los franquiciados cuando se aplican protocolos BIM es constatada por los datos de una encuesta de escala tipo Likert. Con un Alfa de Cronbach de 0,9139 que aporta confiabilidad y con estos valores de porcentajes de respuestas los resultados obtenidos son muy contundentes.

Los objetivos principal y secundario de la tesis quedan completamente cumplidos.

8.3 Futuras líneas de investigación

Como futuras líneas de investigación derivadas a la aplicación de sistemas BIM y fotogrametría en implantación de modelos de franquicias pueden significarse los siguientes:

- a) Aplicación no solo a modelos de tiendas de pequeño tamaño sino en mediano y gran tamaño y poder evaluar si en ellos se mejoran los resultados y tiene mayor repercusión en el proceso directo de medición y procesado.
- b) Aplicación del sistema no solo a procesos de mobiliario y reforma sino ampliar su influencia a procesos de implantación de productos y consumibles, con plena aplicación de metadatos y poder utilizar plenamente el 5D, definiendo costes y precios basados en la información del modelo, pudiendo valorar la influencia de esto para elementos de inmovilizado y stock de la inversión inicial según la forma y el tamaño adaptado de la tienda correspondiente, en paralelo a elementos puramente constructivos.
- c) Extender el modelo a otro tipo de franquicias combinado y de otro tipo de actividades y sectores realizando un nuevo análisis valorativo y comparativo.
- d) Aplicación de técnicas de reconocimiento e identificación de marcadores propios y elementos de realidad aumentada asociando los metadatos de los modelos BIM.
- e) Reconocimiento automático de elementos del modelo BIM en procesos de inventariado y valoración de stocks, contables aplicando sus correspondientes depreciaciones por la información de los metadatos en función de valores como la antigüedad o modificaciones recogidas en las fichas del elemento BIM correspondiente.
- f) Valoración y aplicación de modelos de trabajo BIM con implicación de 4D a 8D, tratando de determinar y ajustar programación, estimación de costes, sostenibilidad, mantenimiento y seguridad de una implantación completa.

Referencias Bibliográficas

Alsina, J. (2013). Project Charter S.A. *Gestión de Valor Ganado EVM para Control de Proyectos ver. 2.0*. Disponible en: http://www.projectcharter.com/documents/white_papers_sp/Gestion%20de%20Valor%20Ganado%20EVM%20para%20Control%20de%20Proyectos%20v2-01.pdf

Ang Yu Quian (2012). *Benefits and ROI of BIM for multi-disciplinary Project Management* (Undergraduate). National University of Singapore.

Asociación Española de Franquiciadores (2016). *Informe 2015. La Franquicia en España*. Recuperado de [http://www.franquiciadores.com/pdf/estudios/franquicia-en-espana/informe 2014/estadisticasOficiales.31.12.14.pdf](http://www.franquiciadores.com/pdf/estudios/franquicia-en-espana/informe%202014/estadisticasOficiales.31.12.14.pdf)

Autodesk (2007). *REVIT Building Information Modeling. BIM's Return on Investment*. Recuperado de: <http://static.ziftsolutions.com/files/8a7c9fef2693aa1e0126d282571c02c7>

Azuma, R (1997). *A survey of augmented reality*. Hughes Research Laboratories Presence, Estados Unidos. 6 (4):355–385, 1997.

Bercerik, Gerber and Rice (2010). *The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007–2012)*. McGraw-Hill Construction. Recuperado de <http://analyticsstore.construction.com>

BQ (2015). *Presentación: Ciclop y Horus*. Recuperado de: [http://diwo.bq.com/presentacion - ciclop-horus/](http://diwo.bq.com/presentacion-ciclop-horus/)

Building Smart Spanish Chapter (2014). *Guía de usuarios BIM. Documento 8*. Recuperado de https://www.google.es/?gws_rd=ssl#q=building+smart+spanish+chapter+guía+de+usuarios+BIM+documento+8

Cámara, C. (2011). *Del CAD al BIM (III): comparativa*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://carloscamara.es/blog/2011/03/16/del-cad-al-bim-iii-comparativa>

Coloma, E. (2008). *Introducción a la tecnología BIM.*, Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya.

De los Santos, L. (2010). *Análisis multidimensional de la estructura del coste en las obras y su integración en el resultado de la empresa constructora en función del establecimiento de objetivos*. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

EuroConstruct (2016). *Informe situación y previsiones en España*. Recuperado de <http://itec.es/servicios/estudios-mercado/euroconstruct-sumario-ultimo-informe/>

Gallaher, M., O'Connor, A., Dettbarn, J. and Gilday, L. (2004) *Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry*.

Gallego, R., Saura, N. y Nuñez P.M. (2012). *AR - Learning: libro interactivo basado en realidad aumentada con aplicación a la enseñanza*. Universidad Extremadura. Monográfico nº 8 -2012. Recuperado de: <http://iesgtballester.juntaextremadura.net/web/profesores/tejuelo/vinculos/articulos/mon08/07.pdf>

Giel, B. and R.R.A. Issa and S. Olbina (2010). *Return on investment analysis of building information modeling in construction*. W. TIZANI (Ed.), The International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE) 2010, Nottingham University Press, Nottingham, UK pp. 153–158

Giel, B. and Raja R.A. Issa (2013). *Return on Investment Analysis of Using Building Information Modeling in Construction*. J. Comput. Civ. Eng., 27(5), 511–521.

Gómez, I (2013). *Interacción de procesos BIM sobre una vivienda del movimiento moderno. La Ville Savoye*. (trabajo fin de grado). Universidad de A Coruña, A Coruña.

Gutiérrez, P. y Holman, R. (2013). *Análisis Cuantitativo de Riesgos en Proyectos*. (tesis doctoral). Universidad EAN, Bogotá. Colombia.

Instituto Nacional de Estadística (2016). *Componentes del Coste Laboral - Trimestre 4/2015*. Recuperado de: http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736045053&menu=ultiDatos&idp=1254735976596

KAIZEN (2016). Kaizen en los grupos de trabajos de la comisión BIM. *Hoja de ruta: BIM en España*. Recuperado de: <http://www.kaizenai.com/noticias/kaizen-en-los-grupos-de-trabajo-de-la-comision-bim/>

Lawler, E. E. and C. G. Worley (2006). *Built to change: how to achieve sustained organizational effectiveness*. San Francisco, CA, Jossey-Bass.

Liebana, O. y Gómez, M. (2012). *BIM in the Structural Building Education*. III jornadas Internacionales de enseñanza de la ingeniería estructural de Ache. Recuperado de https://www.academia.edu/4484939/s-bim_in_the_structural_building_education

Love, P. E. D., et al. (2013). *From justification to evaluation: Building information modeling for asset owners*. *Automation in Construction* 35(0): 208-216.

Manning R, Messner J (2008). *Case studies in BIM implementation for programming of healthcare facilities*. *ITcon* Vol. 13, Special Issue Case studies of BIM use , pg. 246-257, Recuperado de: <http://www.itcon.org/2008/18>

Martínez. (2005) *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, XXXVIII (2005) 315-332 / IIN: 1133-3677 Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/28131312_Errores_frecuentes_en_la_interpretacion_del_coeficiente_de_determinacion_lineal

McGraw-Hill Construction, (2009). *SmartMarket Report: The Business Value of BIM*. Recuperado de: <https://synchrold.com/newsletters/Business%20Value%20Of%20BIM%20In%20Global%20Markets%202014.pdf>

Ministerio de Fomento (2015). *El Ministerio de Fomento constituye la Comisión para la implantación de la metodología BIM*. Recuperado de: <http://www.fomento.gob.es/MFOMB Prensa/Noticias/El-Ministerio-de-Fomento-constituye-la-Comisi%C3%B3n-la/1b9fde98-7d87-4aed-9a46-3ab230a2da4e>

Morriscal, K. (2014). *Is BIM Increasing Your ROI? Here Are 4 Ways to Help You Find Out*. Autodesk. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://lineshapespace.com/is-bim-increasing-your-roi/>

Núñez, M.A. (2014) *Invertir en BIM ¿miedo a que no resulte rentable?*. VisualARQ. [Mensaje en un blog] Recuperado de <http://blog.visualarq.com/es/2014/05/13/invertir-en-bim-miedo-a-que-no-resulte-rentable/>

Neelamkavil, J. and Ahamed, S. (2012) *The Return on Investment from BIM-driven Projects in Construction*. IRC-RR-324, National Research Council Canadá. Recuperado de: <http://nparc.cisti-icist.nrc-cnrc.gc.ca/npsi/ctrl?action=shwart&index=an&req=20374669&lang=en>

Presto (2014). *EVM: Gestión del Valor Ganado para el Director de Obra*. Recuperado de <http://www.rib-software.es/pdf/PrestoEnLaGesti%C3%B3nDelProyecto/Notas%20t%C3%A9cnicas/EVM-Gesti%C3%B3n-del-valor-ganado-para-el-director-de-obra.pdf>

Qian, Ang Yu. (2012) *Benefits and ROI of BIM for Multi-disciplinary Project Management*. National University of Singapore. Recuperado de <http://www.icoste.org/wp-content/uploads/2011/08/Benefits-and-ROI-of-BIM-for-Multi-Disciplinary-Project-Management.pdf>

Rae, E. (2016) *Midiendo el valor de BIM: Alcanzar un ROI estratégico*. Autodesk. Recuperado de: http://www.autodesk.com/temp/emea/campaign/btt/ebook_pdf/fy15-q1-aec-btt-ebook-roi-bim-en.pdf?_ga=1.145006199.219251543.1449048946

Sen, Salih (2012) *The Impact of BIM/VDC on ROI; Developing a Financial Model for Savings and ROI Calculation of Construction Projects*. (tesis de maestría). Real Estate and Construction Management. KTH Royal Institute of Technology

Soler, J. (2014). *Desarrollo práctico del proceso de captura y tratamiento digital en 3D de imágenes para ser utilizadas en impresión 3D y aplicaciones de Animación y Realidad Aumentada*. (Trabajo fin de grado). Universitat Oberta de Catalunya. Recuperado de: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/32141/10/jsolerabTFG0614memoria.pdf>

Succar, B. (2009) *The Five Components of BIM Performance Measurement*. Recuperado de: https://www.academia.edu/227815/The_Five_Components_of_BIM_Performance_Measurement

Succar, B., Sher, W., & Williams, A. (2012). *Measuring BIM performance: Five metrics*. *Architectural Engineering & Design Management*, 8(2), 120-142. doi:10.1080/17452007.2012.659506

Ulloa, K. y Salinas, J. (2013). *Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan* (tesis de maestría). Universidad Perurana de Ciencias Aplicadas, Perú.



FICHA DE TOMA DE DATOS COMPARATIVA

TIENDA / LOCALIDAD

Madrid

INICIO TRABAJOS

10/14/2015

| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:30:00 |
| Medición m1 Fachada con alturas | 0:34:48 |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:19:12 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:13:48 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:09:36 |
| | ✓ 1:47:24 |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo.</i> | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:30:00 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:50:24 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:40:48 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:29:23 |
| Especificaciones técnicas | 1:18:01 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 0:25:16 |
| | 8:01:48 |
| | ✓ 6:13:48 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 9:49:42 |
| | ✓ 8:01:12 |

| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
|---|-----------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:21:36 |
| Medición m1 fachada y alturas | 0:15:00 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:12:37 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:10:46 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:06:33 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:10:17 |
| | ✓ 1:16:49 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | 0:09:00 |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:48:04 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:11:57 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:27:09 |
| Especificaciones técnicas | 0:25:15 |
| Elaboración de MODELO 3D | 2:20:59 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:12:38 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:10:46 |
| | 6:25:48 |
| | ✓ 7:43:32 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 7:43:32 |

Proceso terminado y archivado

Apertura 11/6/2015

✓ 6:02:32



FICHA DE TOMA DE DATOS COMPARATIVA

TIENDA / LOCALIDAD
INICIO TRABAJOS

Arenas de San Pedro
11/9/2015

| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:31:10 |
| Medición m1 Fachada con alturas | 0:34:17 |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:19:42 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:14:23 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:10:17 |
| | ✓ 1:49:46 |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo.</i> | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:48:02 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:49:17 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:52:38 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:28:14 |
| Especificaciones técnicas | 0:27:04 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:22:49 |
| | ✓ 6:38:04 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | ✓ 8:27:50 |

| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
|---|-----------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:22:48 |
| Medición m1 fachada y alturas | 0:13:25 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:11:25 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:14:27 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:07:15 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:11:29 |
| | ✓ 1:20:51 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | 3:12:34 |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 0:24:07 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:29:23 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:22:59 |
| Especificaciones técnicas | 0:19:34 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:15:03 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:13:43 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:17:29 |
| | ✓ 6:38:19 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | ✓ 6:38:19 |

Proceso terminado y archivado

Apertura 4/11/2015



FICHA DE TOMA DE DATOS COMPARATIVA

TIENDA / LOCALIDAD
INICIO TRABAJOS

Botica de los Perfumes
23/9/2015

| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:27:05 |
| Medición m1 Fachada con alturas | 0:33:16 |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:21:01 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:14:25 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:12:06 |
| | 1:47:47 |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo.</i> | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:38:24 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:43:17 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:38:56 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:22:52 |
| Especificaciones técnicas | 0:23:22 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:25:29 |
| | 6:12:26 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:00:09 |

| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
|---|-----------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:18:02 |
| Medición m1 fachada y alturas | 0:13:43 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:11:20 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:13:57 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:09:08 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:12:36 |
| | 1:18:46 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | 0 |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:51:03 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:23:28 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:42:08 |
| Especificaciones técnicas | 0:24:38 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:19:11 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:15:49 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:15:18 |
| | 5:11:26 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 6:30:12 |

Proceso terminado y archivado

Apertura *23/9/2015*



FICHA DE TOMA DE DATOS COMPARATIVA

TIENDA / LOCALIDAD
INICIO TRABAJOS

Castuera
8/5/2015

| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:23:49 |
| Medición m1 Fachada con alturas | 0:28:52 |
| Medición m2 de cristaleras/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:22:35 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:19:13 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:10:00 |
| | 1:44:41 |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo.</i> | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:36:38 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:33:39 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:35:24 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:21:04 |
| Especificaciones técnicas | 0:22:49 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:20:25 |
| | 5:49:59 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 7:34:40 |

| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
|---|-----------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:17:21 |
| Medición m1 fachada y alturas | 0:12:01 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:13:23 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:13:57 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:07:56 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:12:06 |
| | 1:16:44 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | 0:25:00 |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:42:03 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:18:02 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:34:49 |
| Especificaciones técnicas | 0:21:23 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:16:48 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:14:23 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:16:40 |
| | 4:50:08 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 6:06:52 |

Proceso terminado y archivado

Apertura 16/6/2015



FICHA DE TOMA DE DATOS COMPARATIVA

TIENDA / LOCALIDAD

Guinón

INICIO TRABAJOS

25/8/2015

| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:27:07 |
| Medición m1 Fachada con alturas | 0:37:45 |
| Medición m2 de cristaleras/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:12:37 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:07:09 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:09:10 |
| | 1:33:43 |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo.</i> | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:36:03 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:49:12 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:42:01 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:27:11 |
| Especificaciones técnicas | 0:24:06 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:13:51 |
| | 6:12:24 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 7:46:07 |

| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
|---|-----------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:22:13 |
| Medición m1 fachada y alturas | 0:18:08 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:08:24 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:06:03 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:06:38 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:09:41 |
| | 1:11:37 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:40:14 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:11:25 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:25:58 |
| Especificaciones técnicas | 0:23:29 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:19:27 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:13:47 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:11:29 |
| | 4:25:51 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 5:37:28 |

Proceso terminado y archivado

Apertura 14/10/2015



FICHA DE TOMA DE DATOS COMPARATIVA

TIENDA / LOCALIDAD
INICIO TRABAJOS

Humeros de Madrid
15/4/2015

| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:28:10 |
| Medición m1 Fachada con alturas | 0:42:02 |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:19:15 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:05:32 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:08:45 |
| | 1:43:49 |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo.</i> | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:39:56 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:56:36 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:49:24 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:23:12 |
| Especificaciones técnicas | 0:23:10 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:18:05 |
| | 6:30:19 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:14:03 |

| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
|---|-----------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:25:34 |
| Medición m1 fachada y alturas | 0:26:36 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:17:32 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:05:43 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:05:35 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:10:06 |
| | 1:31:06 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:37:23 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:12:03 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:22:07 |
| Especificaciones técnicas | 0:22:57 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:20:03 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:14:05 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:12:08 |
| | 4:17:43 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 5:48:45 |

Proceso terminado y archivado

19/5/2015 *[Signature]*



FICHA DE TOMA DE DATOS COMPARATIVA

TIENDA / LOCALIDAD
INICIO TRABAJOS

Lo Felguera
15/7/2015

| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:24:16 |
| Medición m1 Fachada con alturas | 0:25:31 |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:18:32 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:13:54 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:40:28 |
| | 1:32:40 |
| Toma de datos a través de fichas de trabajo. | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | |
| Passar datos de croquis a AUTOCAD | 2:41:10 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:57:23 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:50:21 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:24:16 |
| Especificaciones técnicas | 0:24:45 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:09:23 |
| | 6:27:26 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:00:08 |

| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
|---|-----------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:23:16 |
| Medición m1 fachada y alturas | 0:19:23 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:16:45 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:09:49 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:06:09 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:11:00 |
| | 1:26:18 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:23:45 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:11:19 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:25:51 |
| Especificaciones técnicas | 0:21:54 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:20:29 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:15:21 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:13:28 |
| | 4:09:59 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 5:36:17 |

Proceso terminado y archivado

17/9/2015



FICHA DE TOMA DE DATOS COMPARATIVA

TIENDA / LOCALIDAD Palencia II
 INICIO TRABAJOS 28/7/2015

| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:36:21 |
| Medición m1 Fachada con alturas | 0:30:02 |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:21:06 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:12:32 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:13:07 |
| | <u>1:53:08</u> |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo.</i> | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:54:32 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:59:21 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:56:12 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:27:53 |
| Especificaciones técnicas | 0:22:26 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:15:32 |
| | <u>6:55:50</u> |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | <u>8:49:04</u> |

| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
|---|-----------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:28:32 |
| Medición m1 fachada y alturas | 0:25:42 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:17:23 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:10:21 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:11:33 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:10:55 |
| | <u>1:44:20</u> |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:34:21 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:12:22 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:23:50 |
| Especificaciones técnicas | 0:22:12 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:24:33 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:16:11 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:12:45 |
| | <u>4:26:14</u> |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | <u>6:10:40</u> |

Proceso terminado y archivado

18-9-2015



FICHA DE TOMA DE DATOS COMPARATIVA

TIENDA / LOCALIDAD
INICIO TRABAJOS

MANZANARES
17/6/2015

| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:28:34 |
| Medición m1 Fachada con alturas | 0:32:16 |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:21:23 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:18:23 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:11:54 |
| | 1:53:06 |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo.</i> | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:40:02 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:57:13 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:49:34 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:26:21 |
| Especificaciones técnicas | 0:22:01 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:16:21 |
| | 6:31:50 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:24:50 |

| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
|---|-----------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:24:21 |
| Medición m1 fachada y alturas | 0:21:03 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:14:23 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:08:51 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:10:46 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:10:01 |
| | 1:29:33 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:19:25 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:10:05 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:21:23 |
| Especificaciones técnicas | 0:18:45 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:20:12 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:14:34 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:09:52 |
| | 3:54:10 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 5:23:49 |

Proceso terminado y archivado

2-9-2015

Apertura



FICHA DE TOMA DE DATOS COMPARATIVA

TIENDA / LOCALIDAD
INICIO TRABAJOS

Soric.

| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:46:24 |
| Medición m1 Fachada con alturas | 0:49:06 |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:28:26 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:15:01 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:12:34 |
| | (2:31:41) |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo.</i> | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 3:12:31 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 1:10:12 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:45:37 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:34:42 |
| Especificaciones técnicas | 0:26:43 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:26:23 |
| | 7:36:12 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 10:07:32 |

| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
|---|-----------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:30:06 |
| Medición m1 fachada y alturas | 0:31:25 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:21:00 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:11:00 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:08:49 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:12:01 |
| | (1:54:29) |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 3:15:31 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:15:36 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:34:37 |
| Especificaciones técnicas | 0:26:16 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:25:37 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:15:52 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:00:21 |
| | 5:34:04 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 7:28:27 |

Proceso terminado y archivado

22-10-2015

[Handwritten signature]



FICHA DE TOMA DE DATOS COMPARATIVA

TIENDA / LOCALIDAD
INICIO TRABAJOS

Campo de Cuytana
13/10/2015

| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:29:21 |
| Medición m1 Fachada con alturas | 0:42:16 |
| Medición m2 de cristaleras/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:20:02 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:12:21 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:10:39 |
| | 1:49:30 |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo.</i> | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:15:21 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:35:21 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:29:14 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:18:59 |
| Especificaciones técnicas | 0:21:15 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:19:28 |
| | 5:19:33 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 7:09:03 |

| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
|---|-----------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:12:23 |
| Medición m1 fachada y alturas | 0:14:49 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:07:27 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:10:16 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:07:06 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:07:46 |
| | 1:03:31 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | 0 |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:12:28 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:15:21 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:32:25 |
| Especificaciones técnicas | 0:17:23 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:14:27 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:13:18 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:13:53 |
| | 4:01:15 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 5:04:46 |

Proceso terminado y archivado

Apertura 25/11/2015
[Signature]



FICHA DE TOMA DE DATOS COMPARATIVA

TIENDA / LOCALIDAD
INICIO TRABAJOS

Villaherica de los Baños
2-11-2015

| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:22:37 |
| Medición m1 Fachada con alturas | 0:25:33 |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:12:13 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:22:59 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:09:24 |
| | 1:33:03 |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo.</i> | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:38:37 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 0:55:23 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:05:13 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:25:02 |
| Especificaciones técnicas | 0:20:01 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:02:04 |
| | 6:17:17 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 7:50:30 |

| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
|---|-----------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:15:21 |
| Medición m1 fachada y alturas | 0:18:59 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:14:23 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:11:01 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:05:31 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:10:48 |
| | 1:16:23 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:18:21 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:10:21 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:21:57 |
| Especificaciones técnicas | 0:19:38 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:21:46 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:16:16 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:13:50 |
| | 7:02:05 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 5:18:31 |

Proceso terminado y archivado

Arquitectura 3/12/2015



FICHA DE TOMA DE DATOS COMPARATIVA

TIENDA / LOCALIDAD
INICIO TRABAJOS

Cambados
17-7-2015

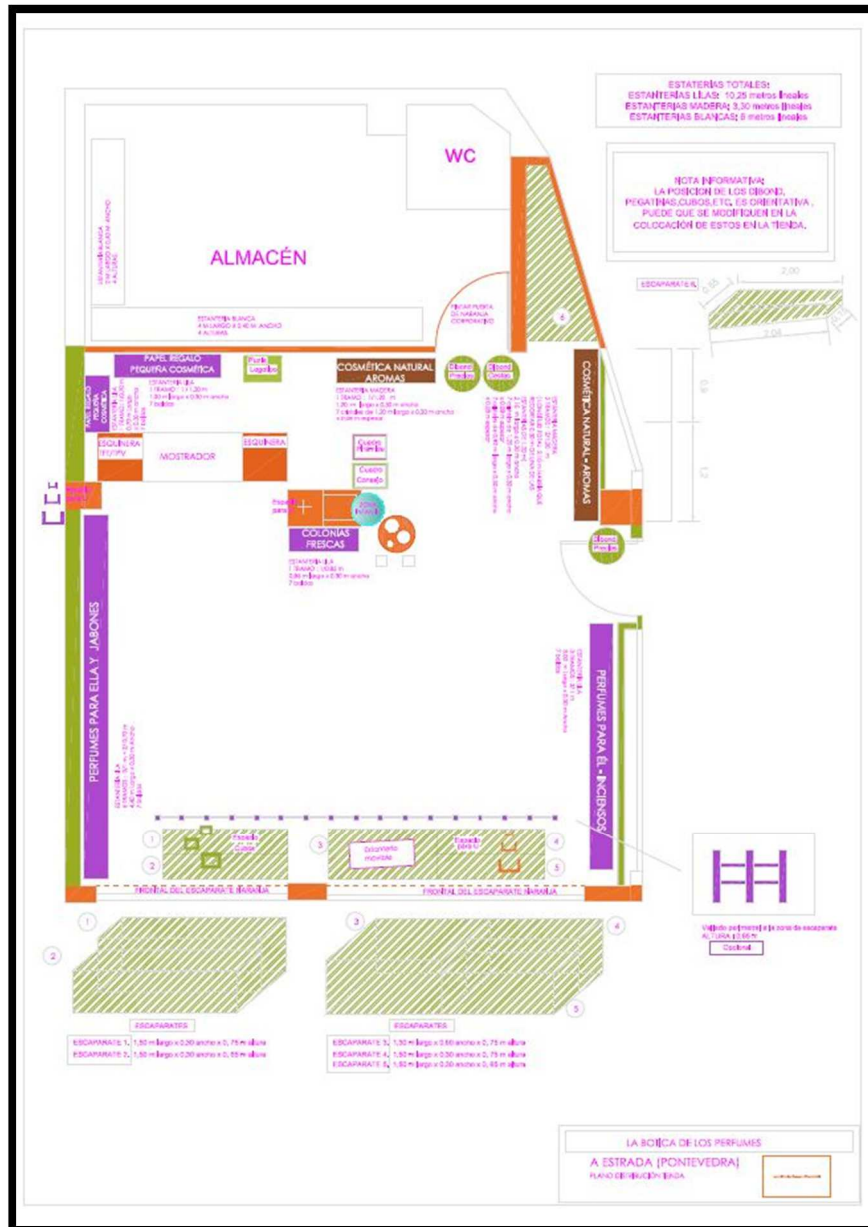
| SISTEMA TRADICIONAL | |
|---|--------------------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO en HORAS |
| Medición m2 zona de ventas | 0:30:31 |
| Medición m1 Fachada con alturas | 0:39:29 |
| Medición m2 de cristalerías/escaparate/puertas (Zona de vinilos) | 0:12:34 |
| Medición m2 otras estancias del local | 0:40:27 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 2:10:48 |
| | 7:13:09 |
| <i>Toma de datos a través de fichas de trabajo.</i> | |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR BLOQUES Y ELEMENTOS STANDARD PARA SU IMPLANTACION GRÁFICA (En coste GENERAL) | |
| Pasar datos de croquis a AUTOCAD | 2:45:00 |
| Implantar Mobiliario en Plano Planta | 2:52:02 |
| Implantar Mobiliario en Plano Alzados (VARIOS) | 0:46:03 |
| Implantar Mobiliario en Plano Detalles | 0:24:03 |
| Especificaciones técnicas | 0:19:26 |
| Elaboración de planos de detalle e impresión (PDF) y pasado a franquiciado | 1:15:27 |
| | 6:25:56 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 8:37:42 |

| SISTEMA PROPUESTO BIM-3D FOTOGRAMETRIA | |
|---|-----------------|
| ACTIVIDAD (MEDICION Y CROQUIZACION) | TIEMPO EMPLEADO |
| Medición zona de ventas del local. | 0:18:21 |
| Medición m1 fachada y alturas | 0:30:31 |
| Medición del escaparate y fachadas. (Toma 3 medidas y fotogrametría) | 0:15:52 |
| Medición de otras estancias del local. | 0:19:07 |
| m1 estanterías / lineales / expositor cosmética (Medición y cambios de altura y elementos verticales) | 0:09:57 |
| Elaboración del croquis (Elementos de comprobación solo) Resto apoyo toma datos fotogramétricos | 0:12:40 |
| | 1:46:02 |
| ACTIVIDAD DE TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS | |
| CREAR FAMILIAS Y ELEMENTOS DE IMPLANTACIÓN CON DATOS BIM (VALORADO EN COSTE GENERAL) | |
| Limpieza de la nube de puntos / ruido medio del trabajo | |
| Implantar bloque de medición 3D en REVIT u otro software BIM como capa de trabajo | 2:35:21 |
| Crear zonas de planificación y trabajo por planta, alzado, perfil. | 0:11:23 |
| Implantar Mobiliario y Detalles en Plano | 0:22:22 |
| Especificaciones técnicas | 0:20:12 |
| Elaboración de MODELO 3D | 0:22:51 |
| Video recorrido virtual y perspectivas varias | 0:17:23 |
| Elaboración de planos de detalle y pasado a franquiciado (A partir de modelo 3D) | 0:14:20 |
| | 4:24:03 |
| TOTAL HORAS DE ACTIVIDAD EN MEDICION Y PROCESADO | 6:10:03 |

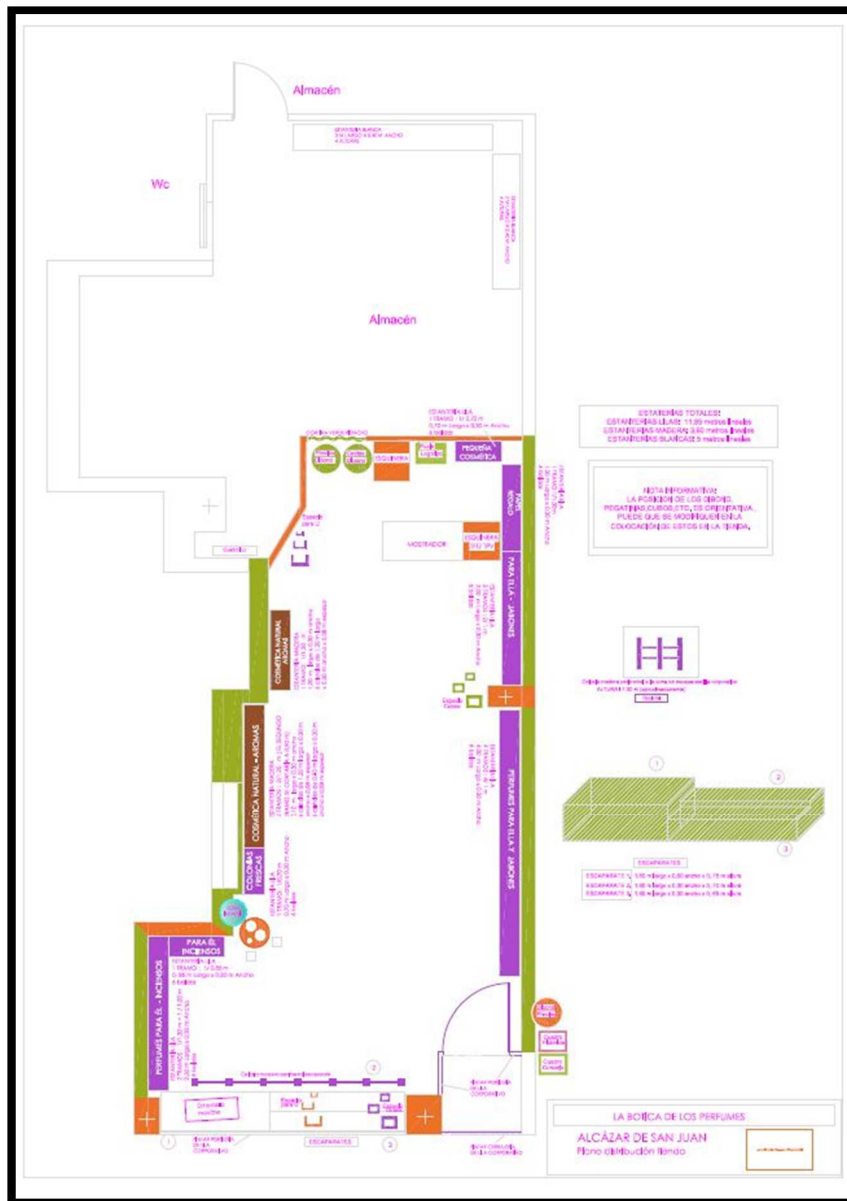
Proceso terminado y archivado

Apertura 11-12-2015

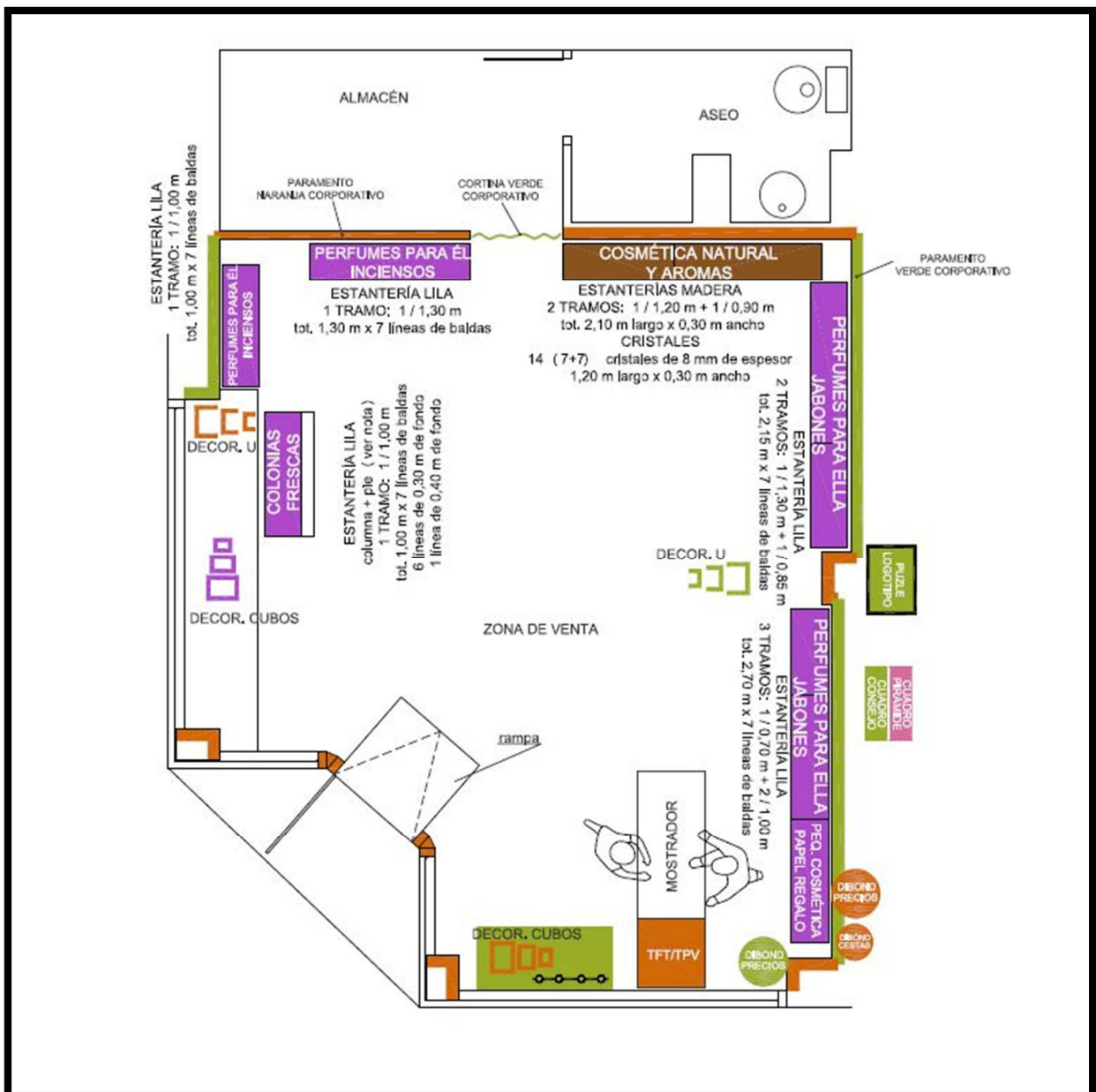
PROYECTO A ESTRADA:



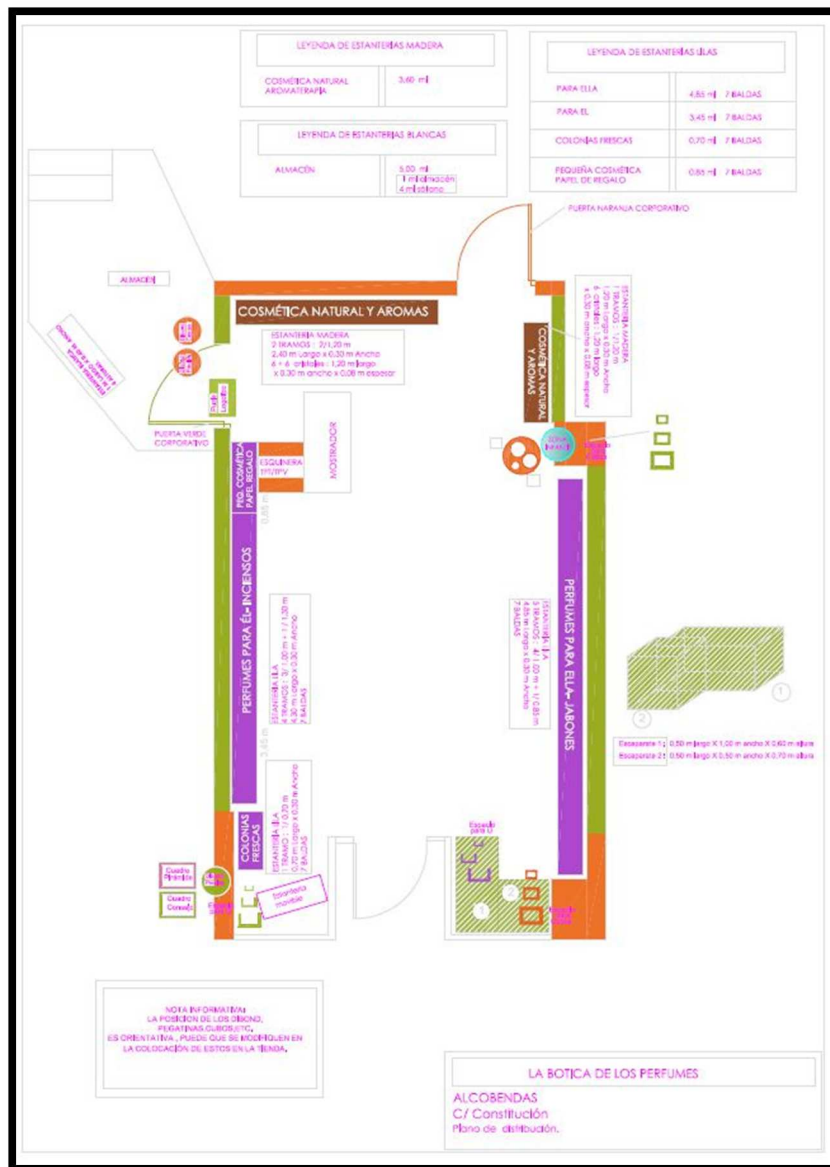
PROYECTO ALCAZAR DE SAN JUAN (1).



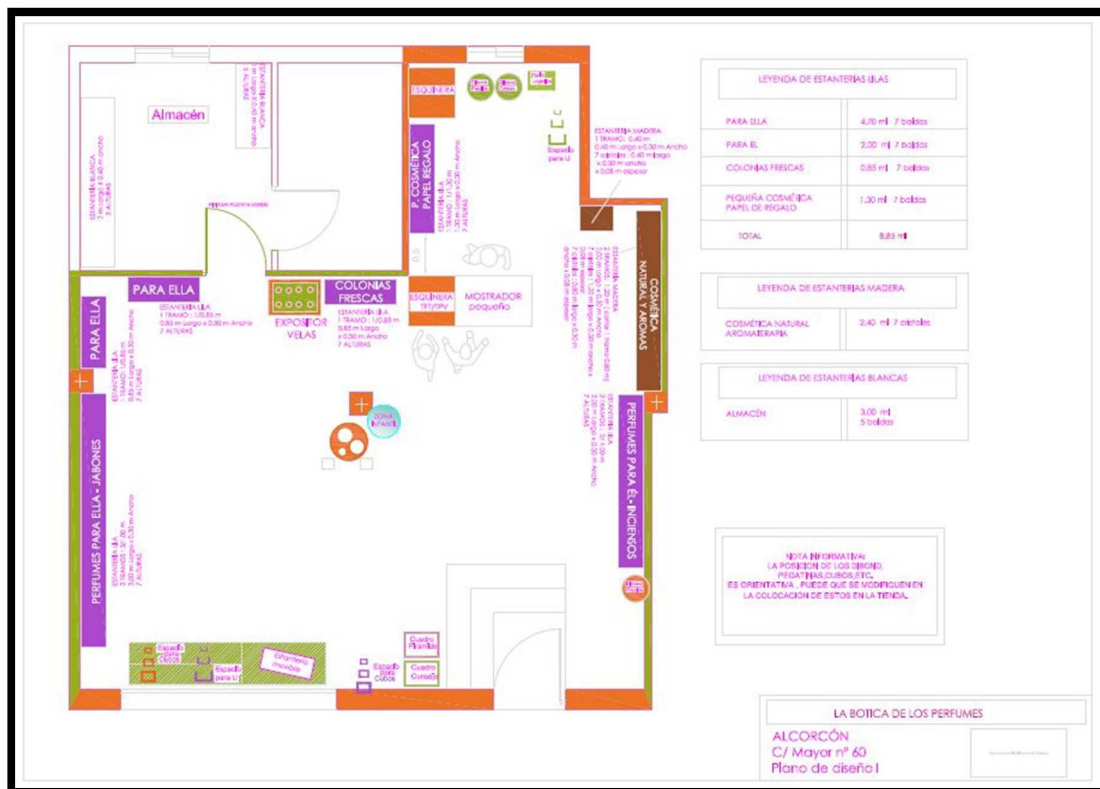
PROYECTO ALCAZAR DE SAN JUAN (2)



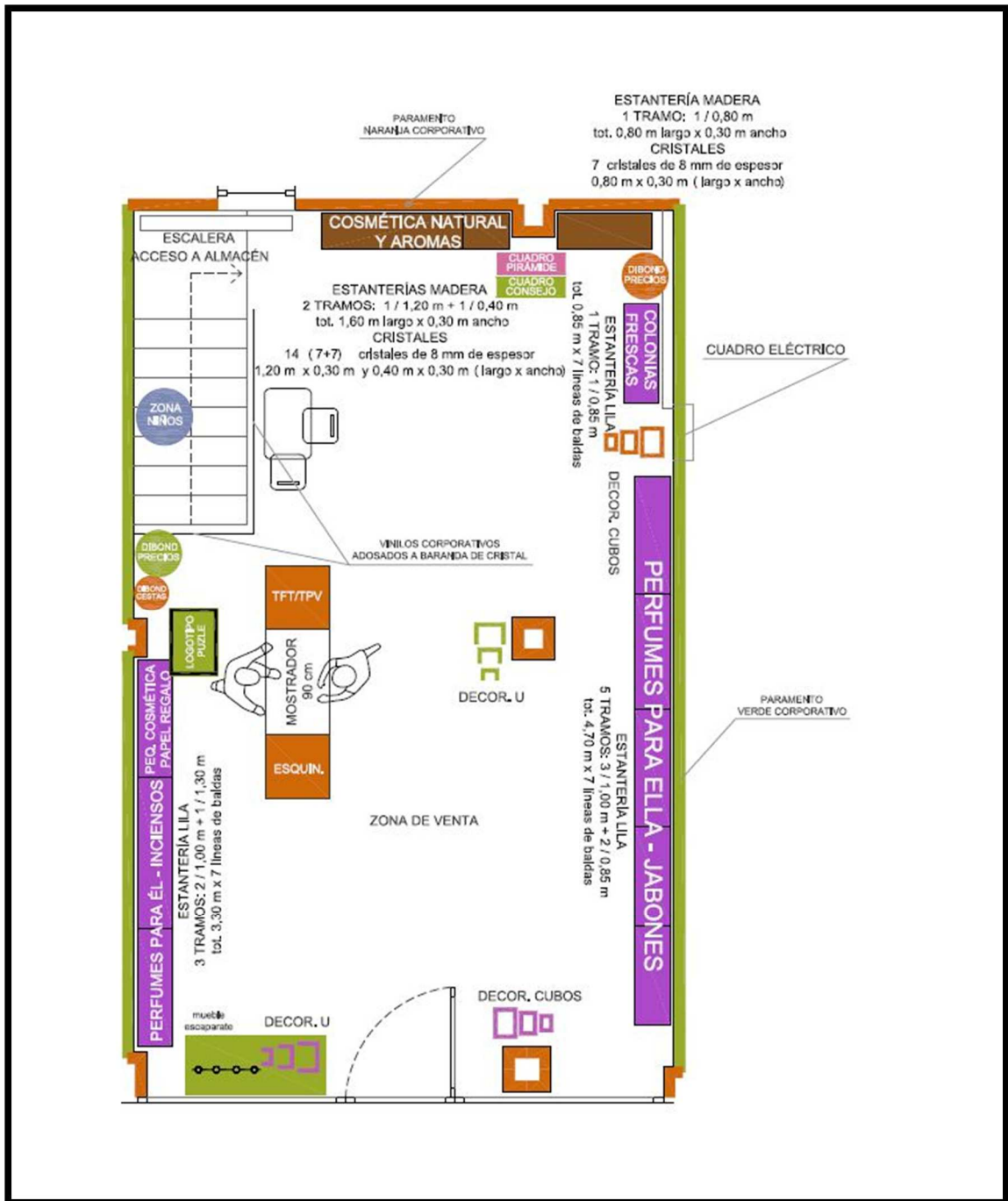
PROYECTO ALCOBENDAS



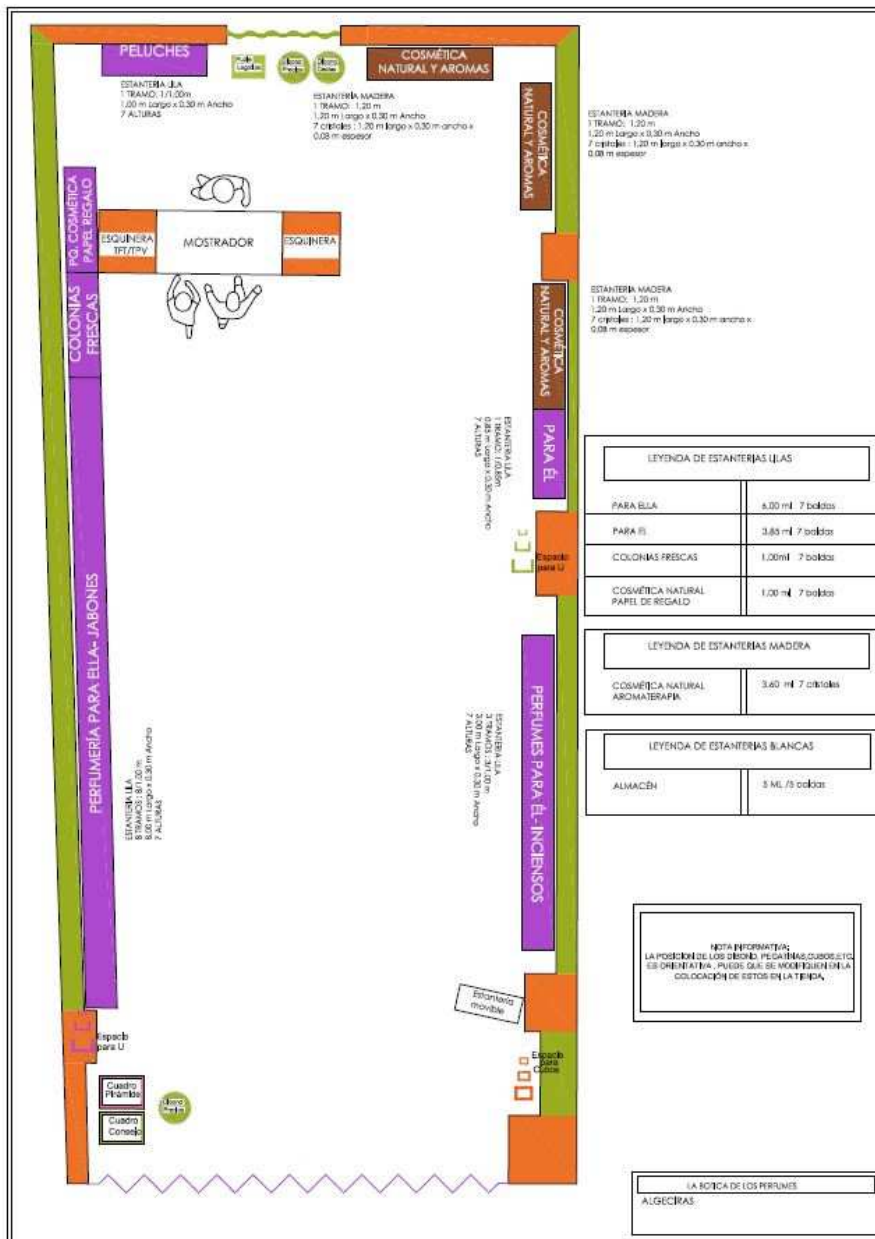
PROYECTO ALCORCÓN (1)



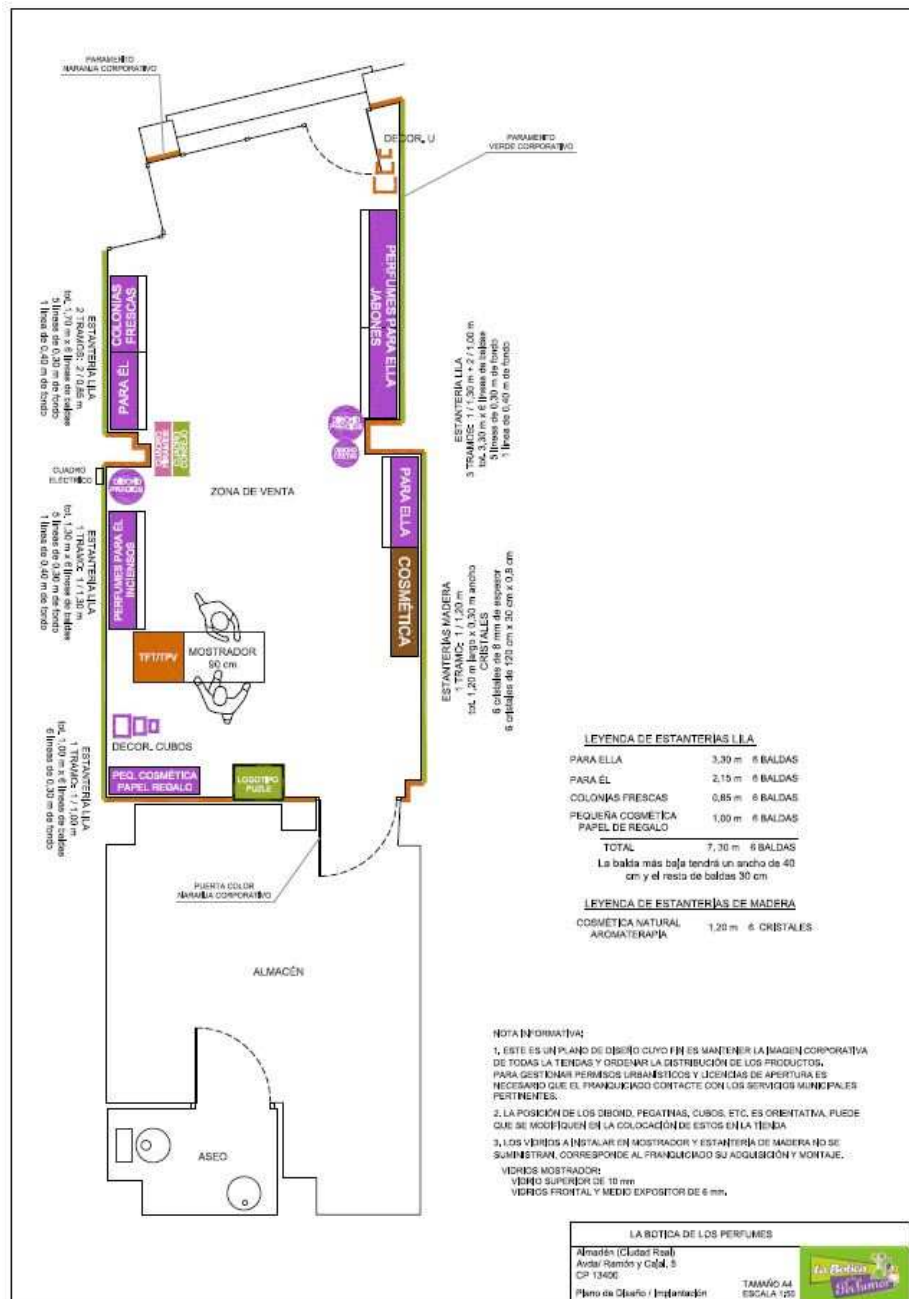
PROYECTO ALCORCÓN (2)



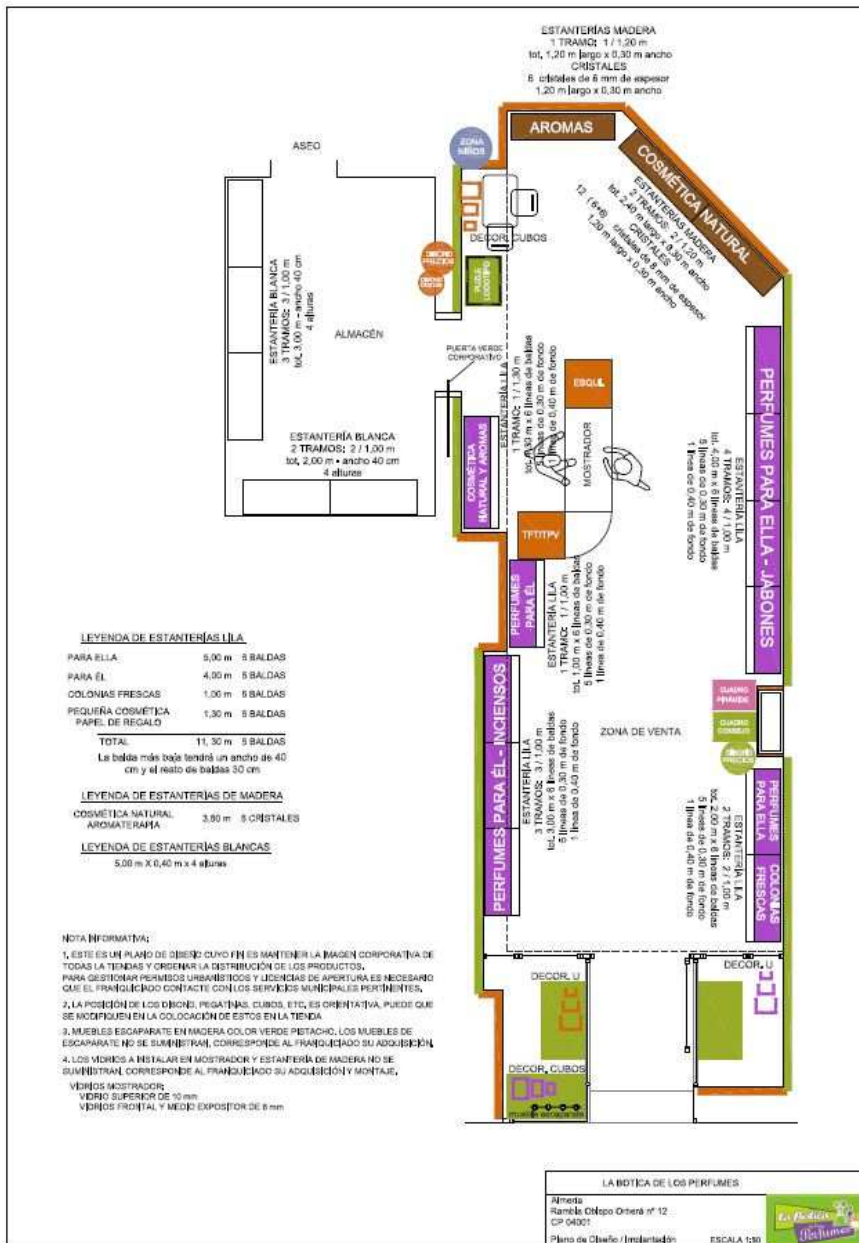
PROYECTO ALGECIRAS



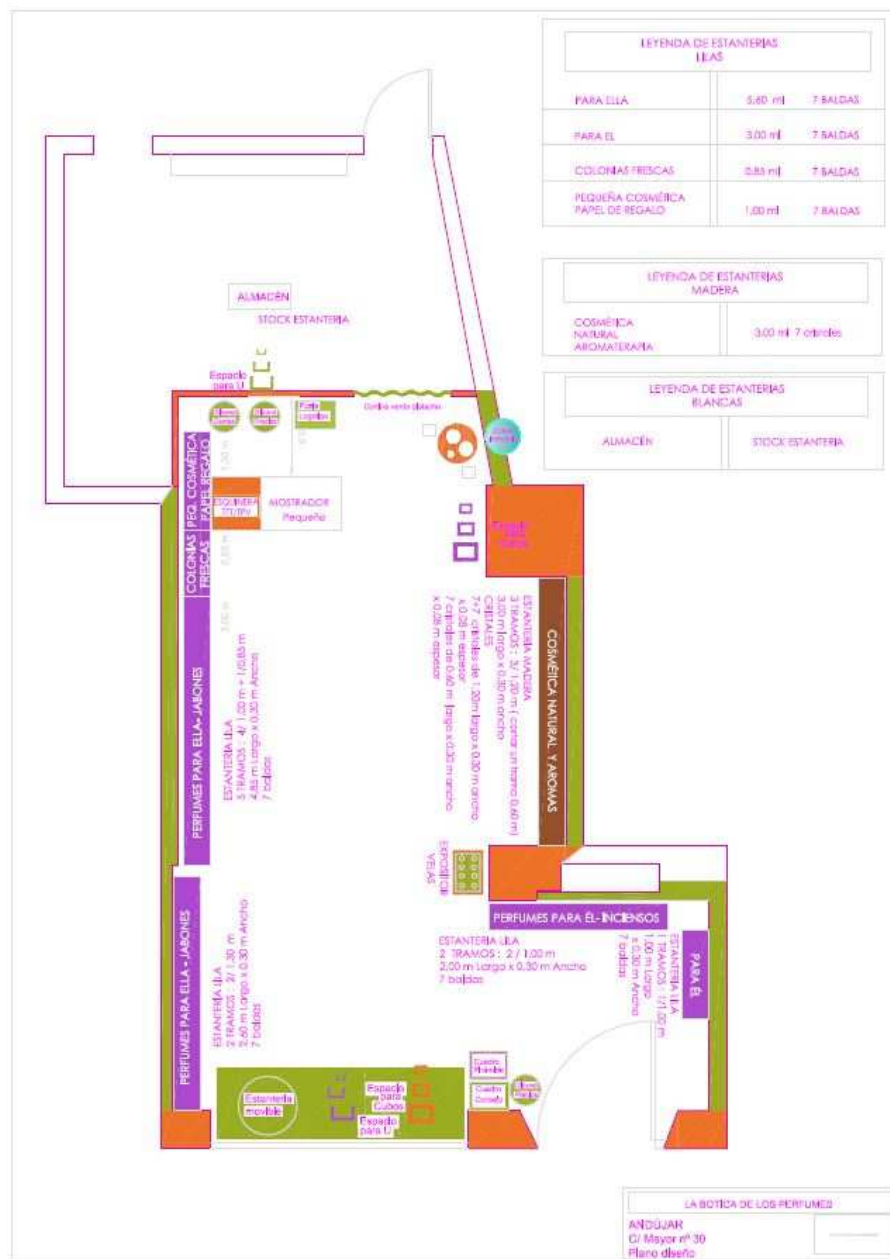
PROYECTO ALMADÉN.



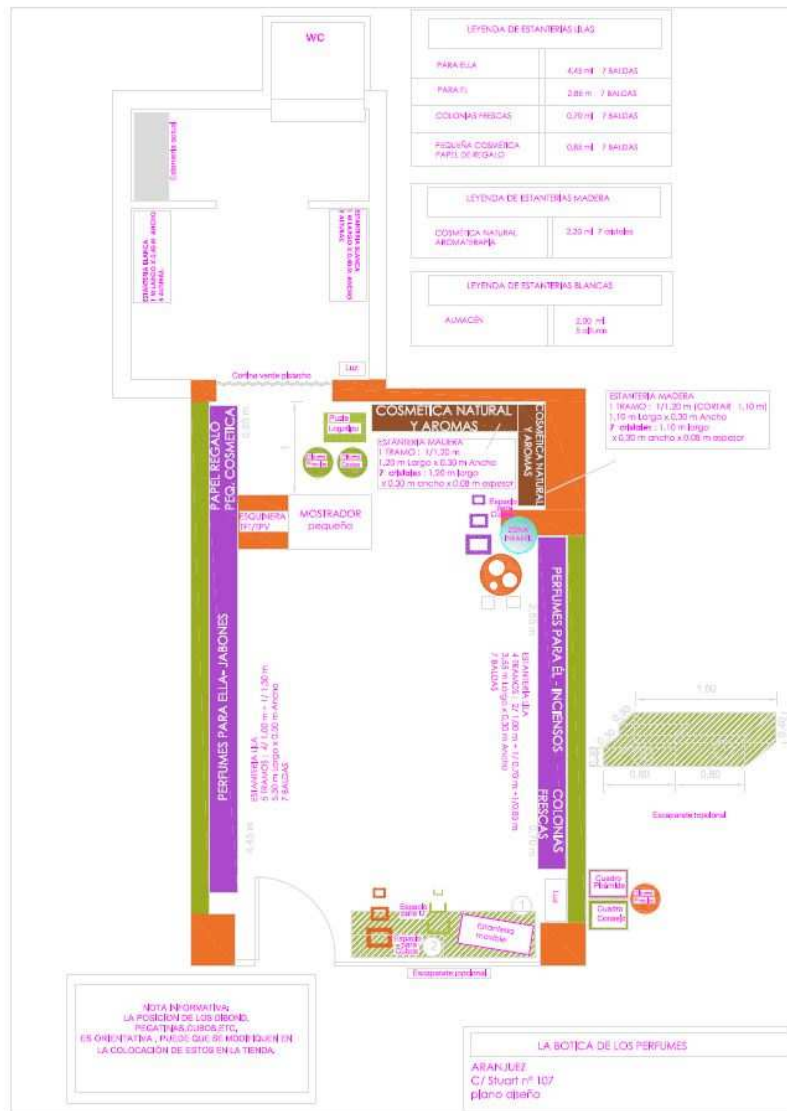
PROYECTO ALMERÍA



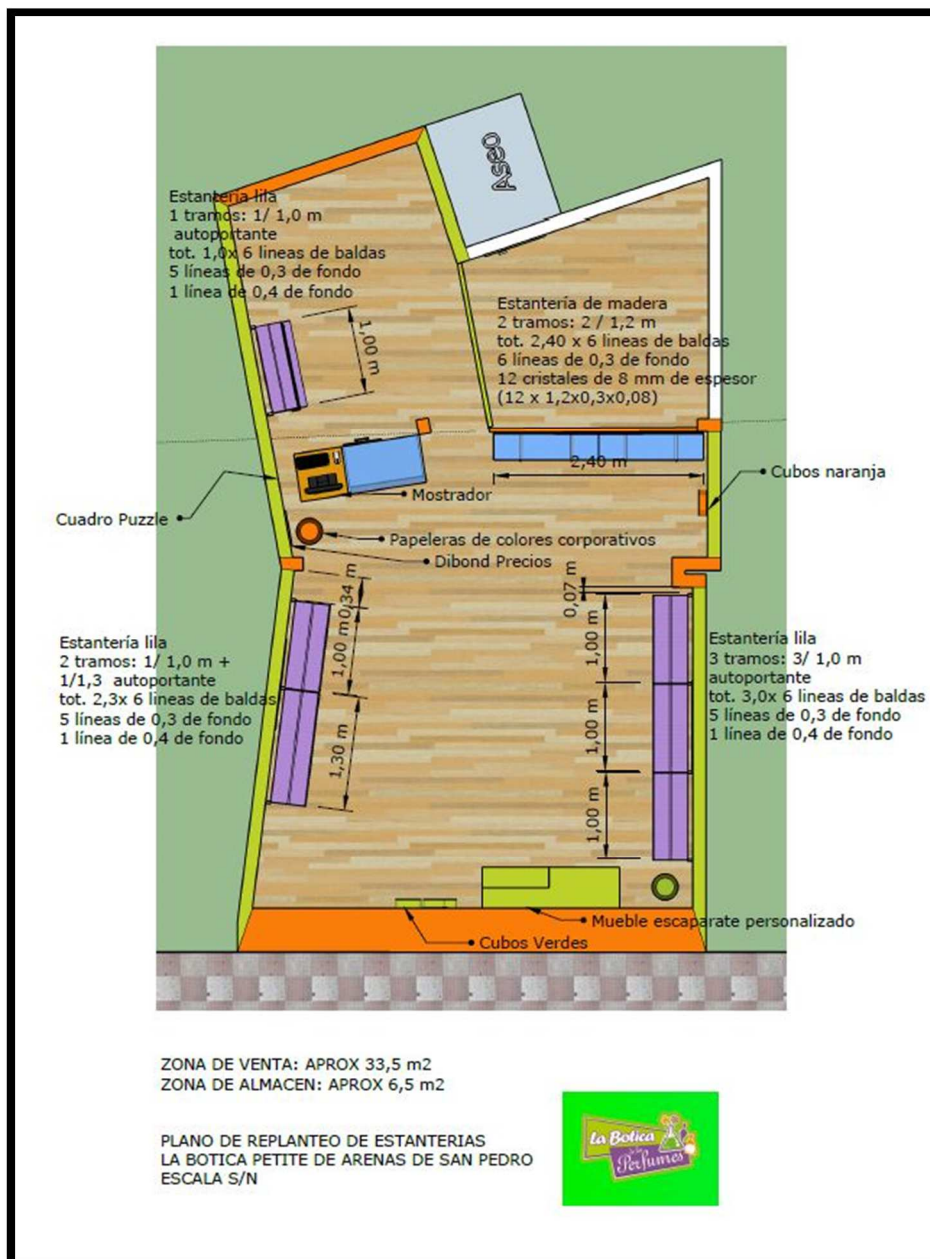
PROYECTO ANDÚJAR



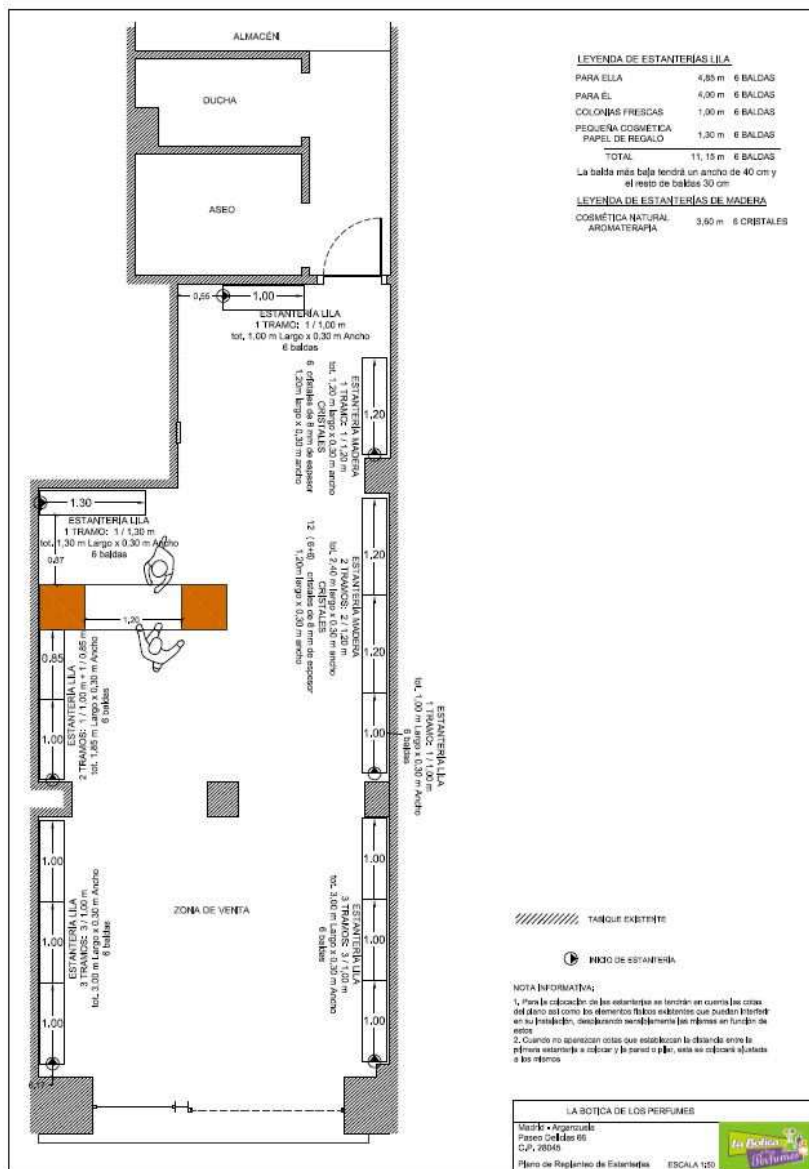
PROYECTO ARANJUEZ



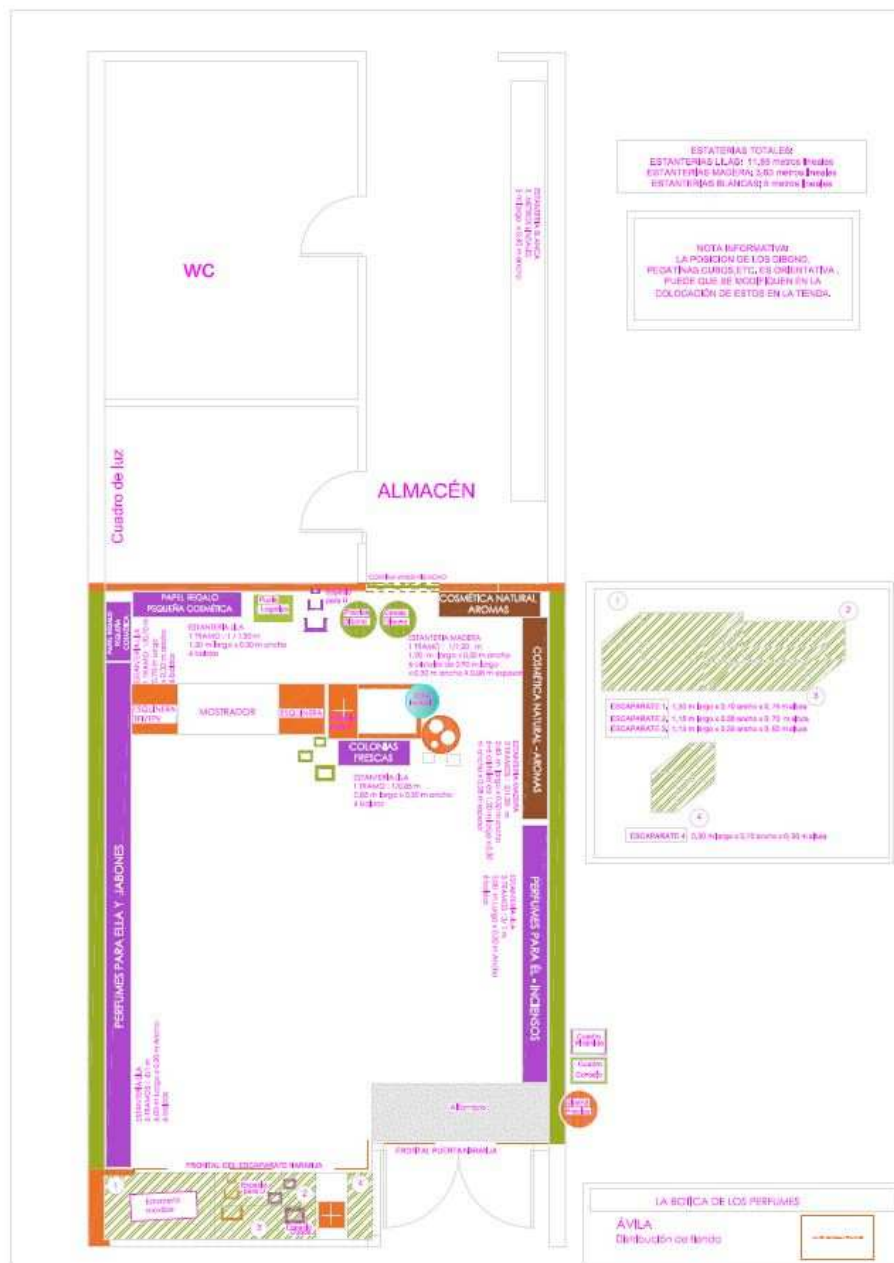
PROYECTO ARENAS DE SAN PEDRO



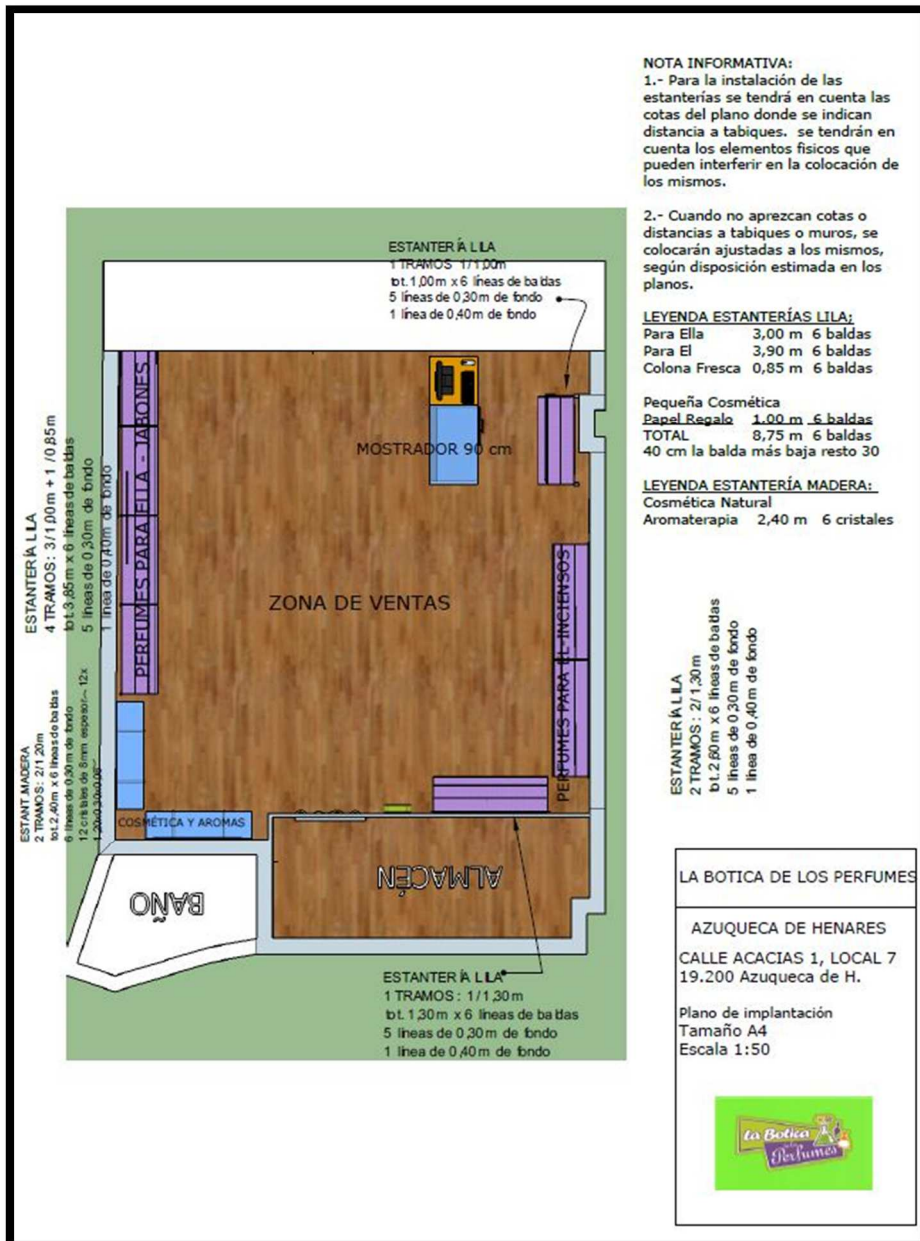
PROYECTO ARGANZUELA



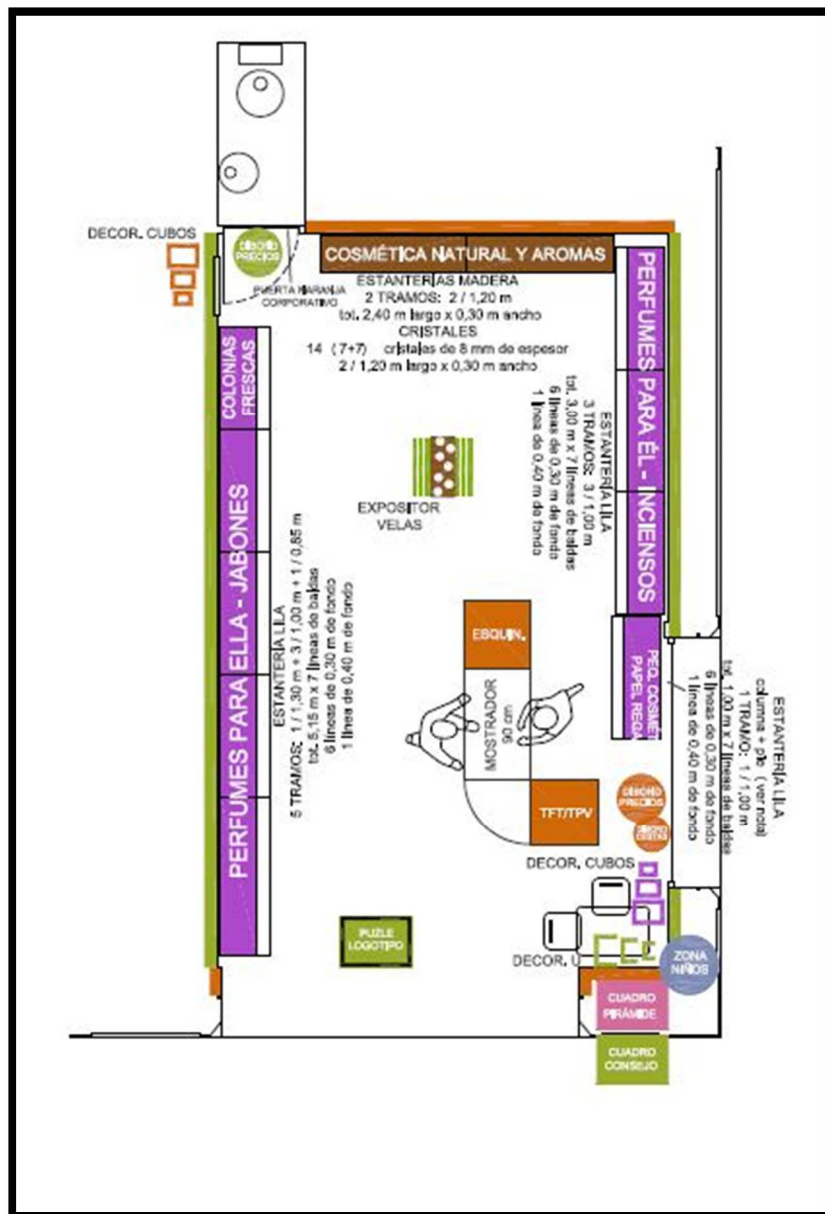
PROYECTO ÁVILA



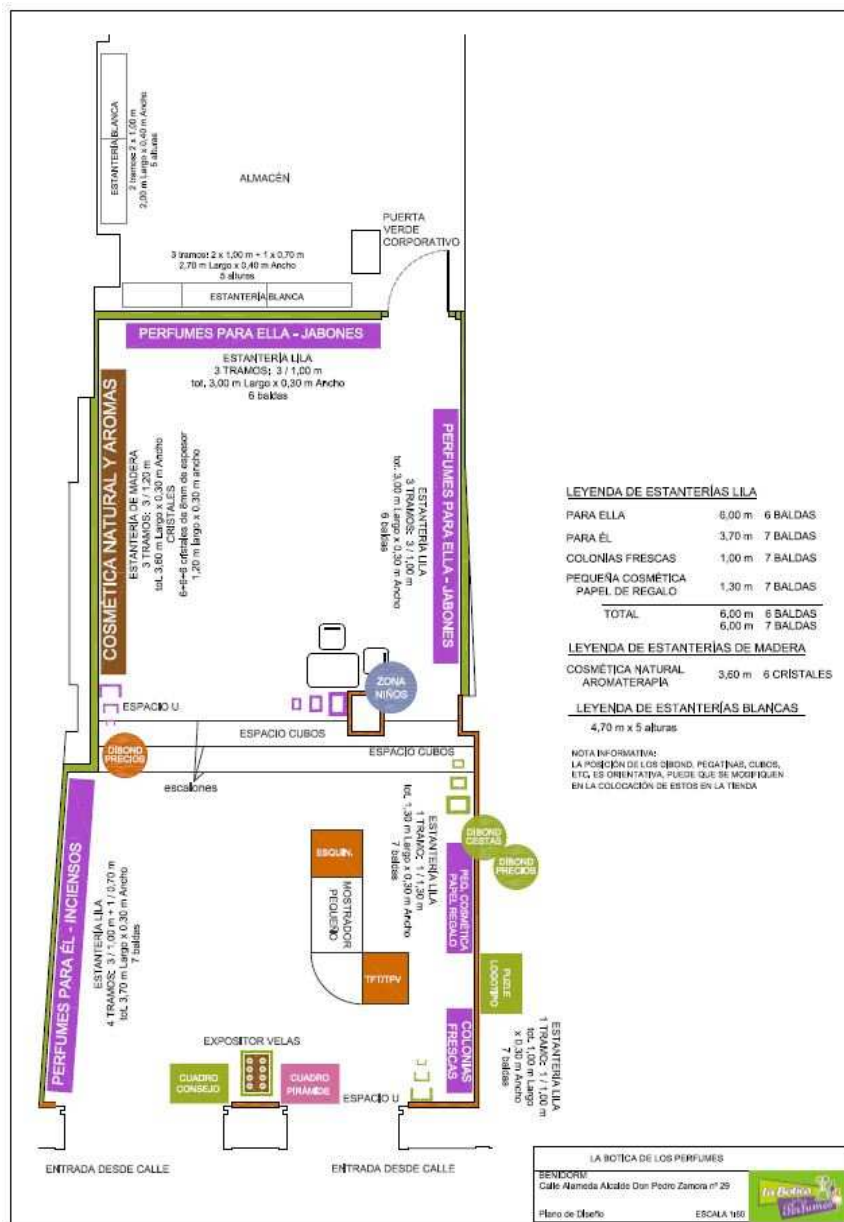
PROYECTO AZUQUECA



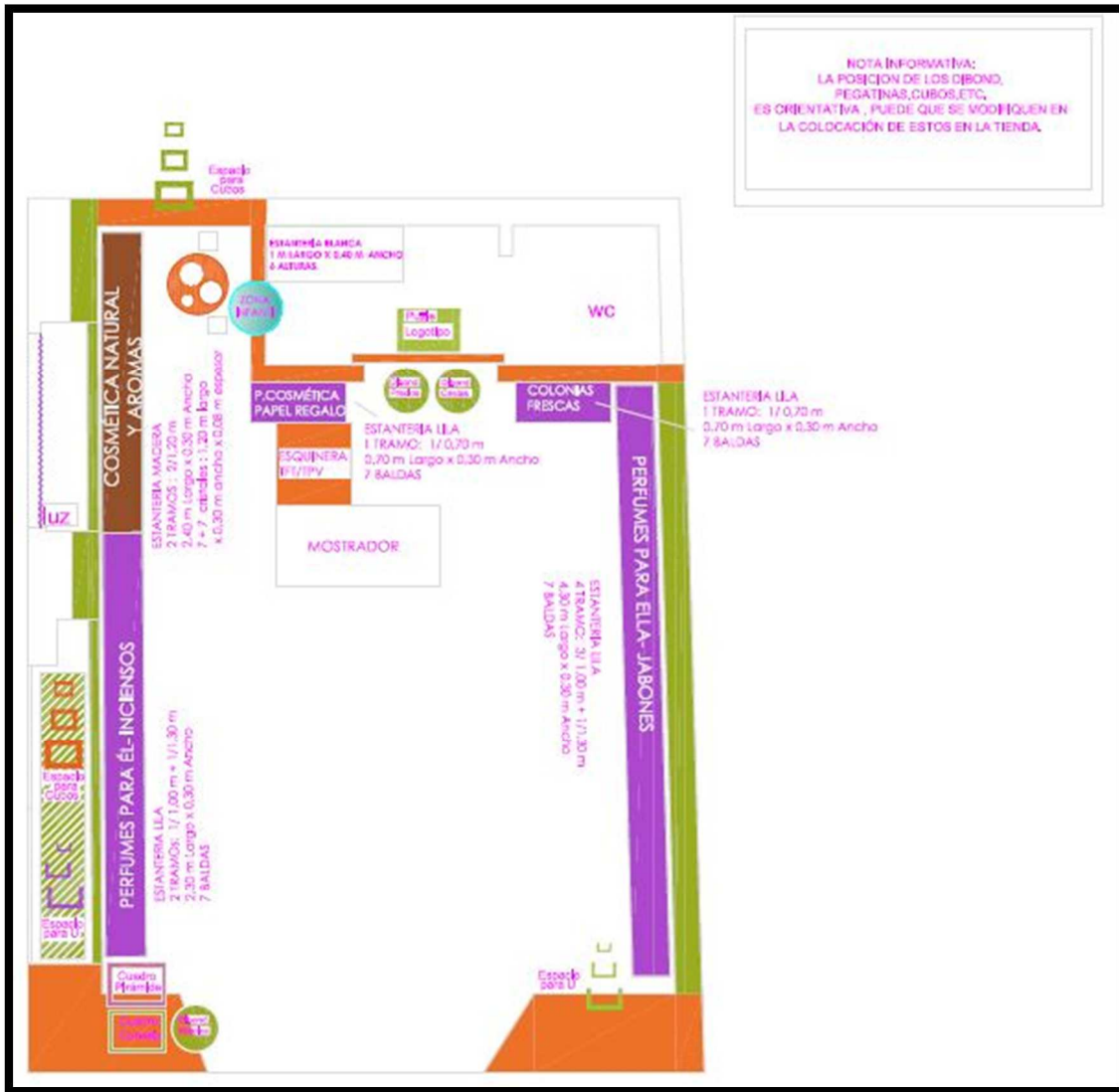
PROYECTO BADALONA



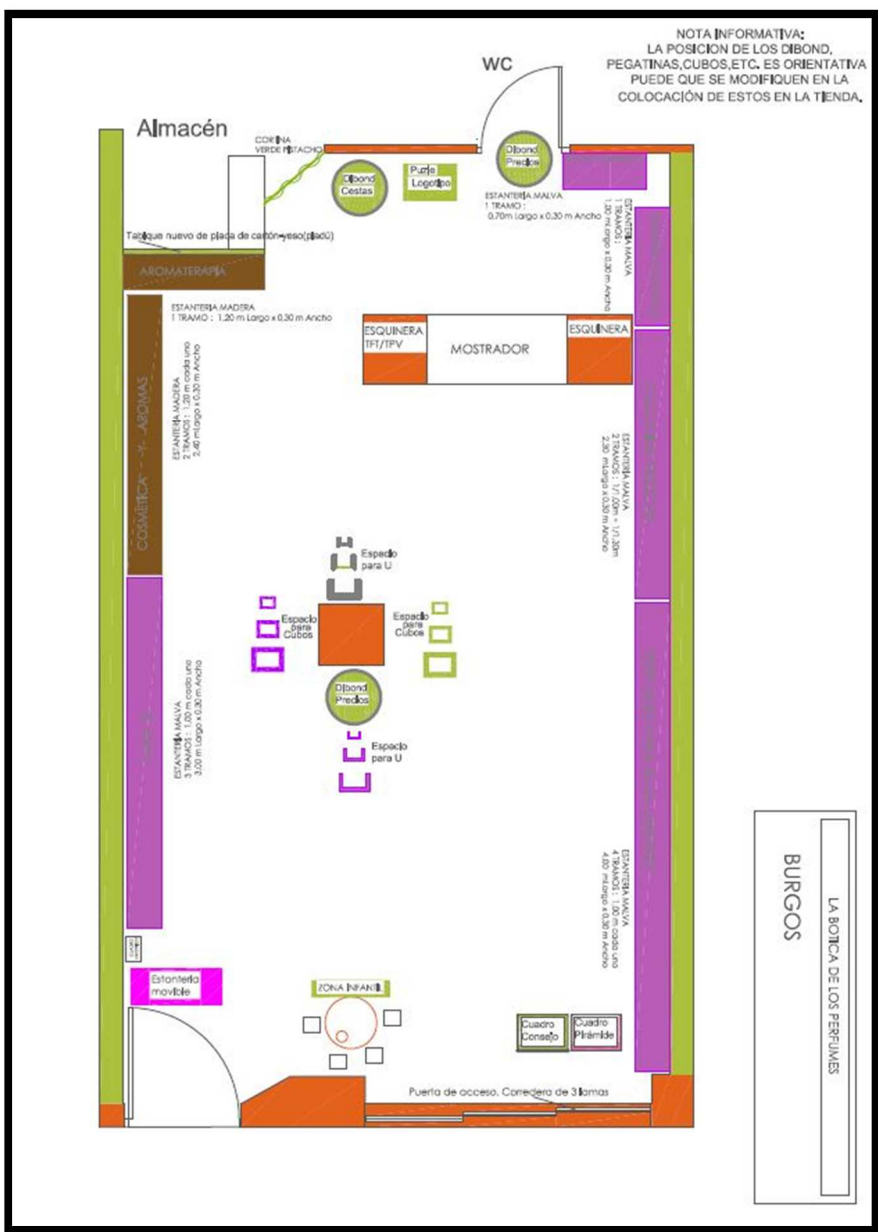
PROYECTO BENIDORM (2)



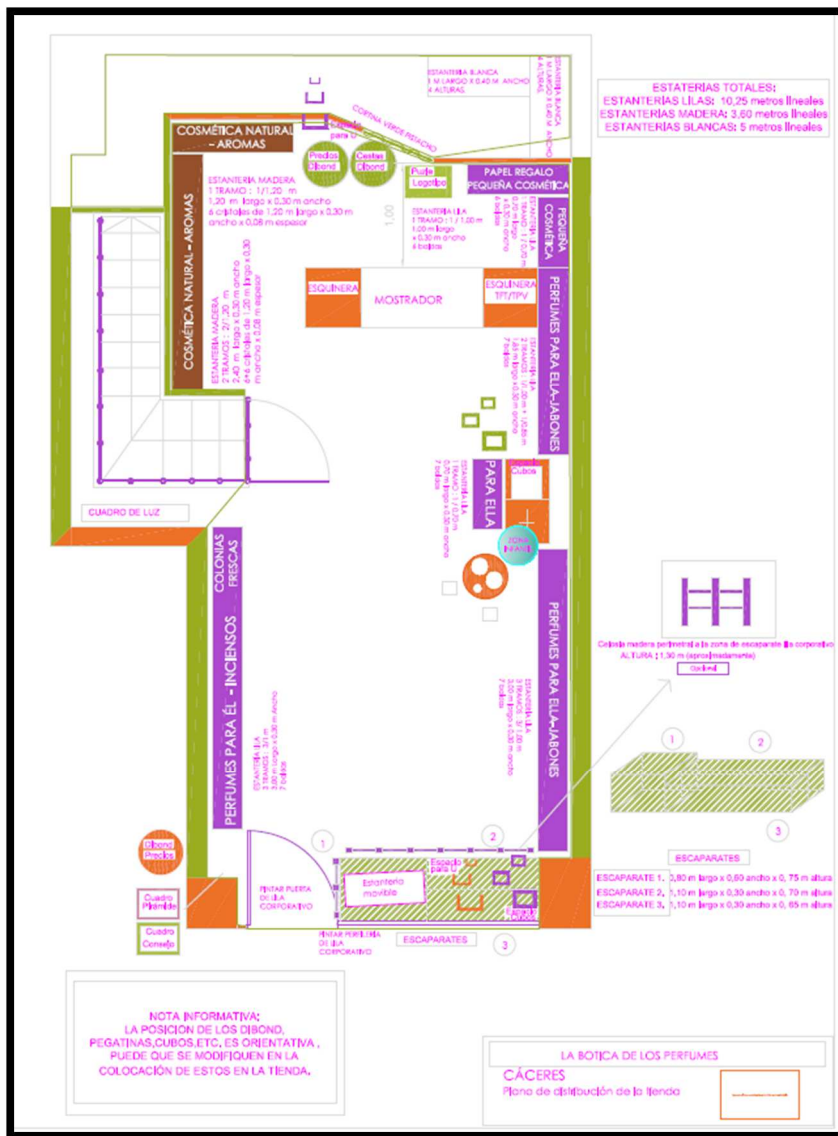
PROYECTO BILBAO



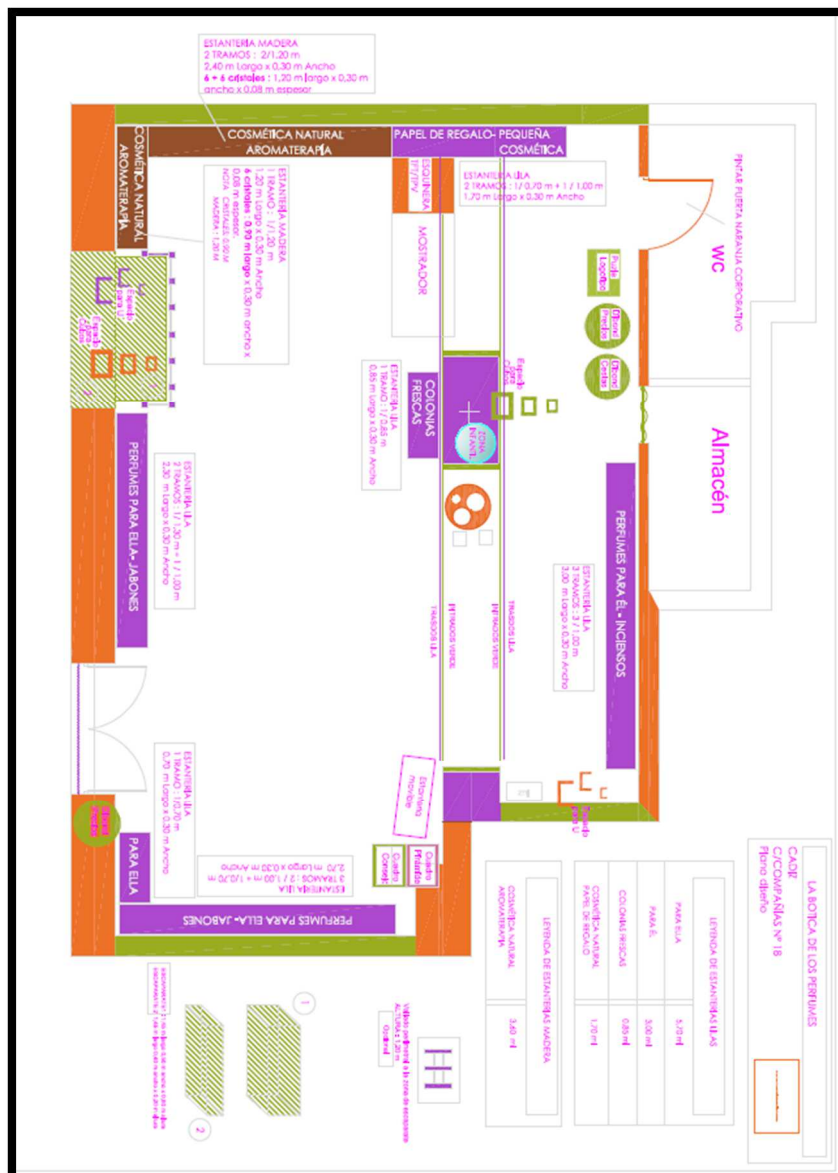
FACHADA BURGOS



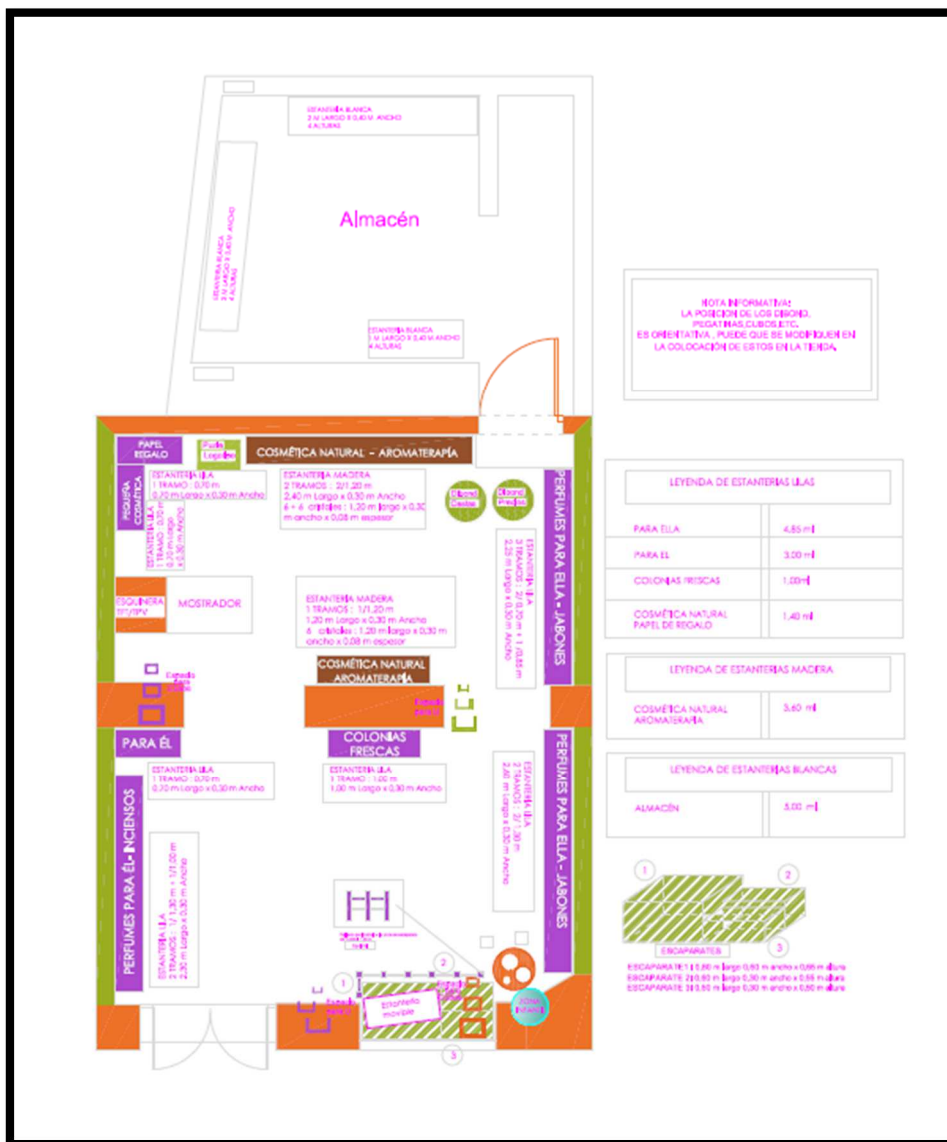
PROYECTO CÁCERES



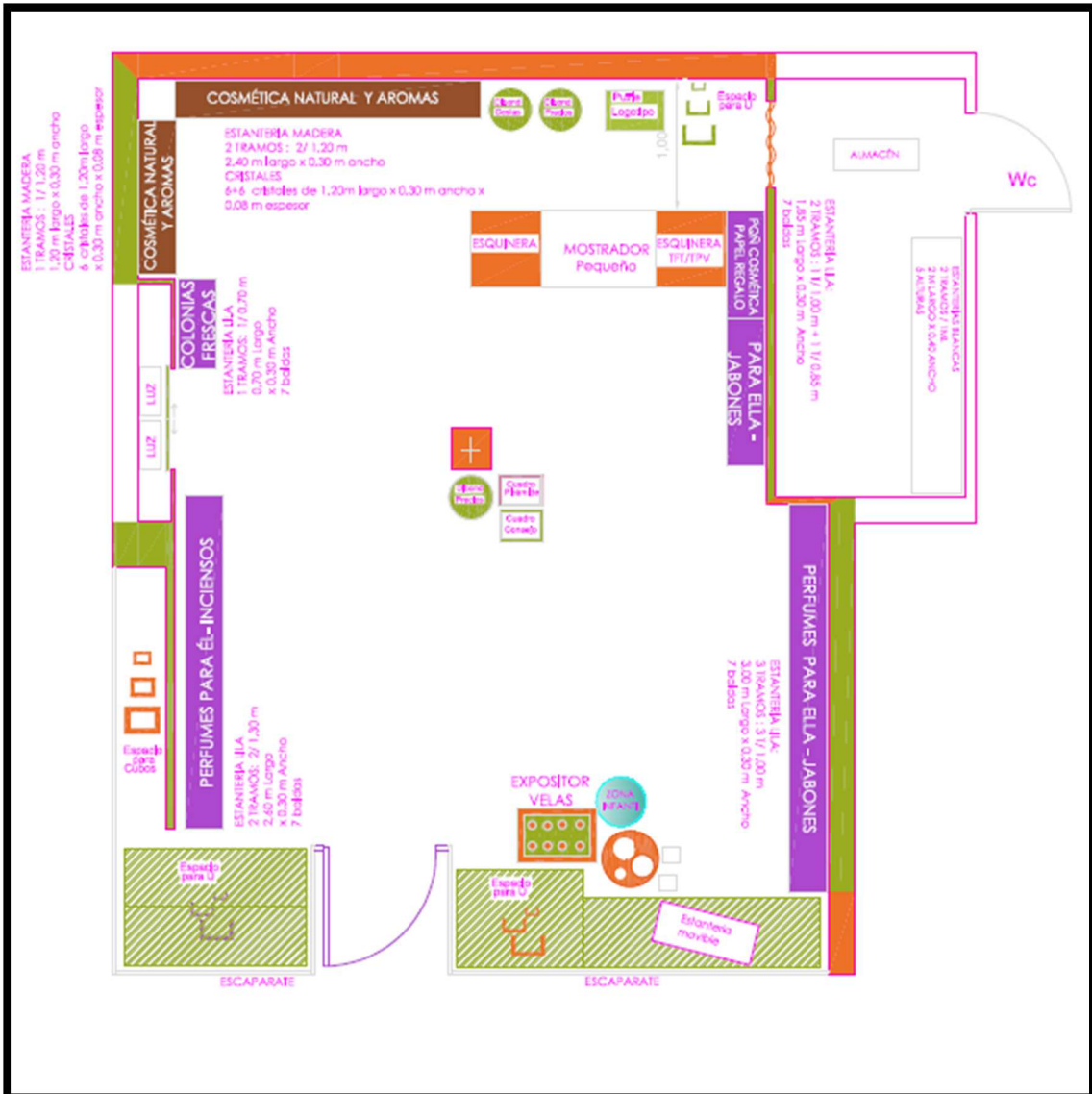
PROYECTO CÁDIZ



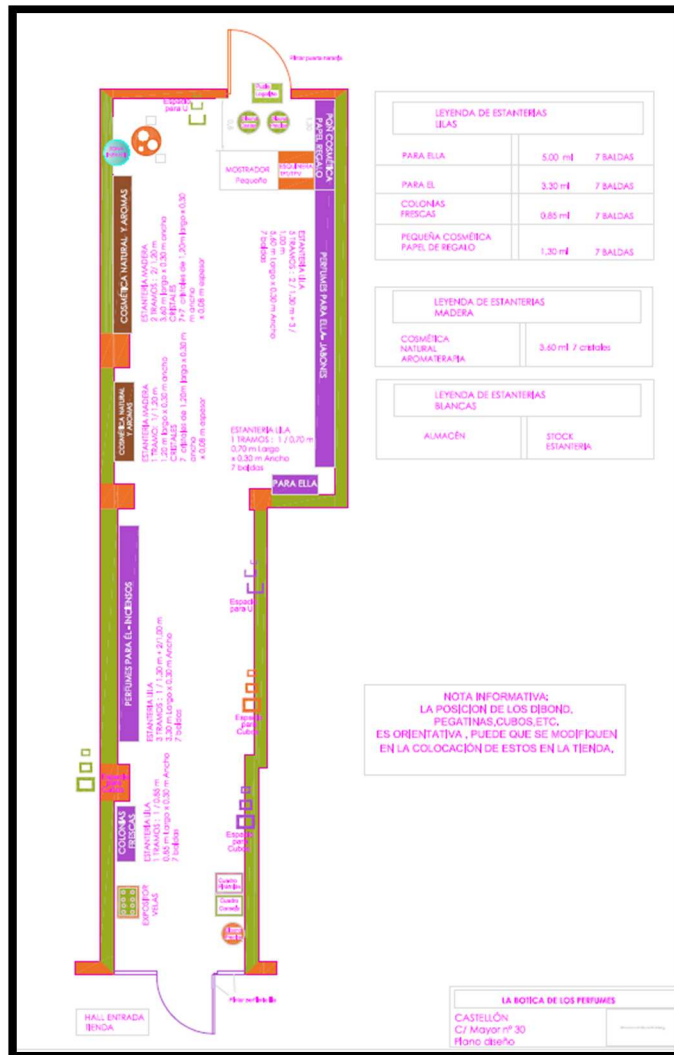
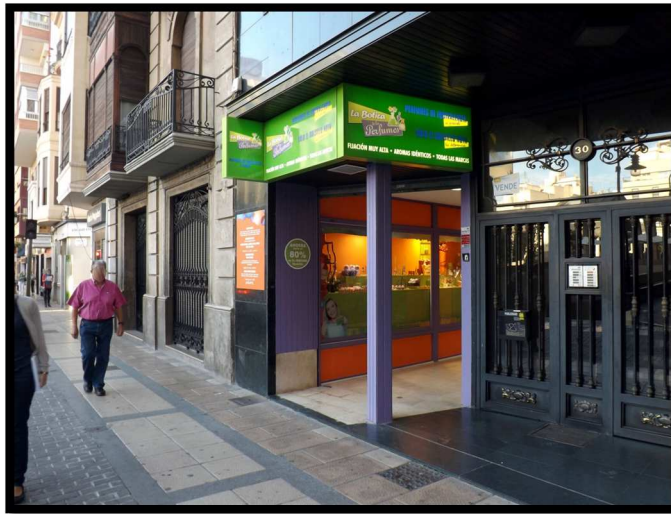
PROYECTO MADRID. CALLE ALCALÁ



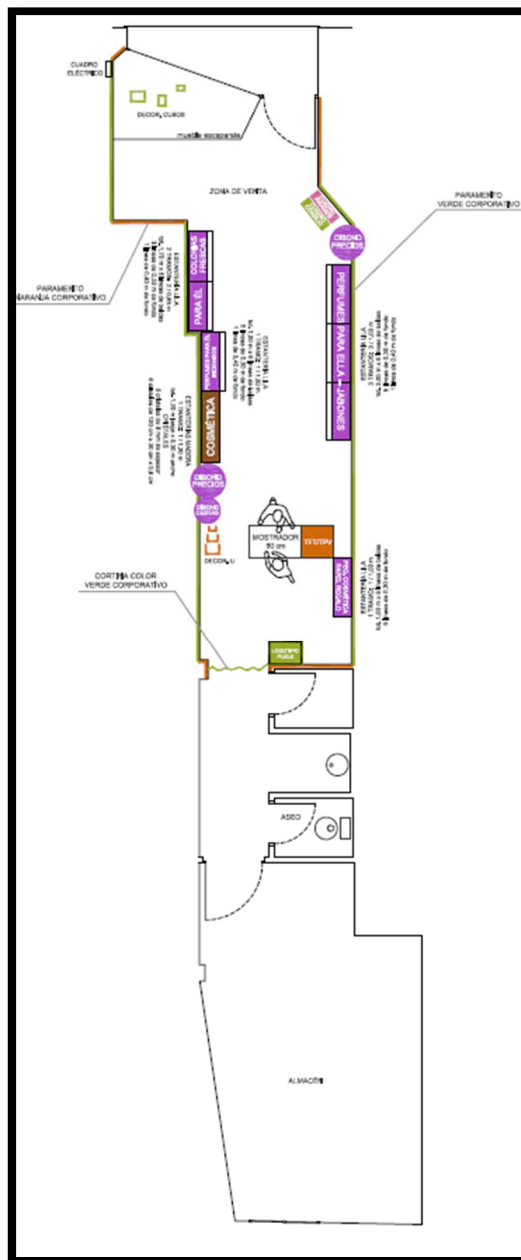
PROYECTO CARABANCHEL



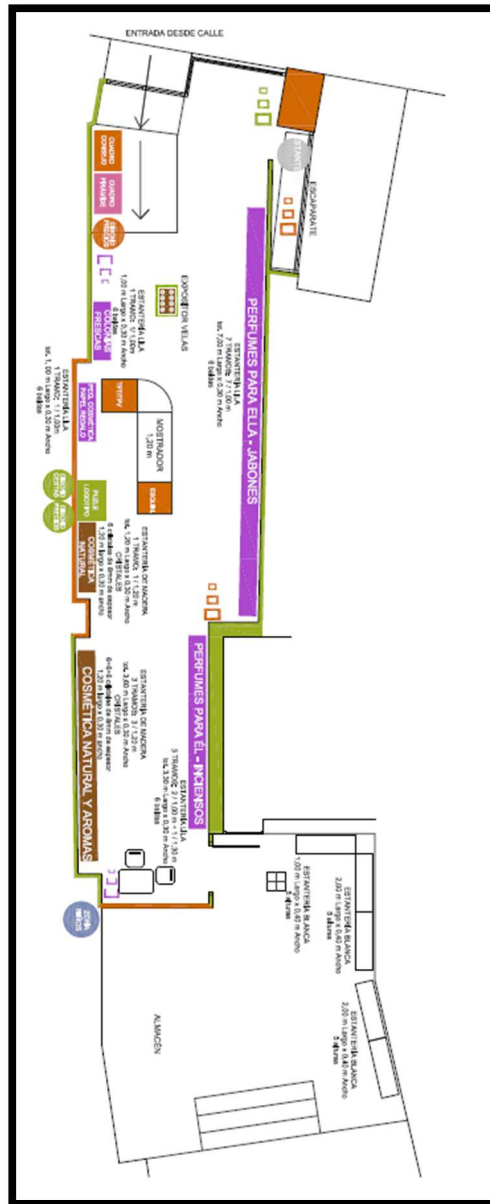
PROYECTO CASTELLÓN



PROYECTO CASTUERA



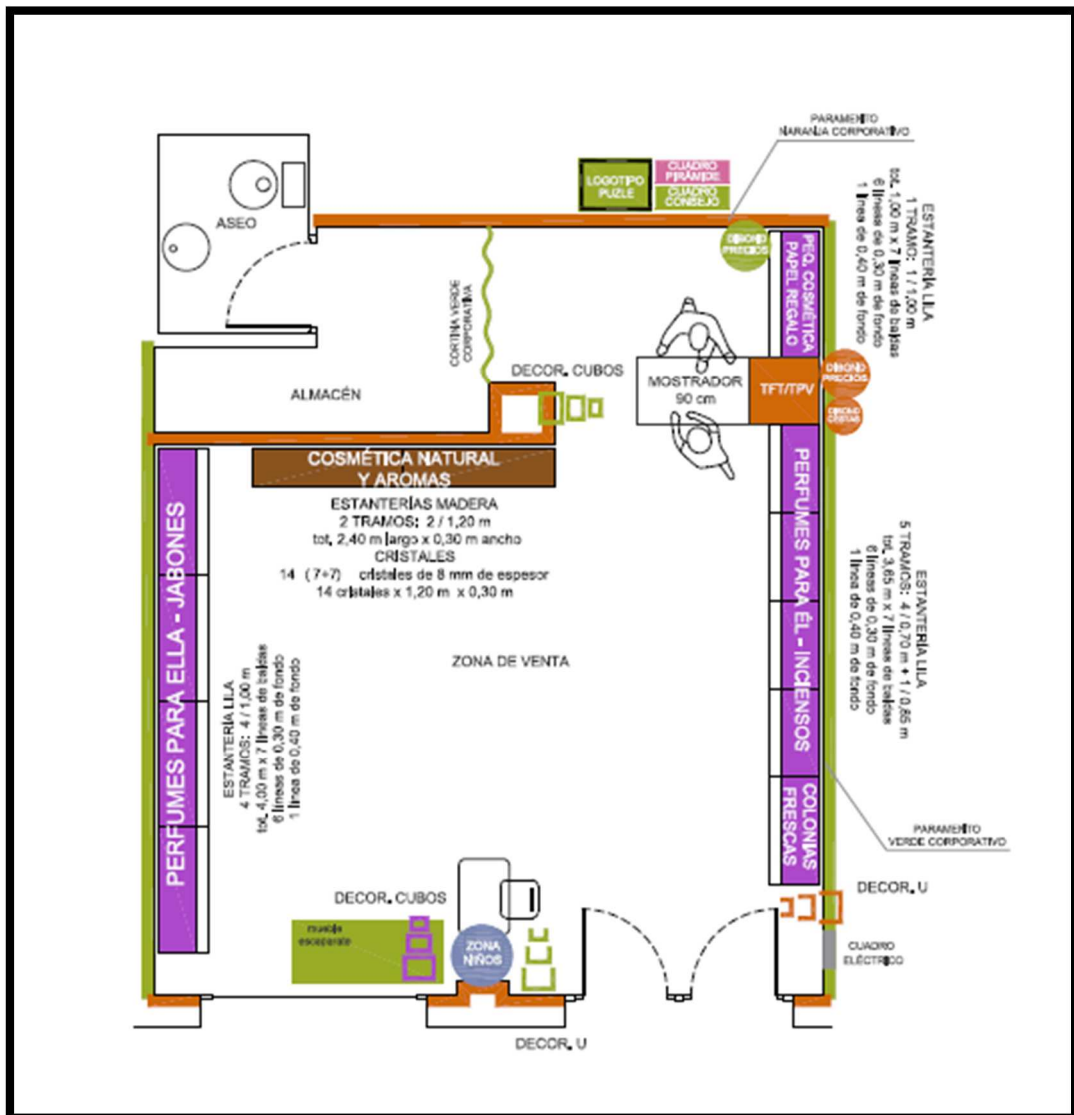
PROYECTO CHICLANA



PROYECTO CIUDAD REAL



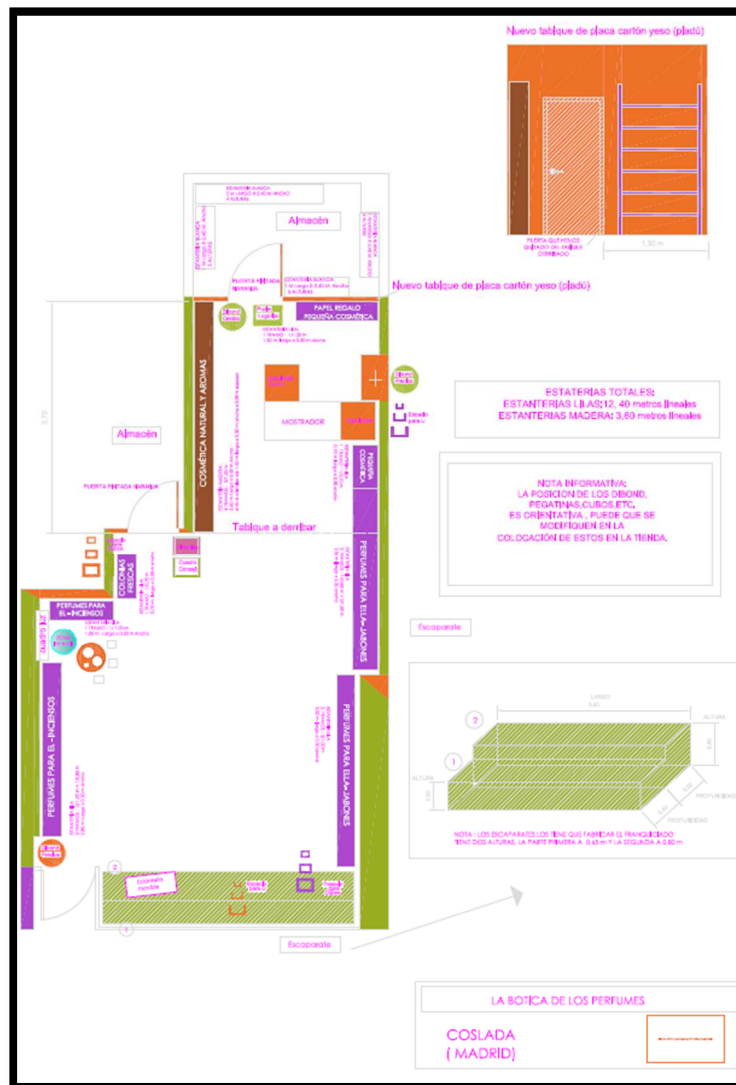
PROYECTO CONIL DE LA FRONTERA



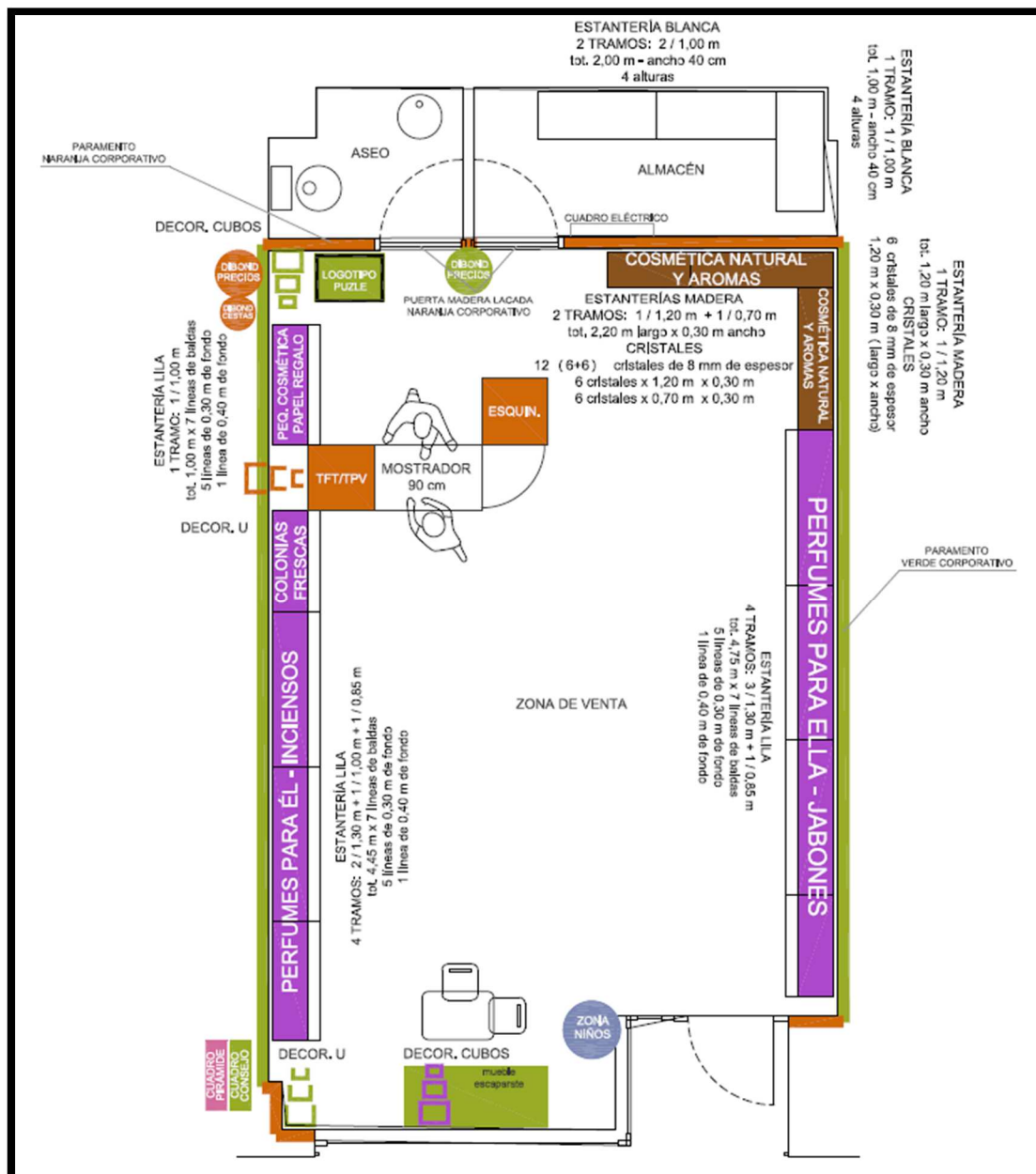
PROYECTO LA CORUÑA



PROYECTO COSLADA



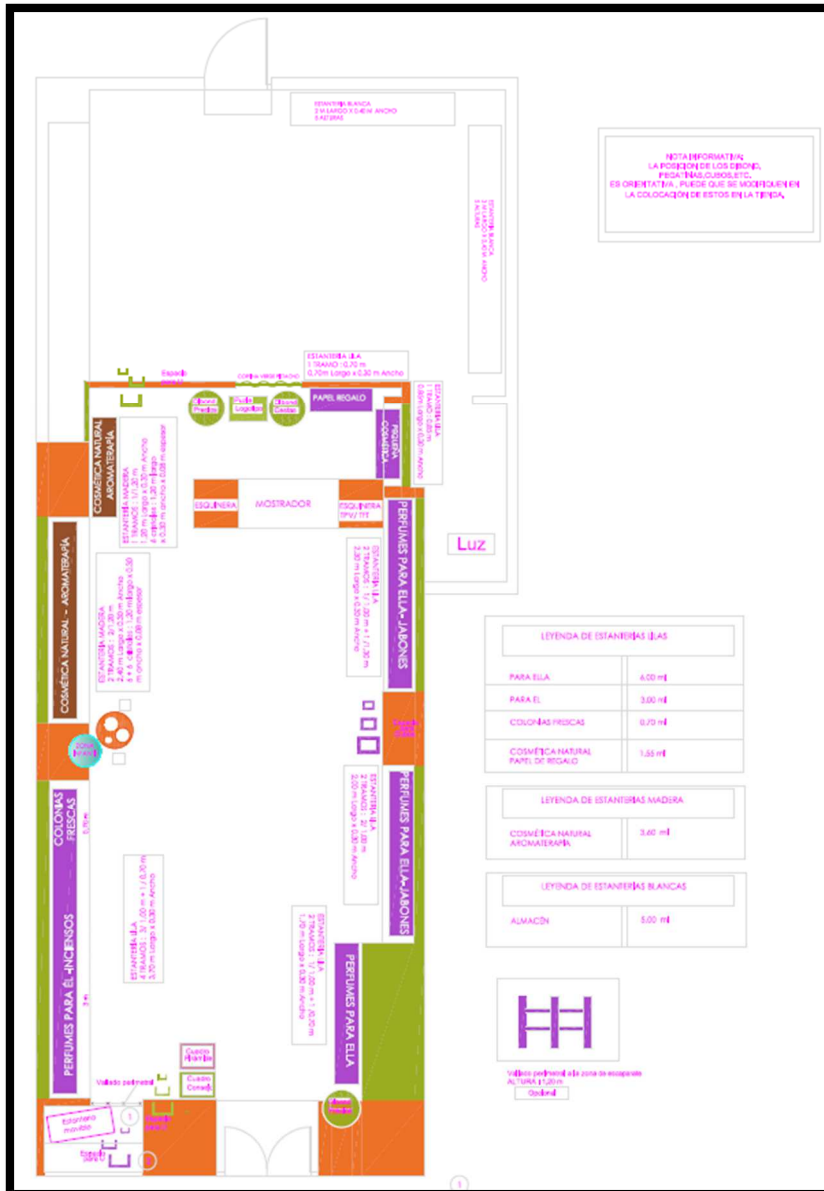
PROYECTO EL CASAR



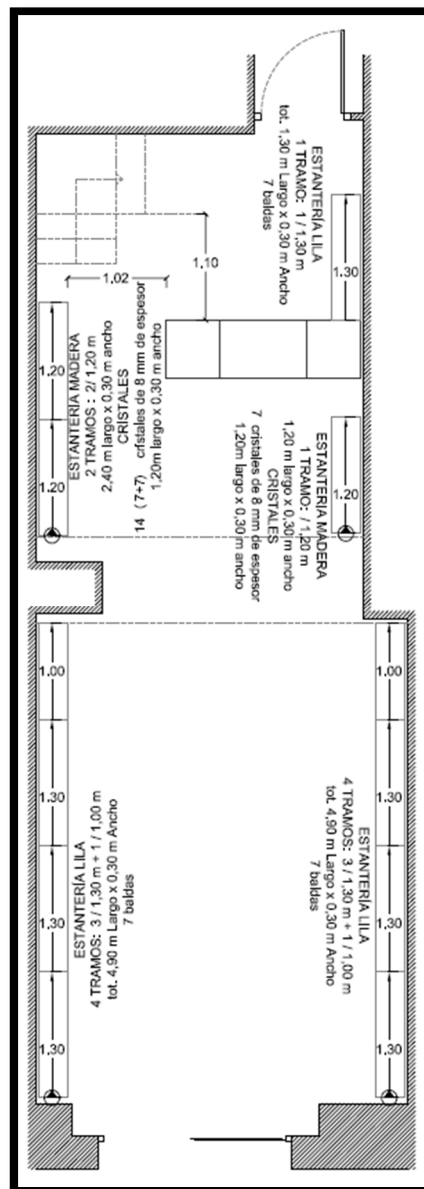
PROYECTO MADRID. CALLE ESPARTEROS



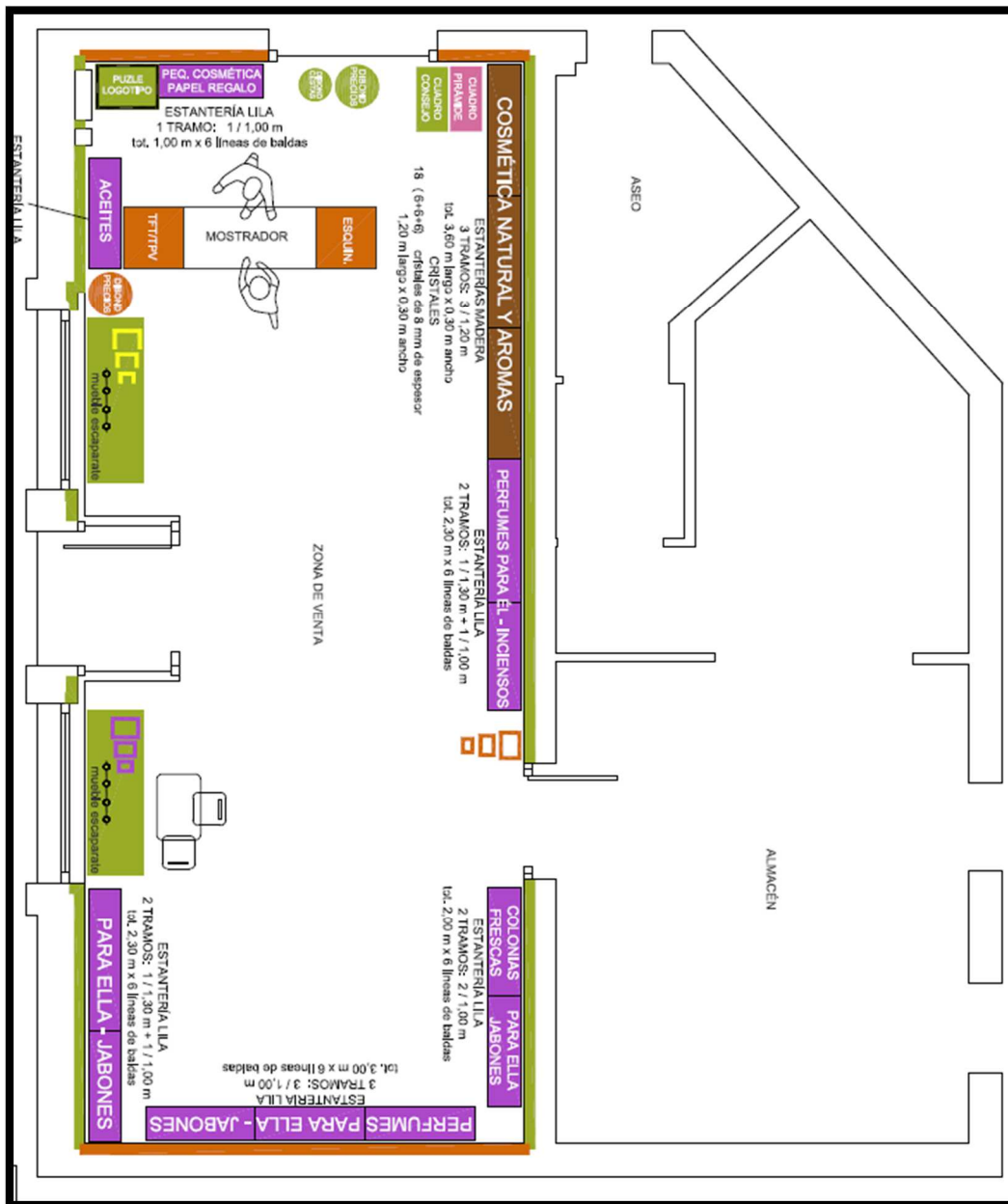
PROYECTO FERROL



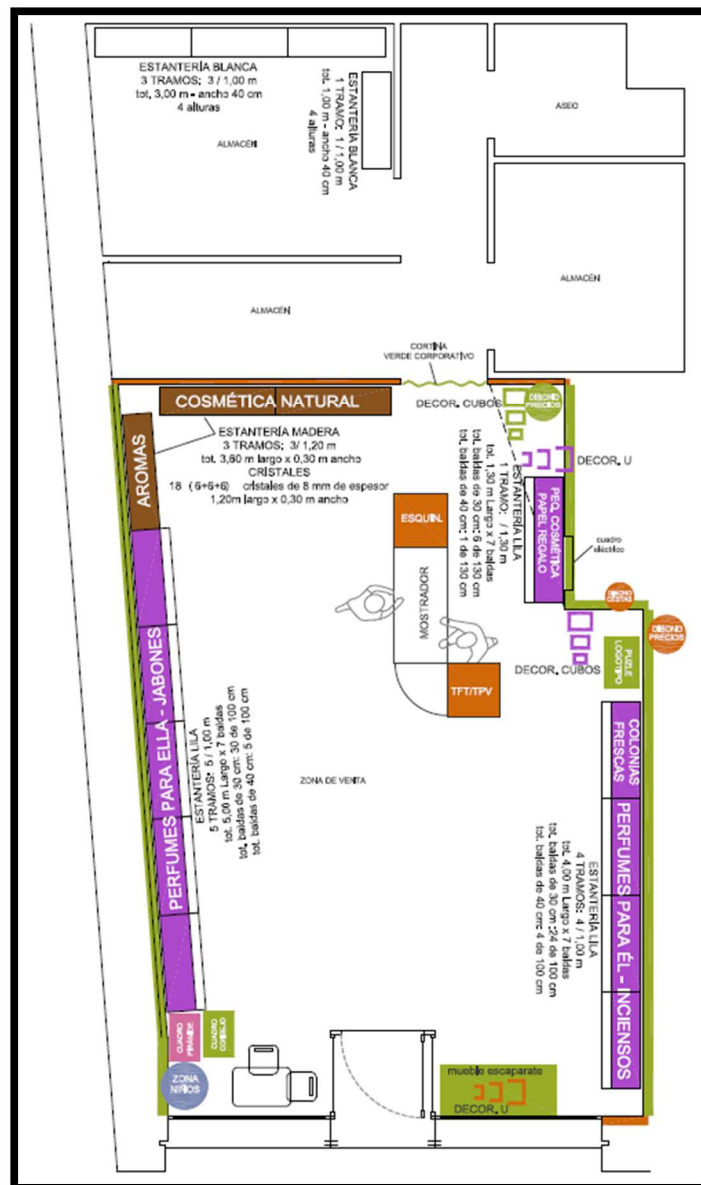
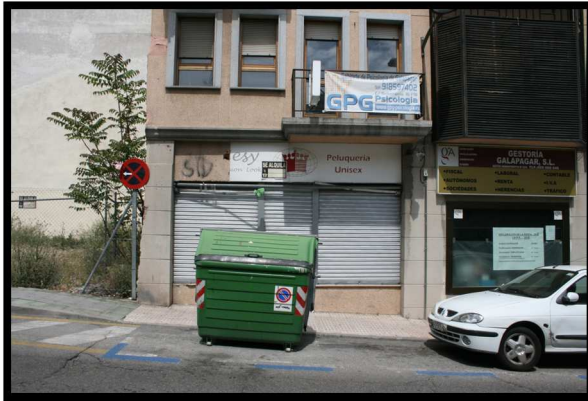
PROYECTO FIGUERAS



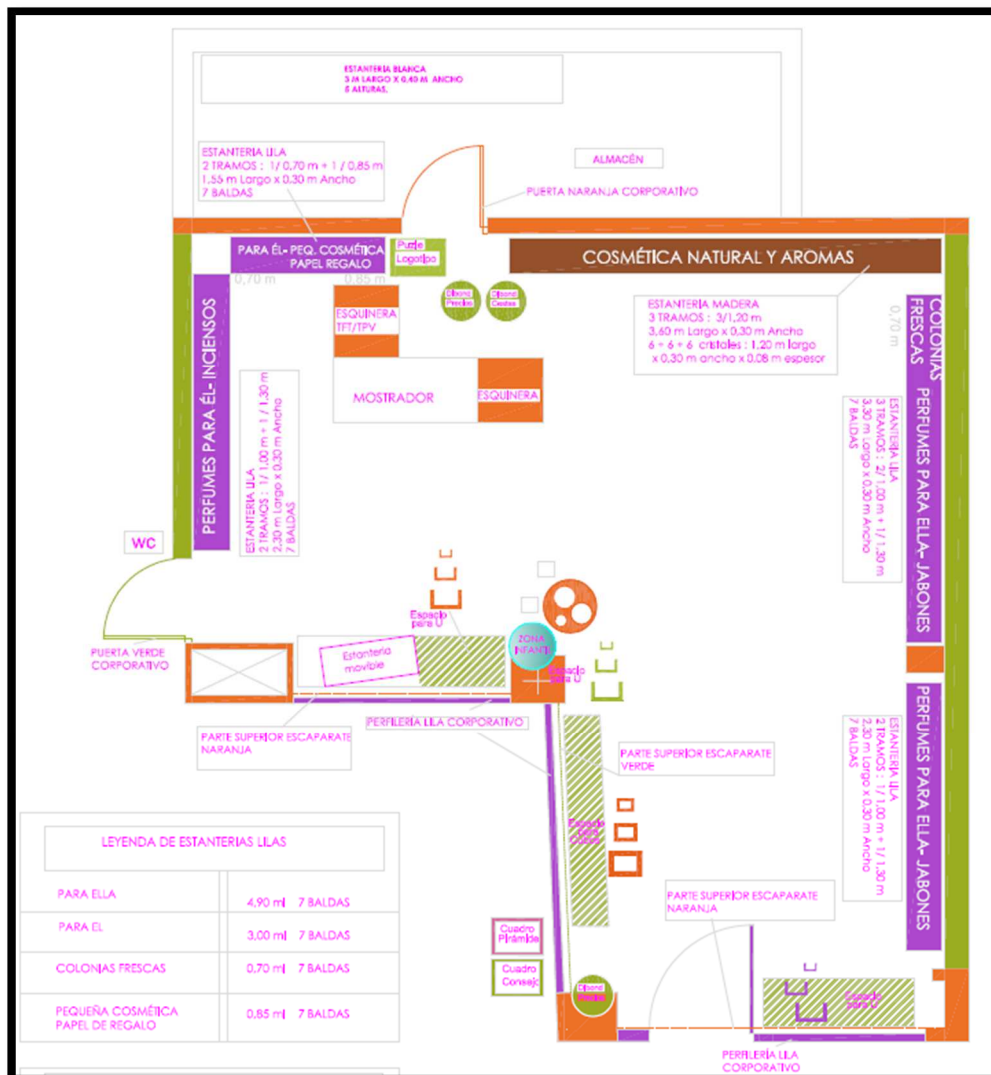
PROYECTO FUENLABRADA



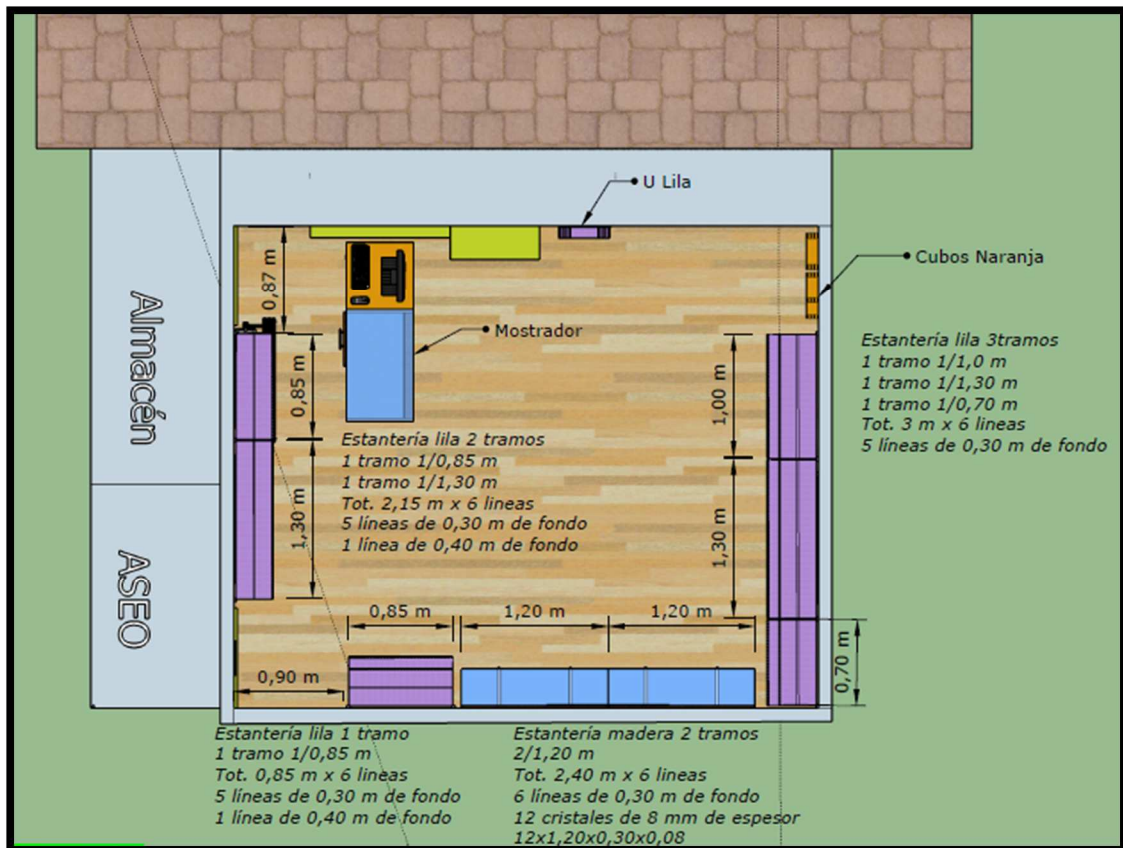
PROYECTO GALAPAGAR



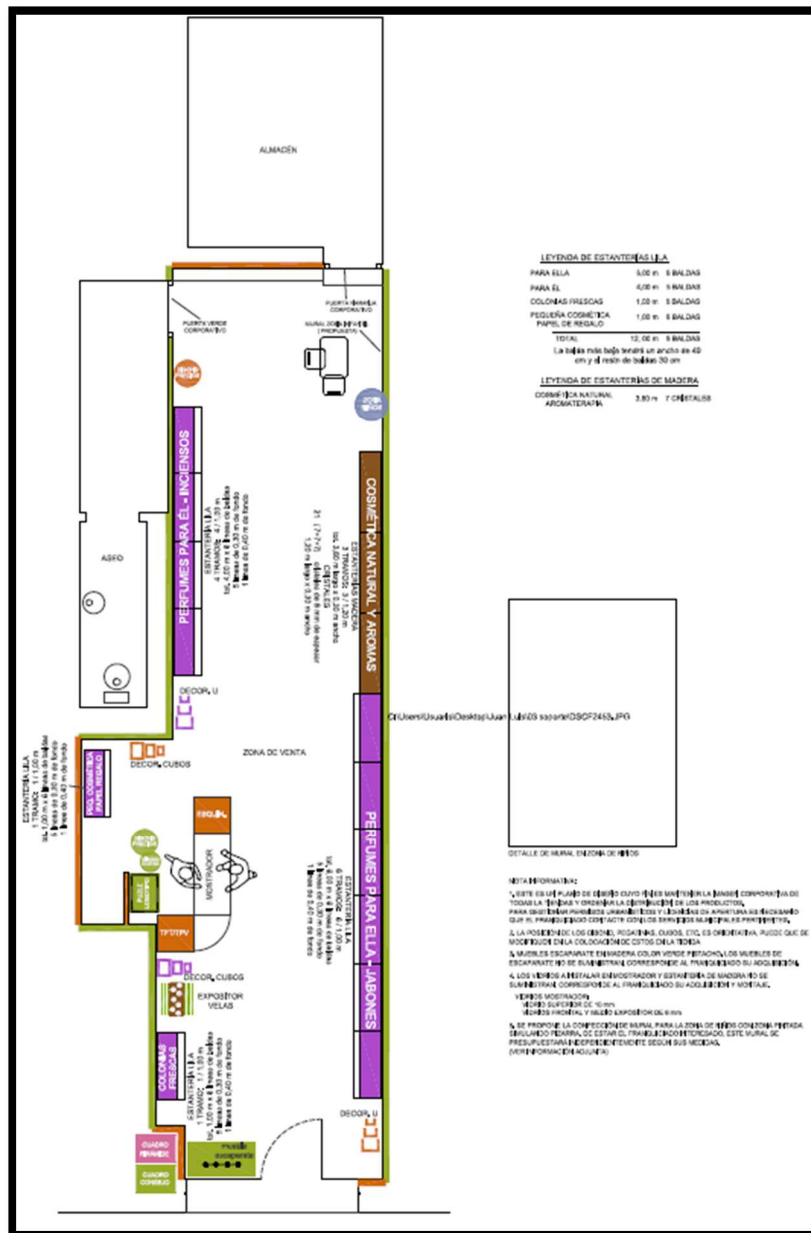
PROYECTO GETXO



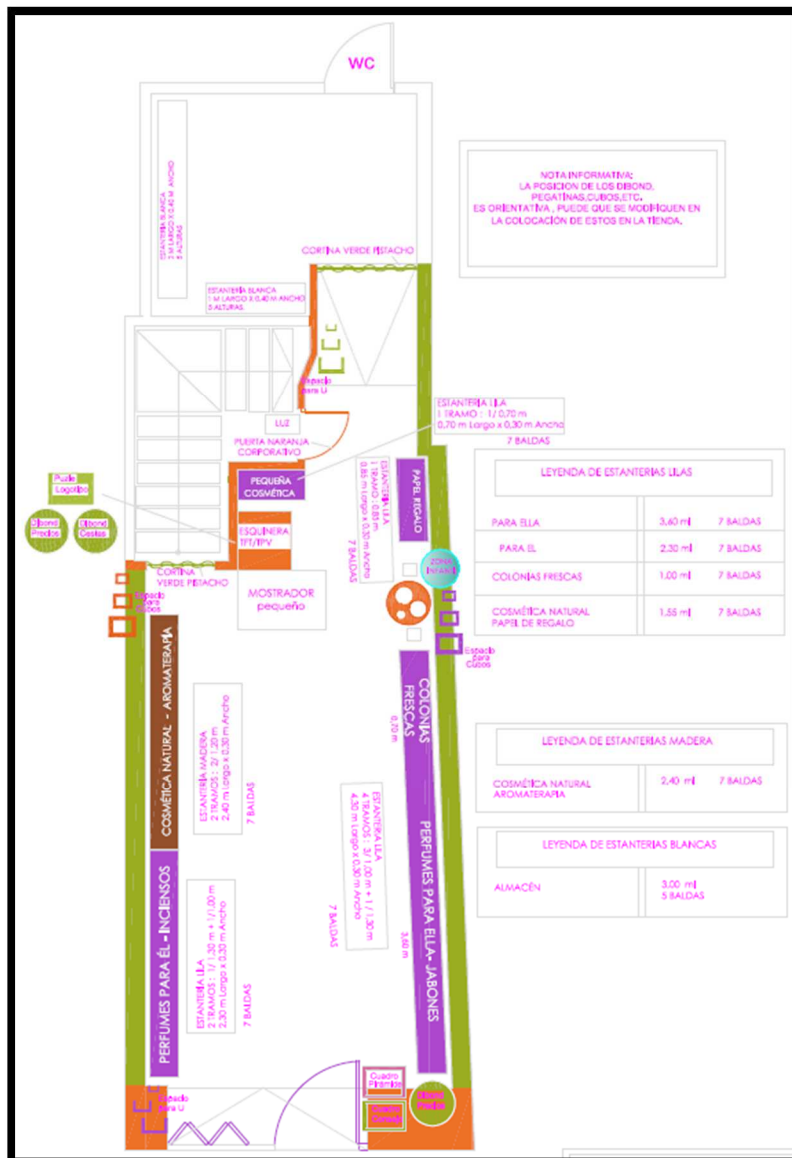
PROYECTO GRIÑÓN



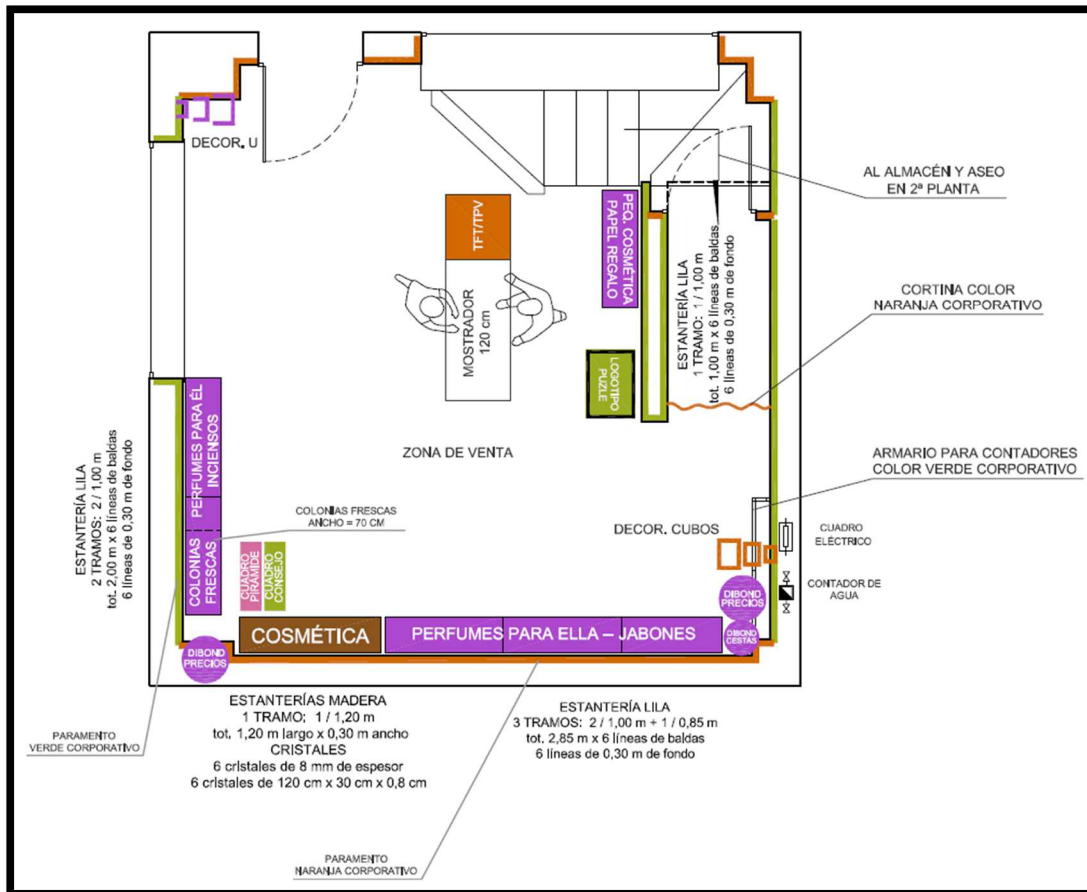
PROYECTO HOSPITALET



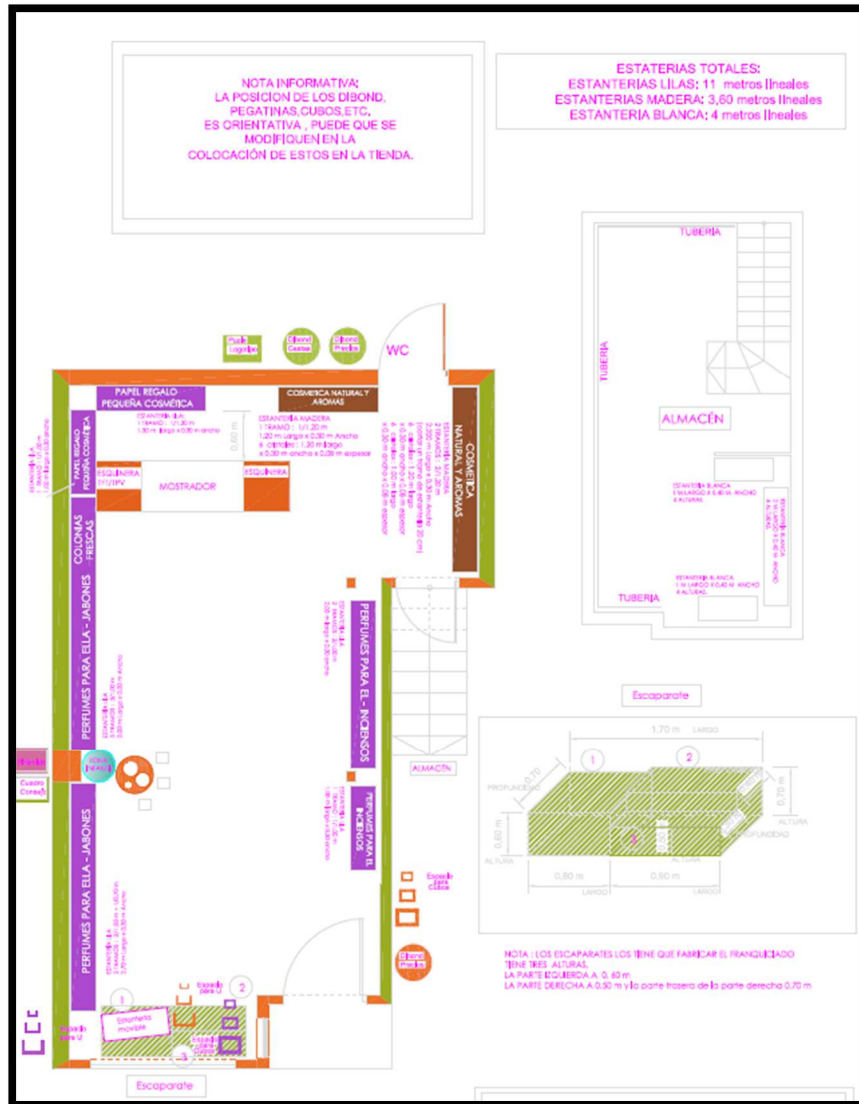
PROYECTO HUELVA



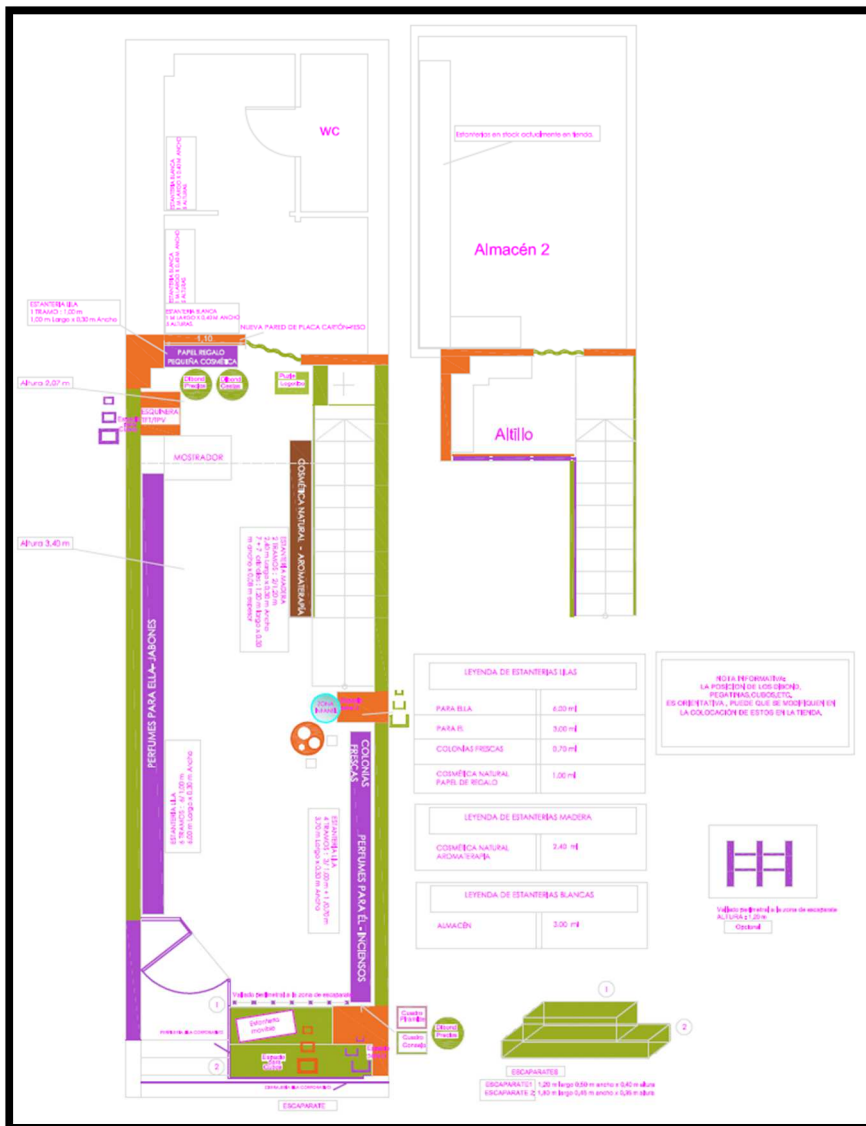
PROYECTO HUMANES



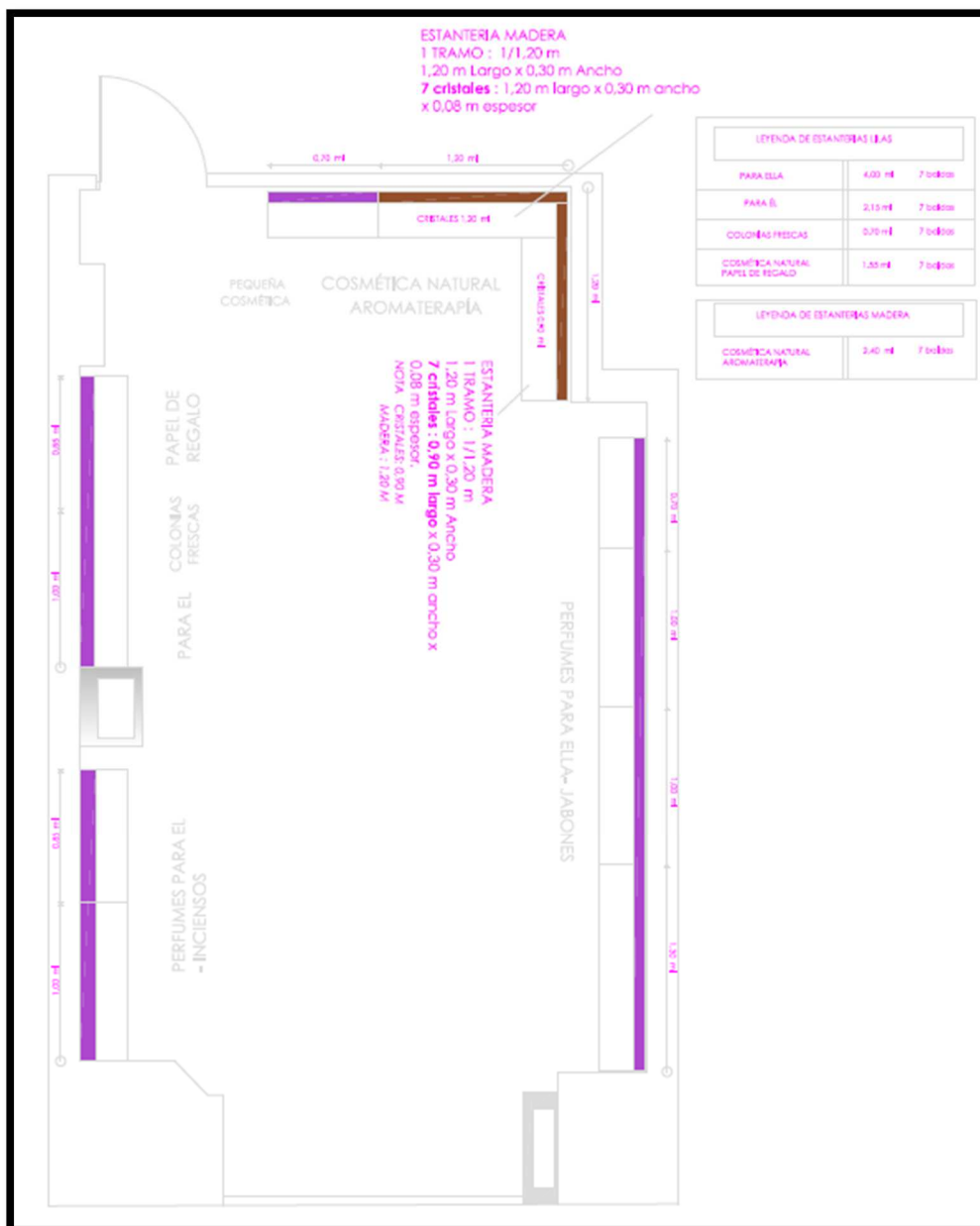
PROYECTO ILLESCAS



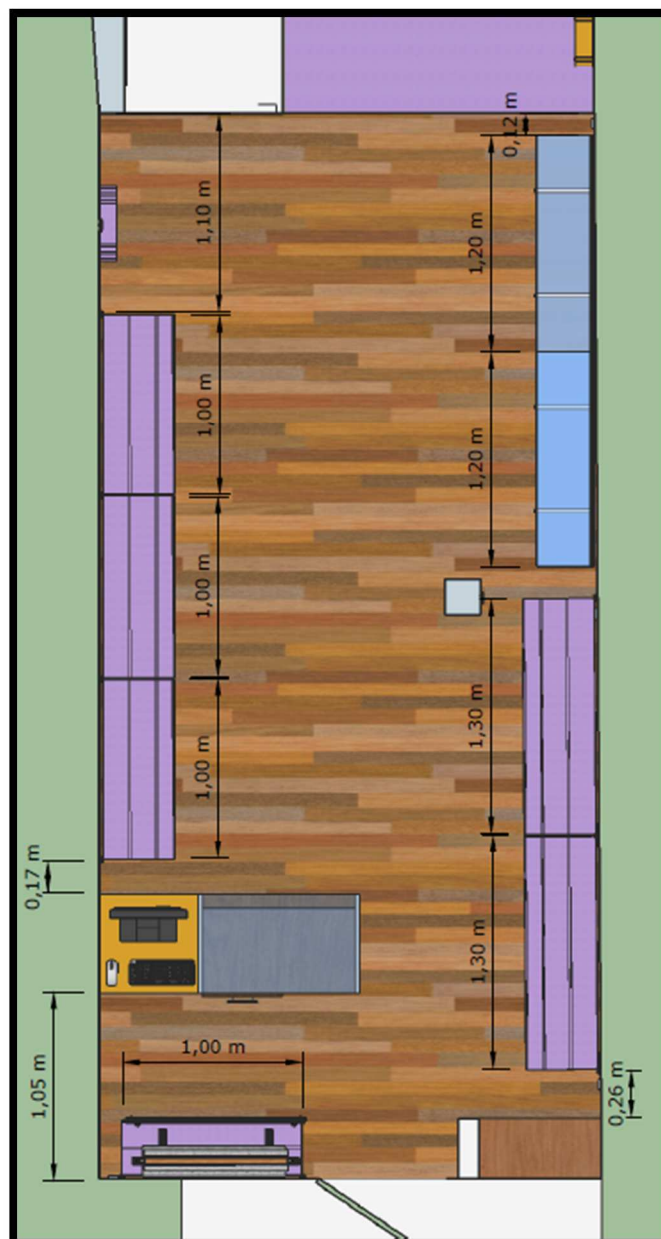
PROYECTO JAÉN



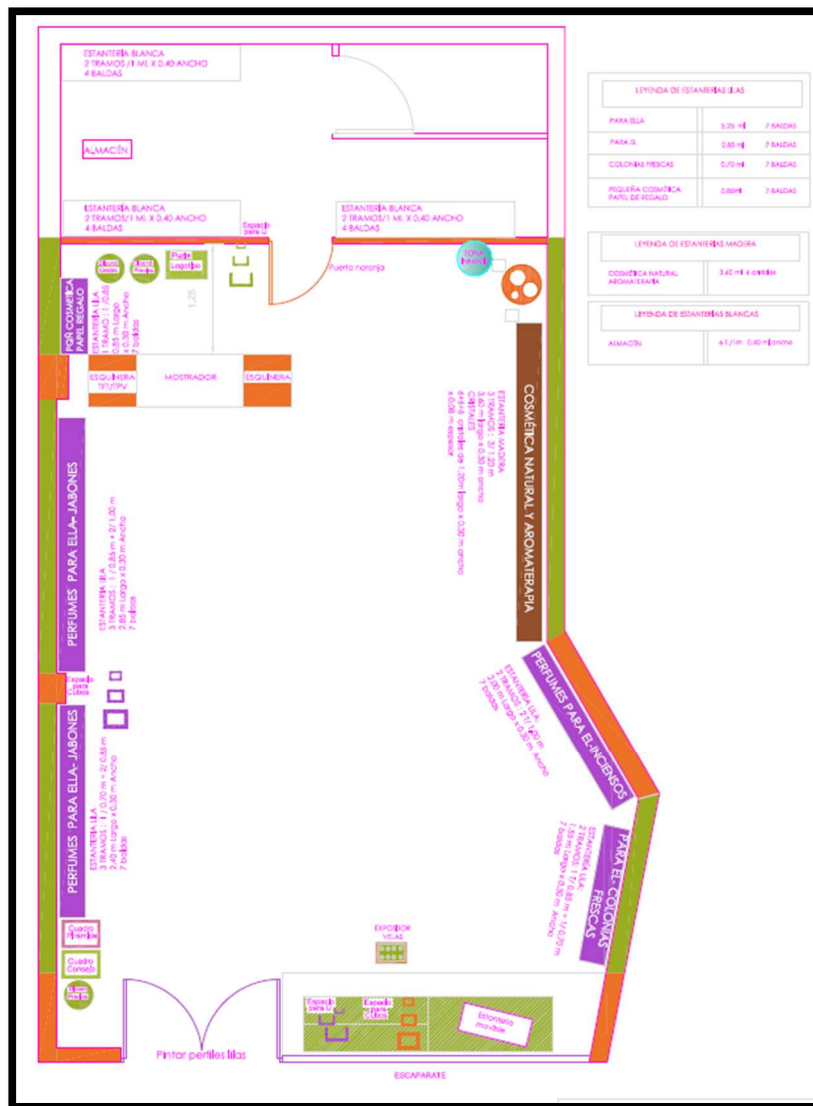
PROYECTO JEREZ DE LA FRONTERA



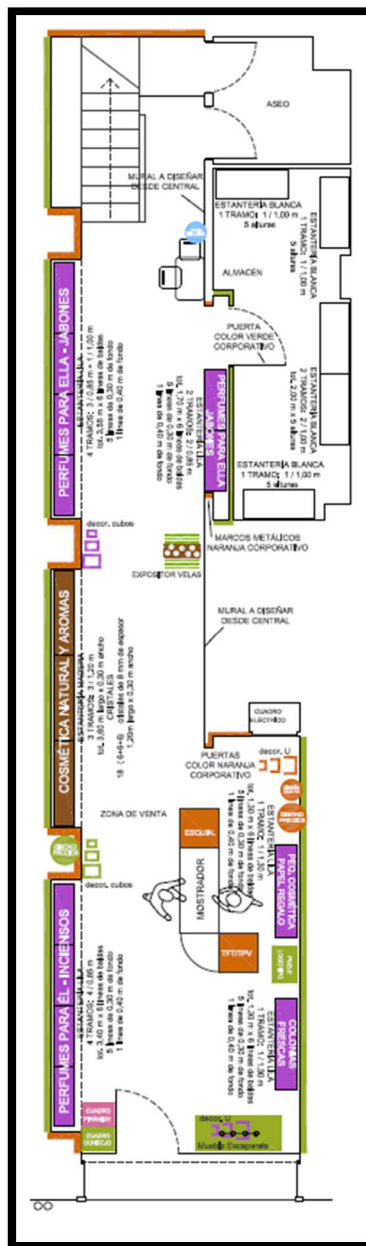
PROYECTO LA FELGUERA



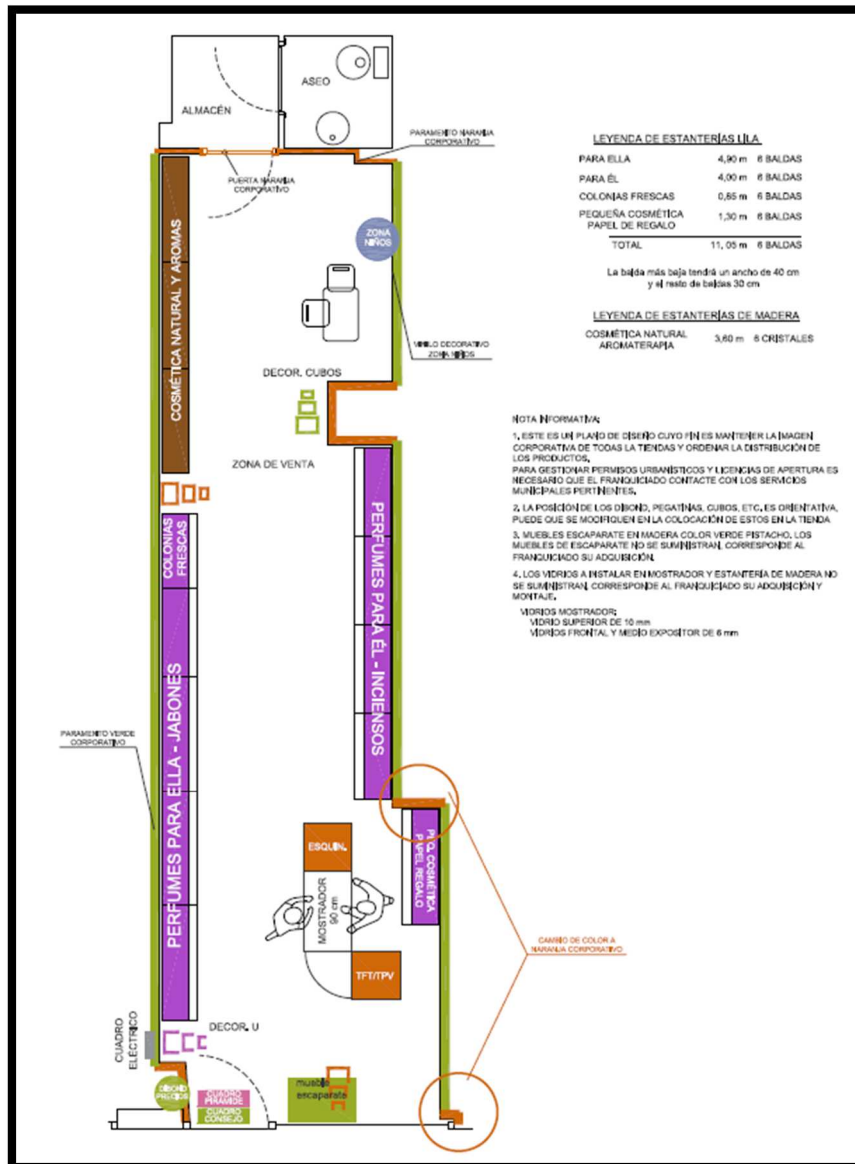
PROYECTO LA PALMA



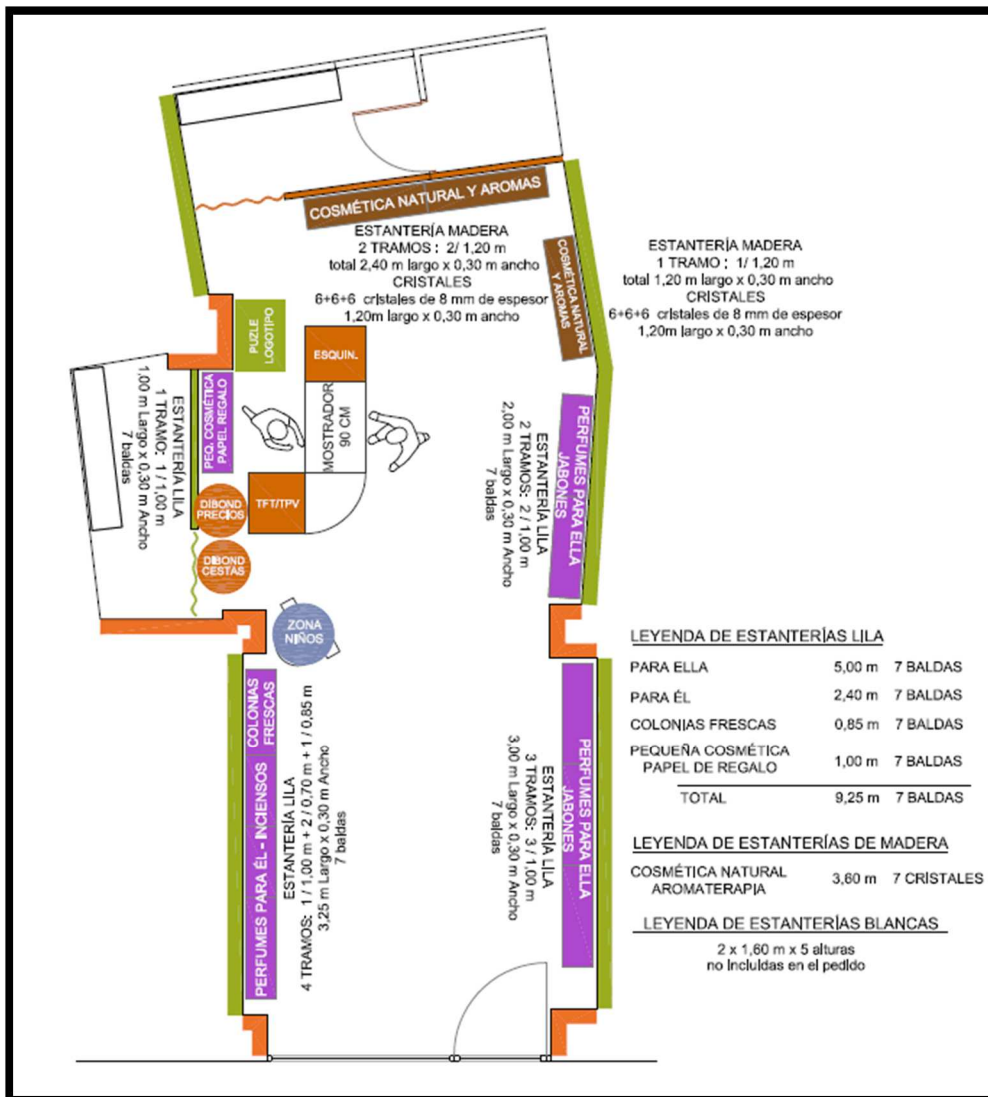
PROYECTO LLEIDA



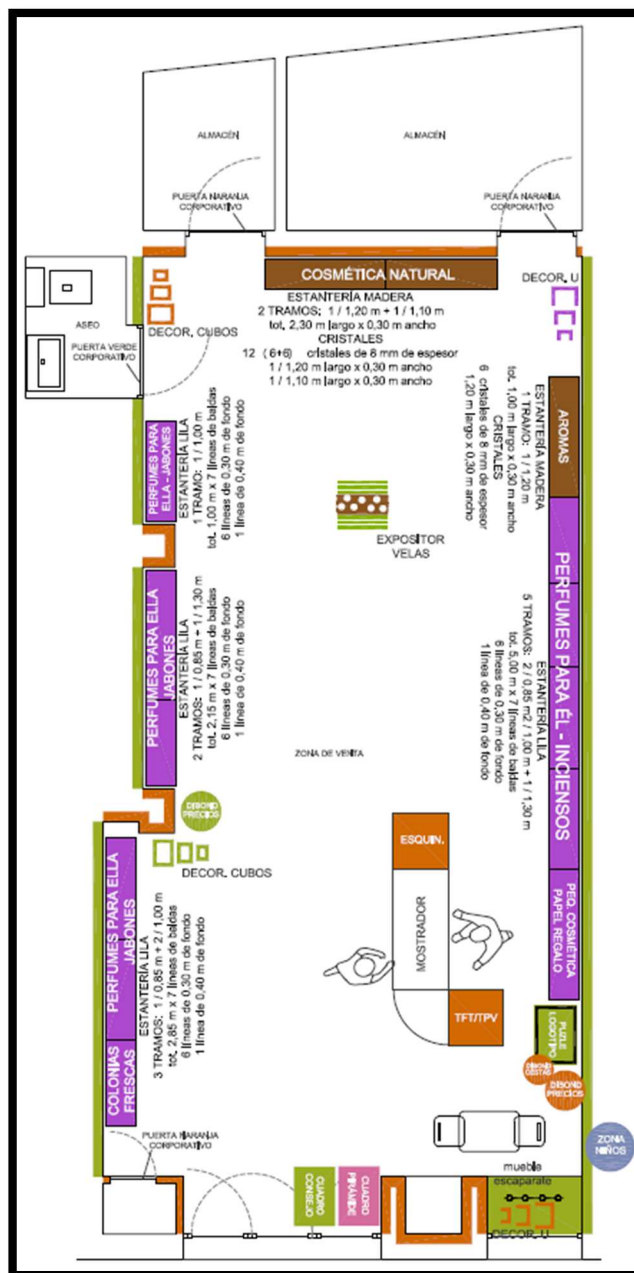
PROYECTO LOGROÑO



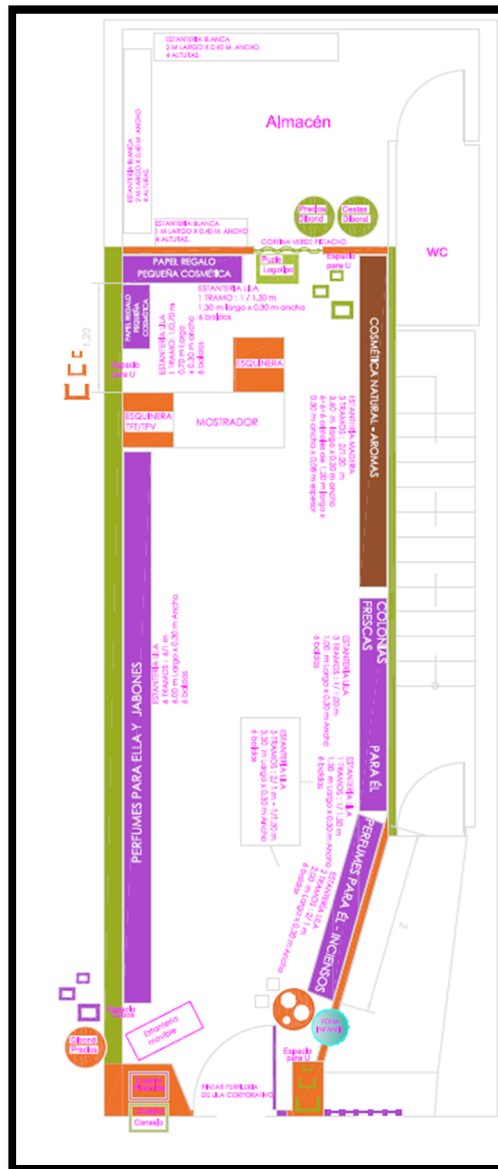
PROYECTO LORCA



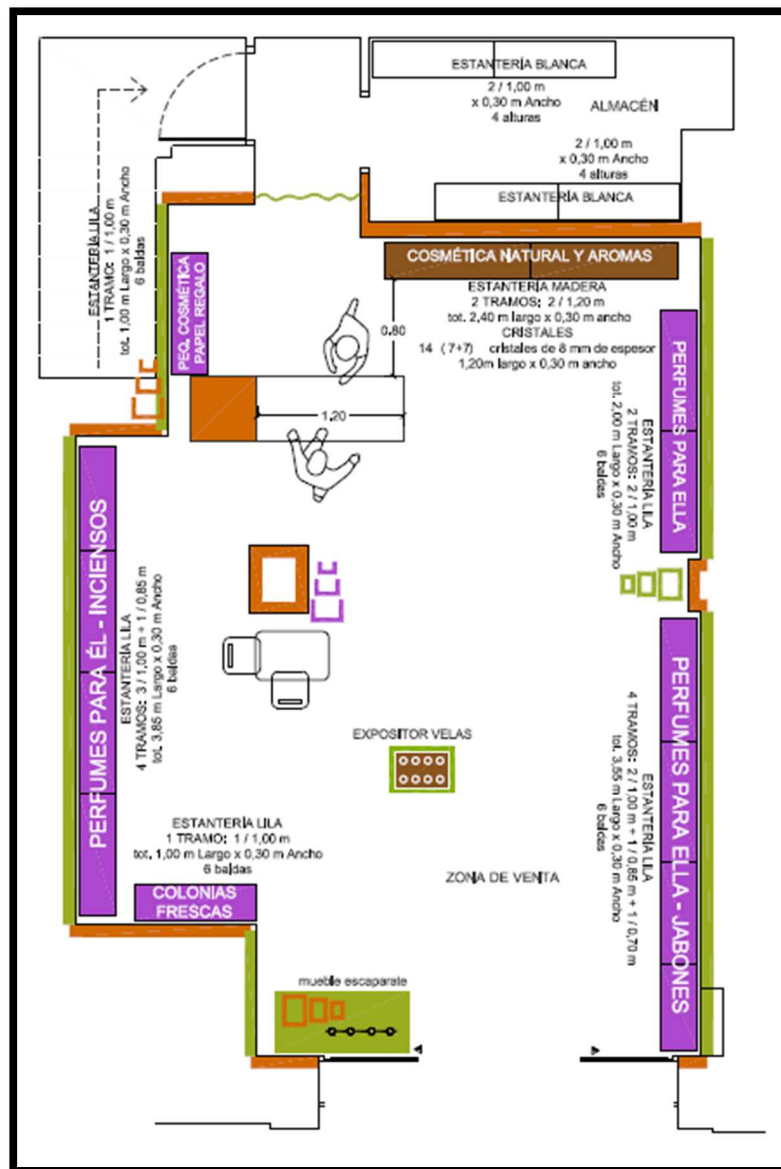
PROYECTO LOS LLANOS



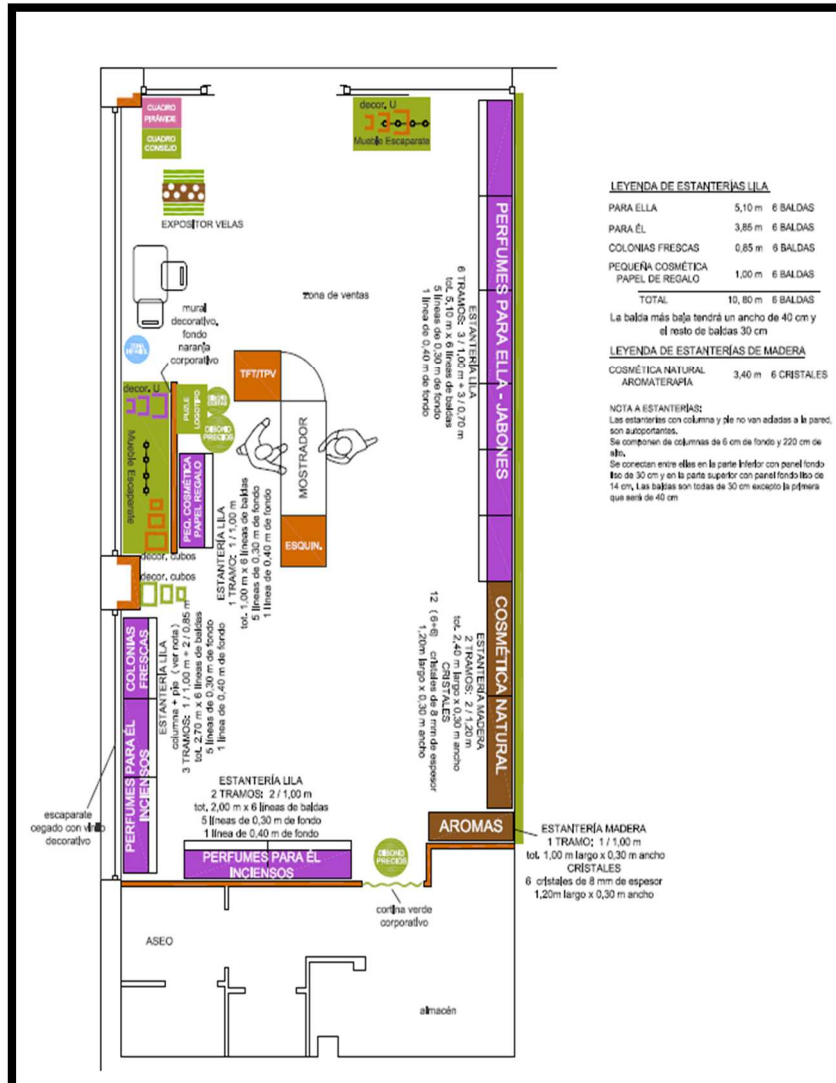
PROYECTO LUGO



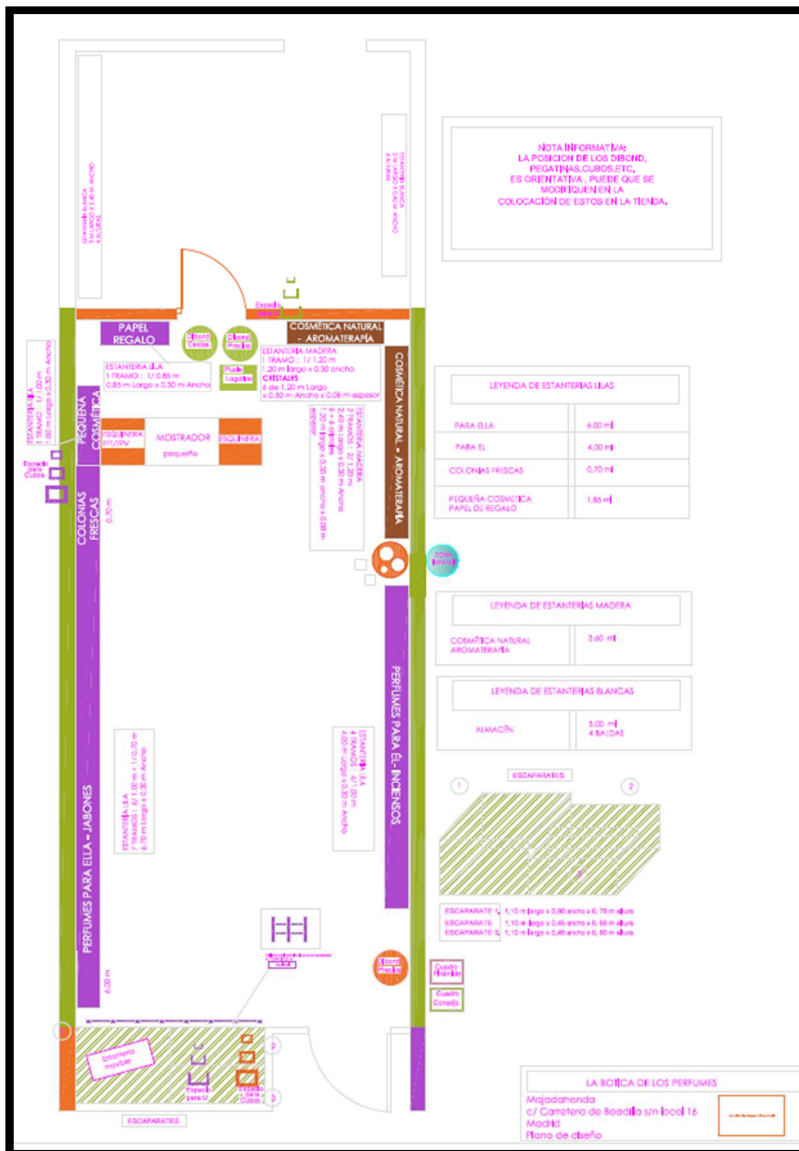
PROYECTO MADRID. AV MEDITERRÁNEO



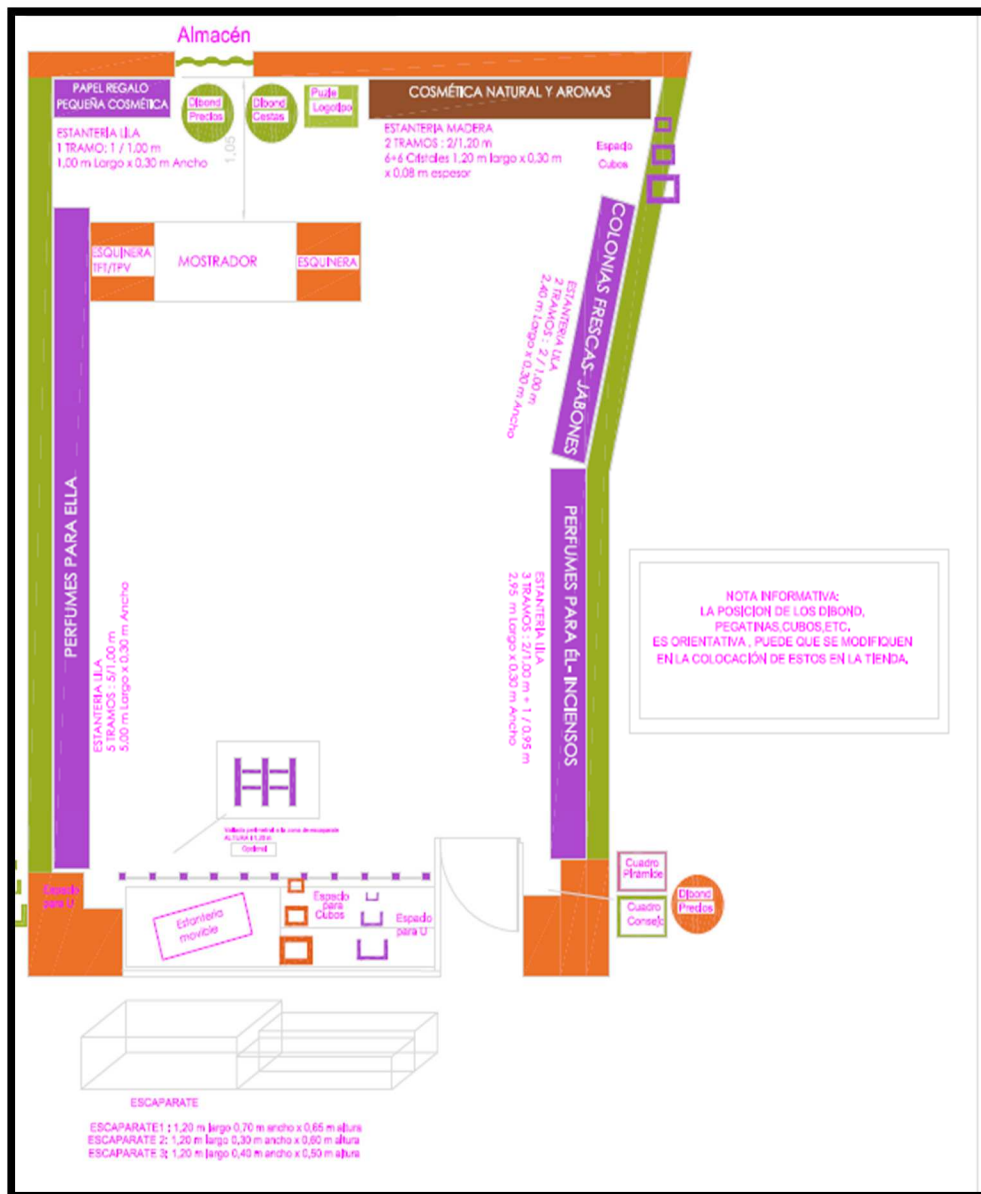
PROYECTO MADRID. MARCELO USERA



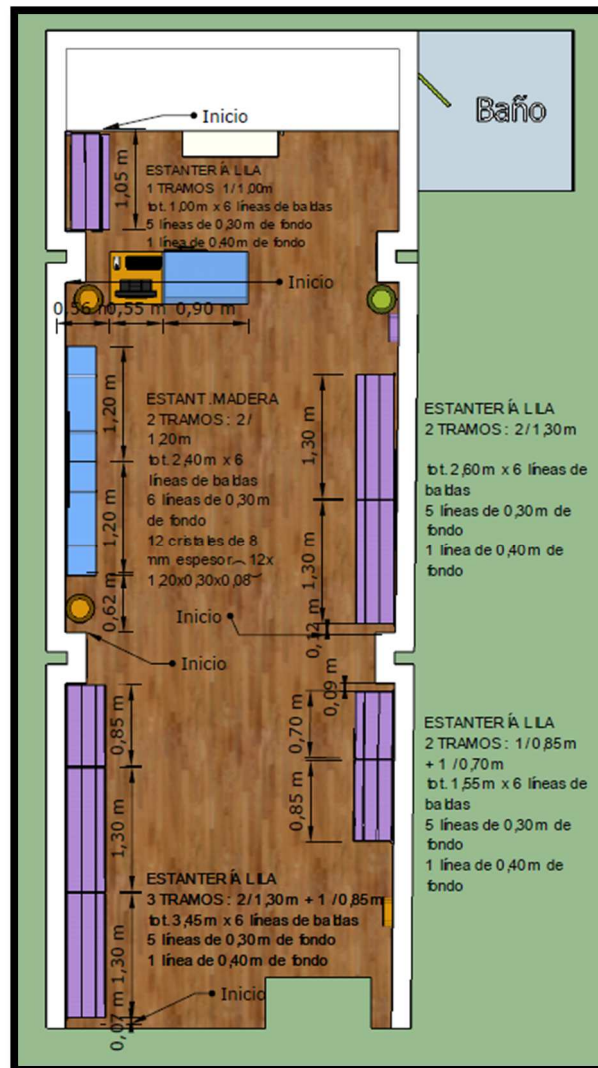
PROYECTO MAJADAHONDA



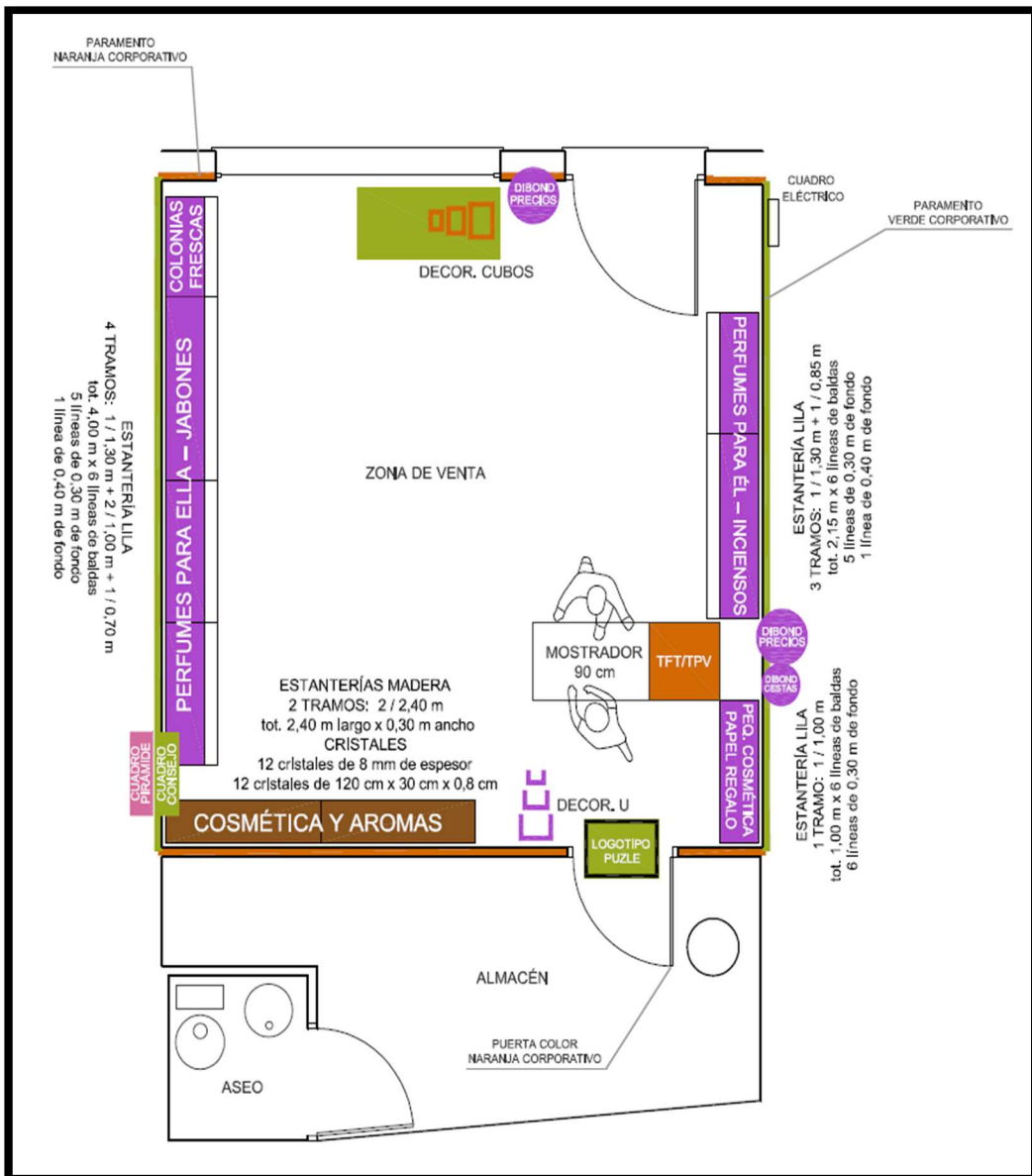
PROYECTO MÁLAGA



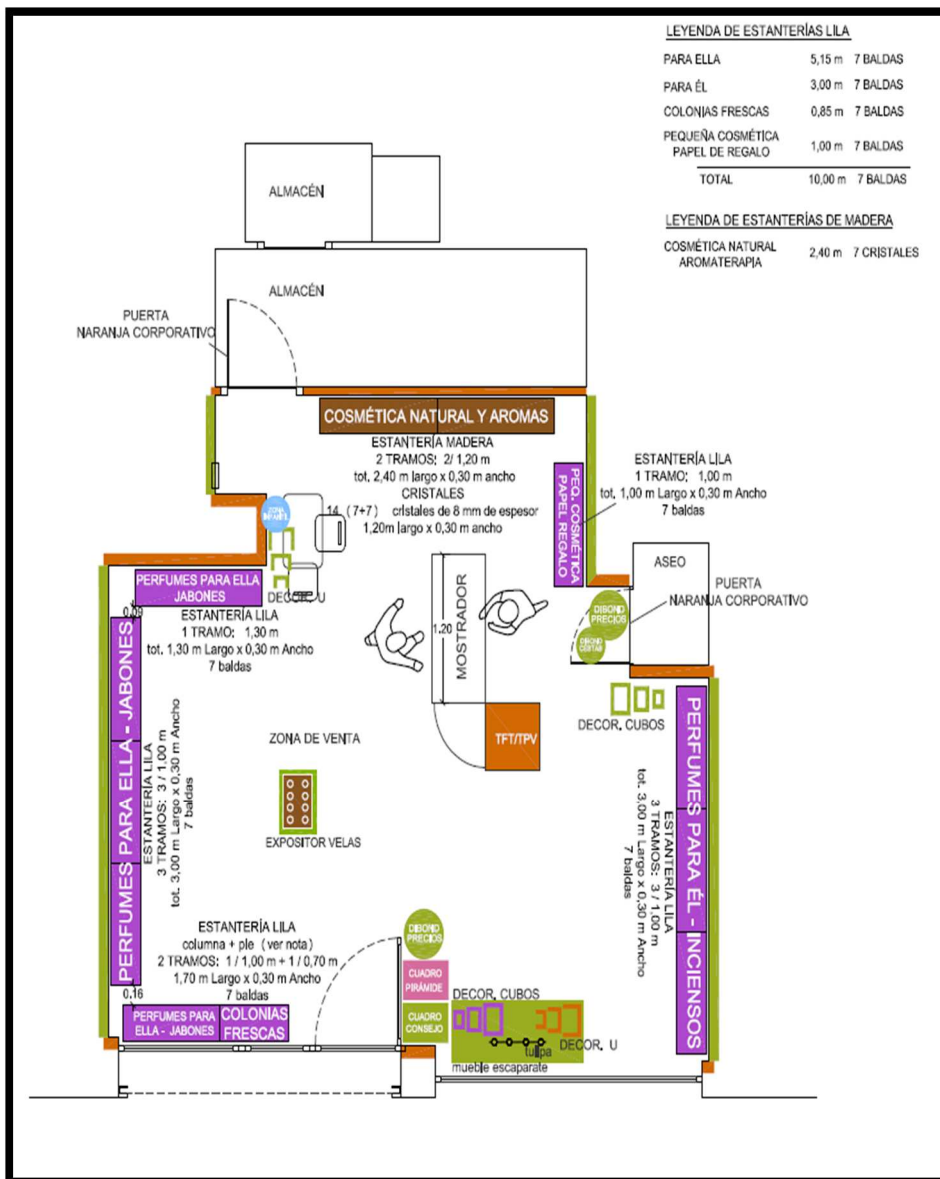
PROYECTO MALLORCA



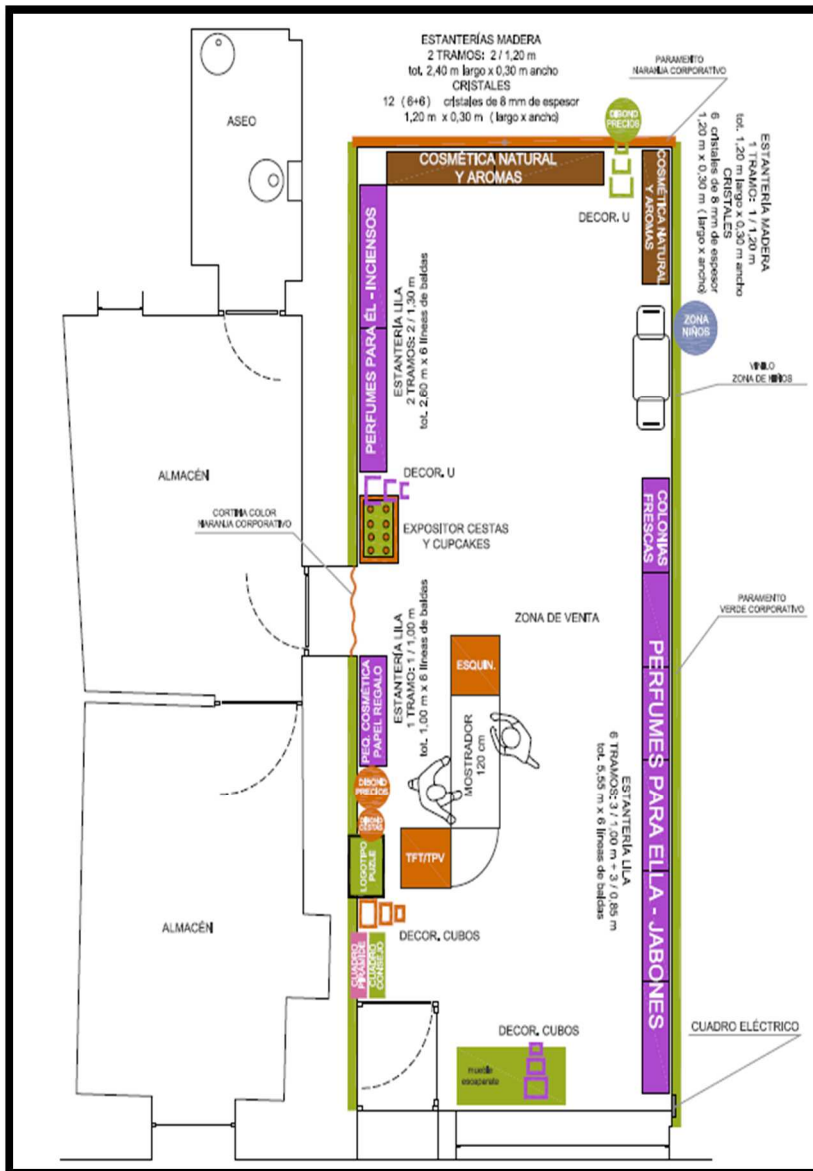
PROYECTO MANZANARES



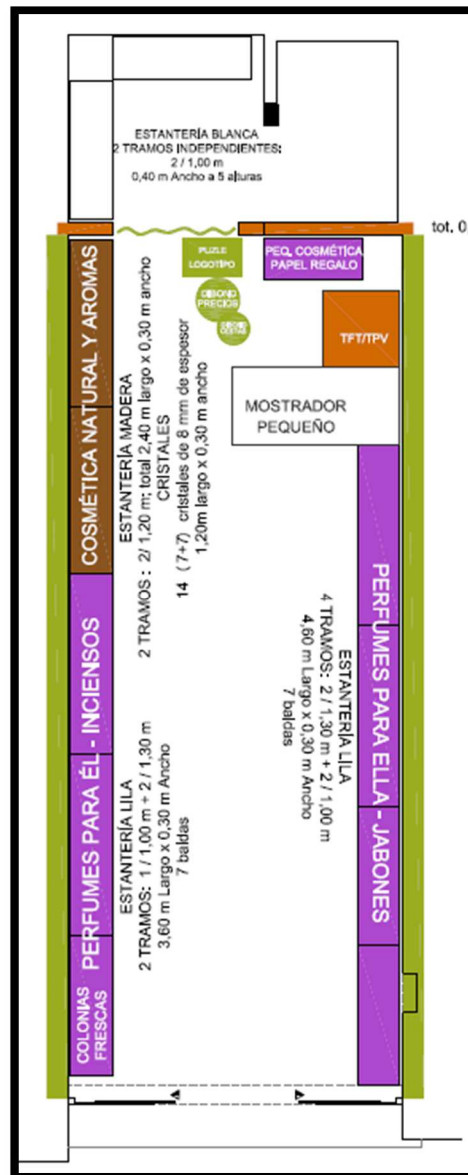
PROYECTO MARBELLA



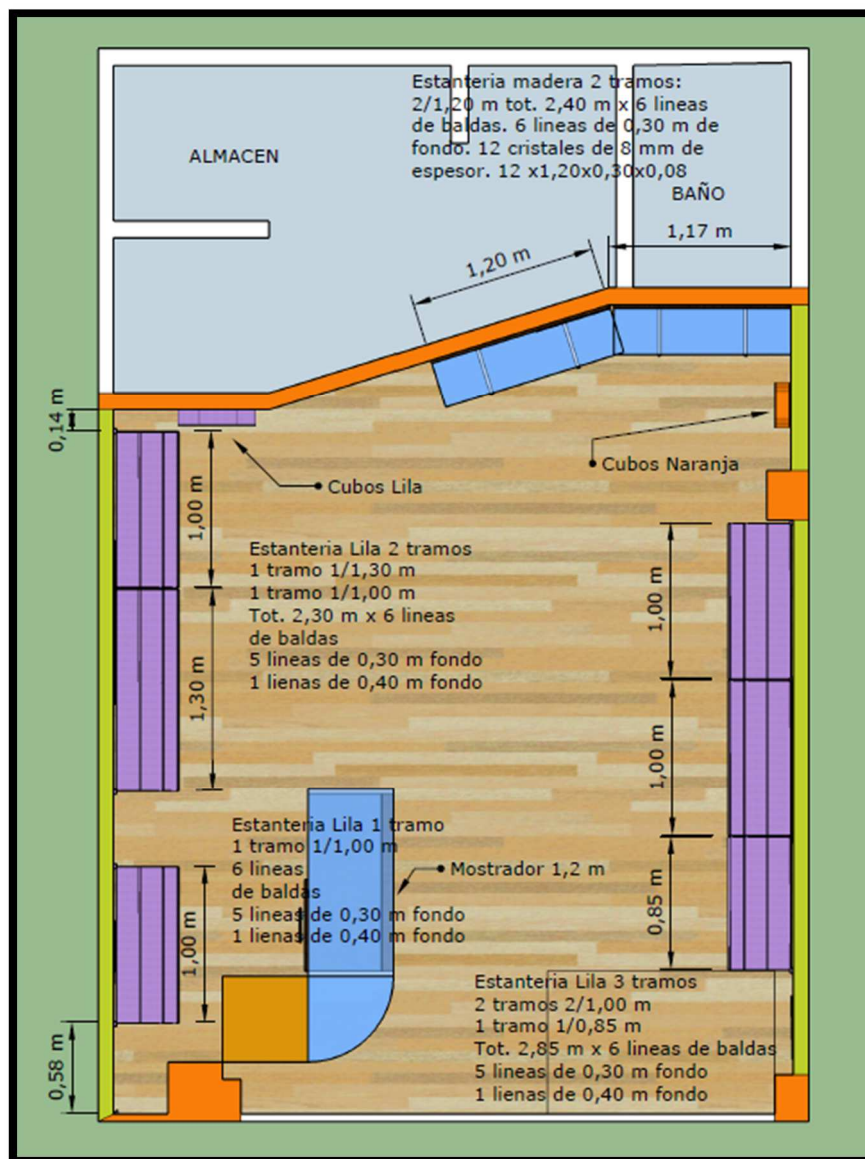
PROYECTO MEJORADA DEL CAMPO



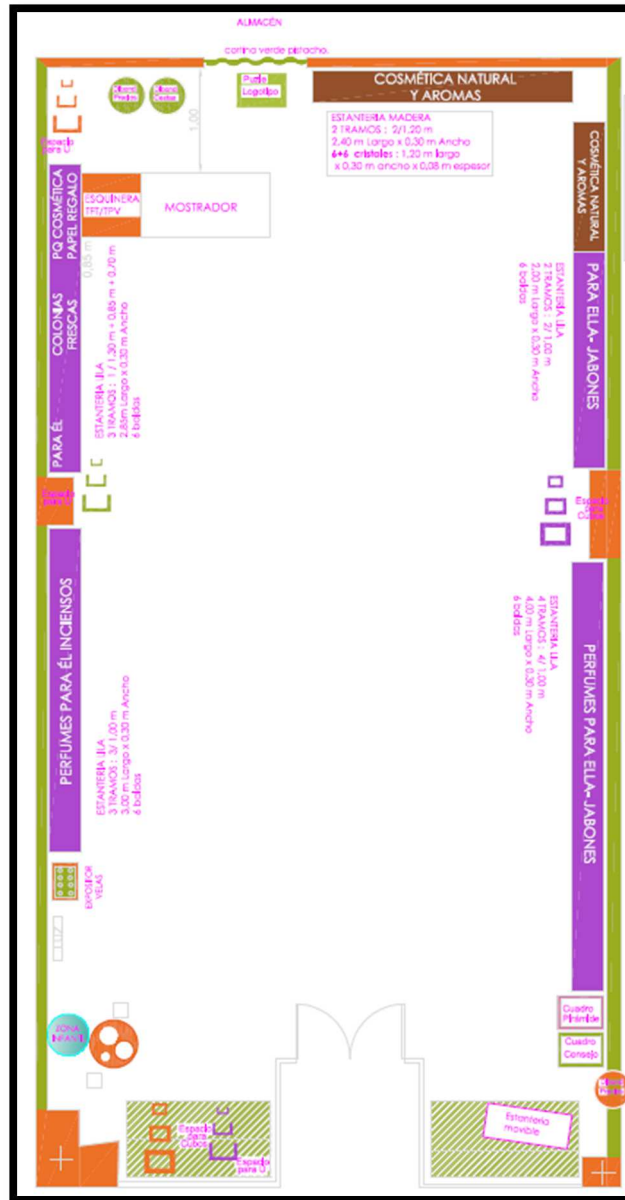
PROYECTO MIRANDA DEL EBRO



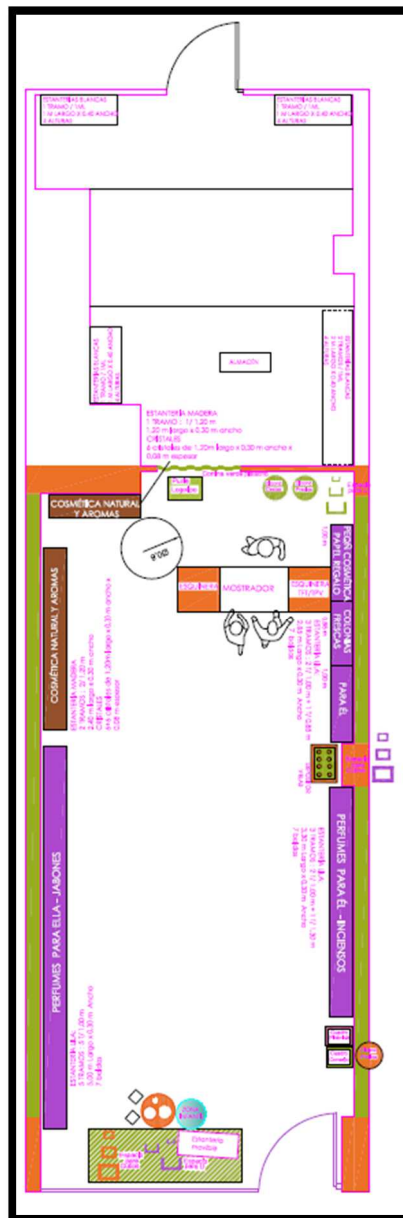
PROYECTO MONTIJO I



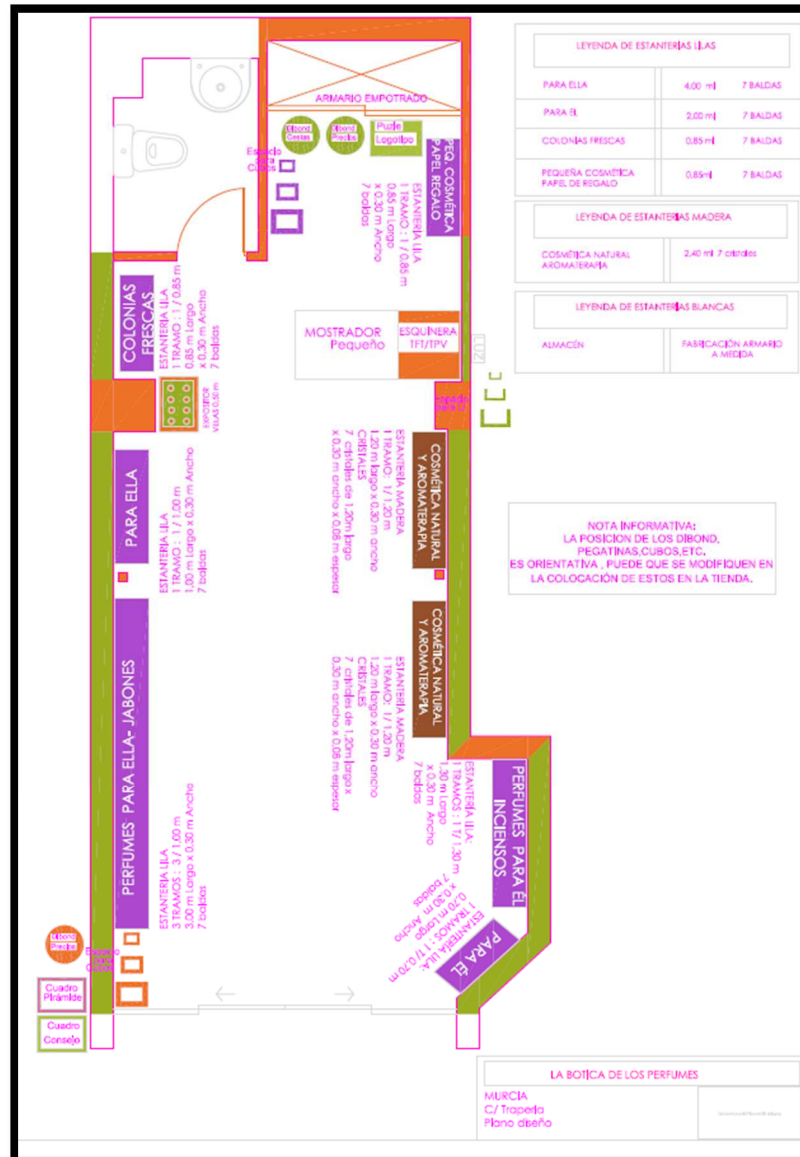
PROYECTO MONTILLA



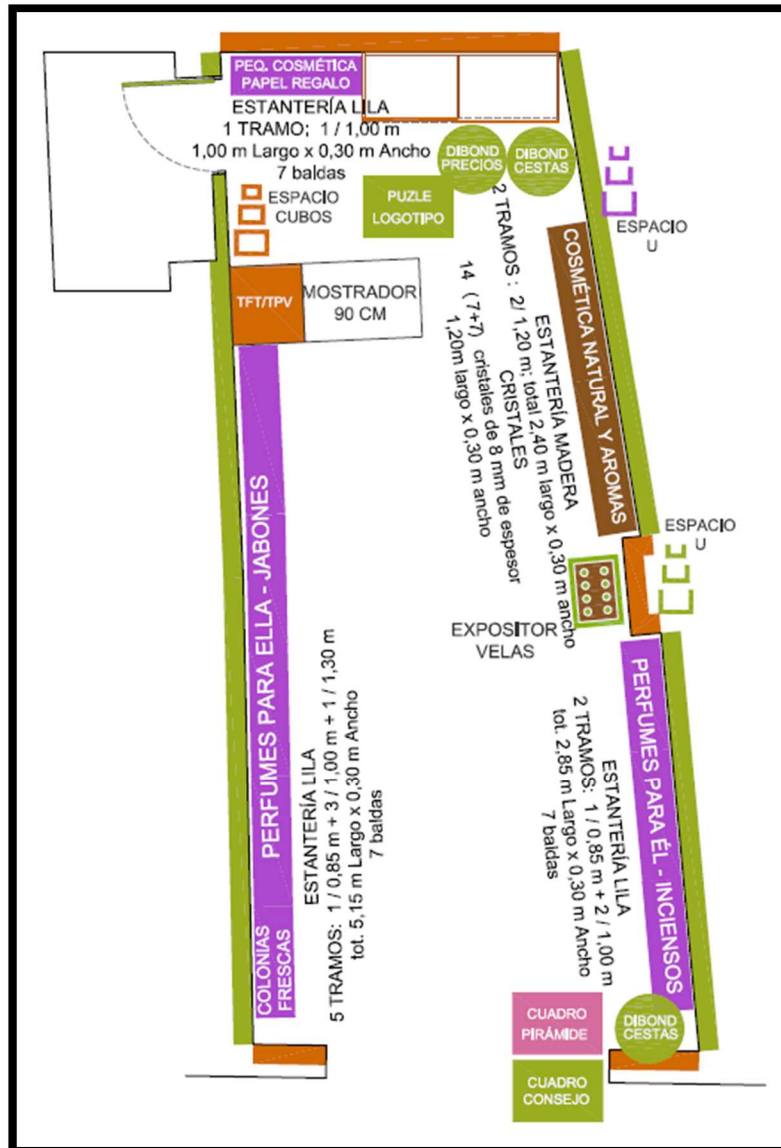
PROYECTO MORA



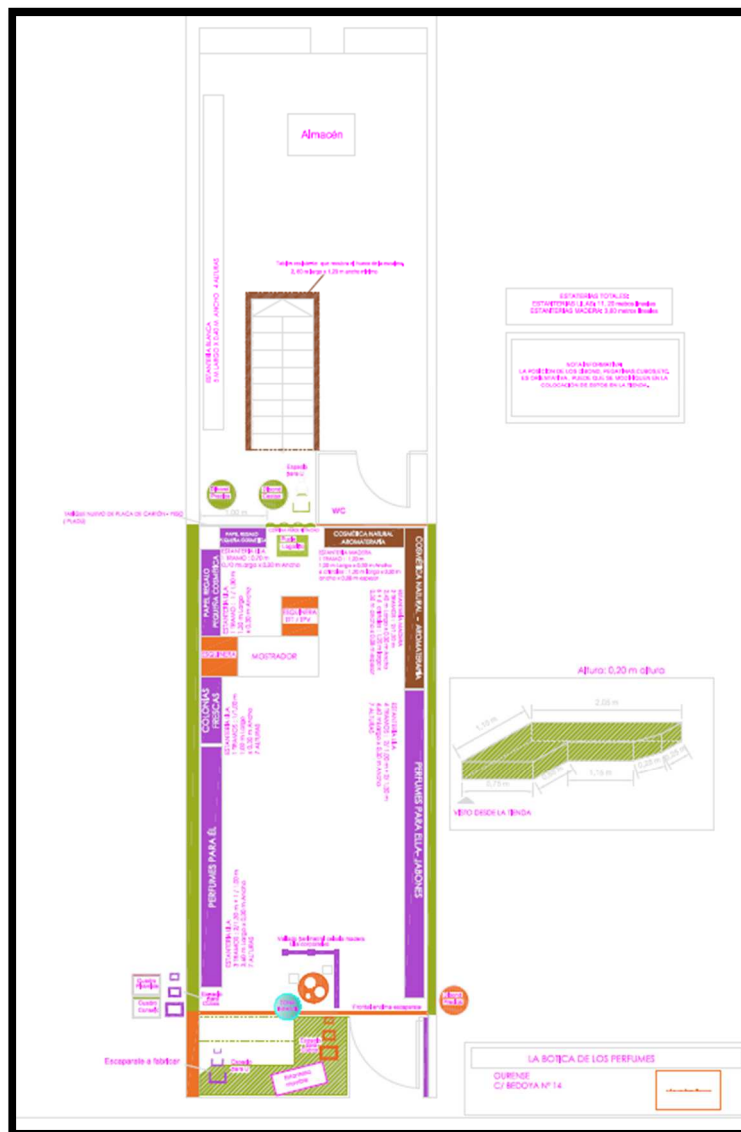
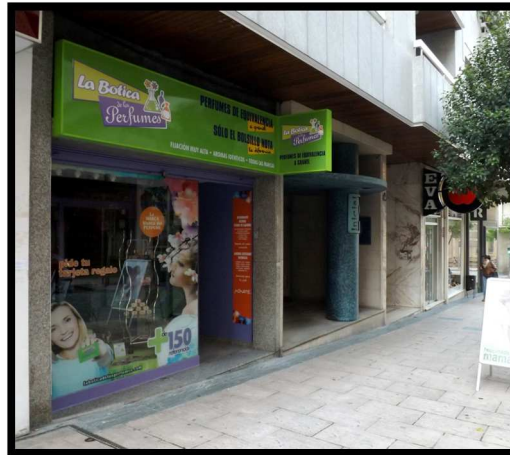
PROYECTO MURCIA



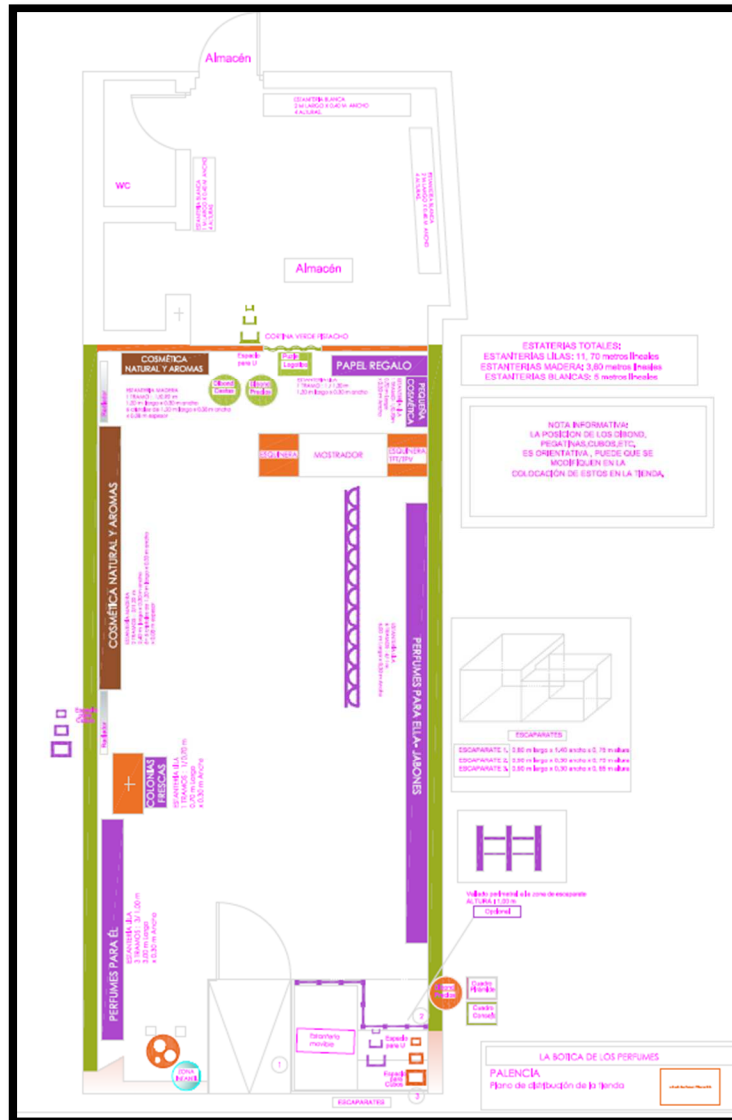
PROYECTO ORIHUELA



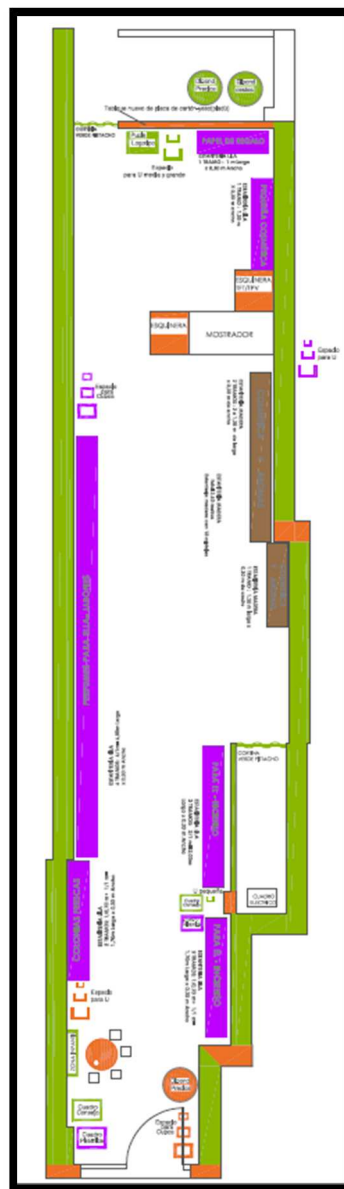
PROYECTO OURENSE



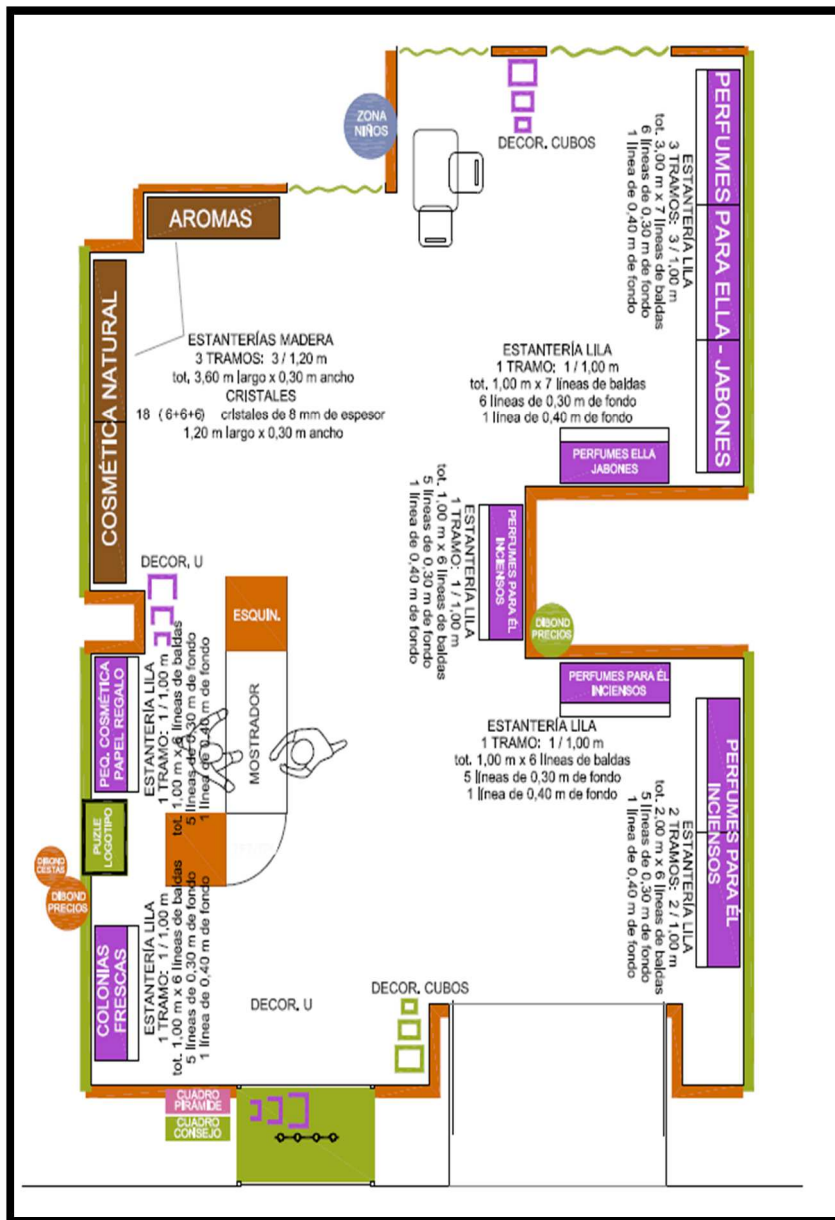
PROYECTO PALENCIA



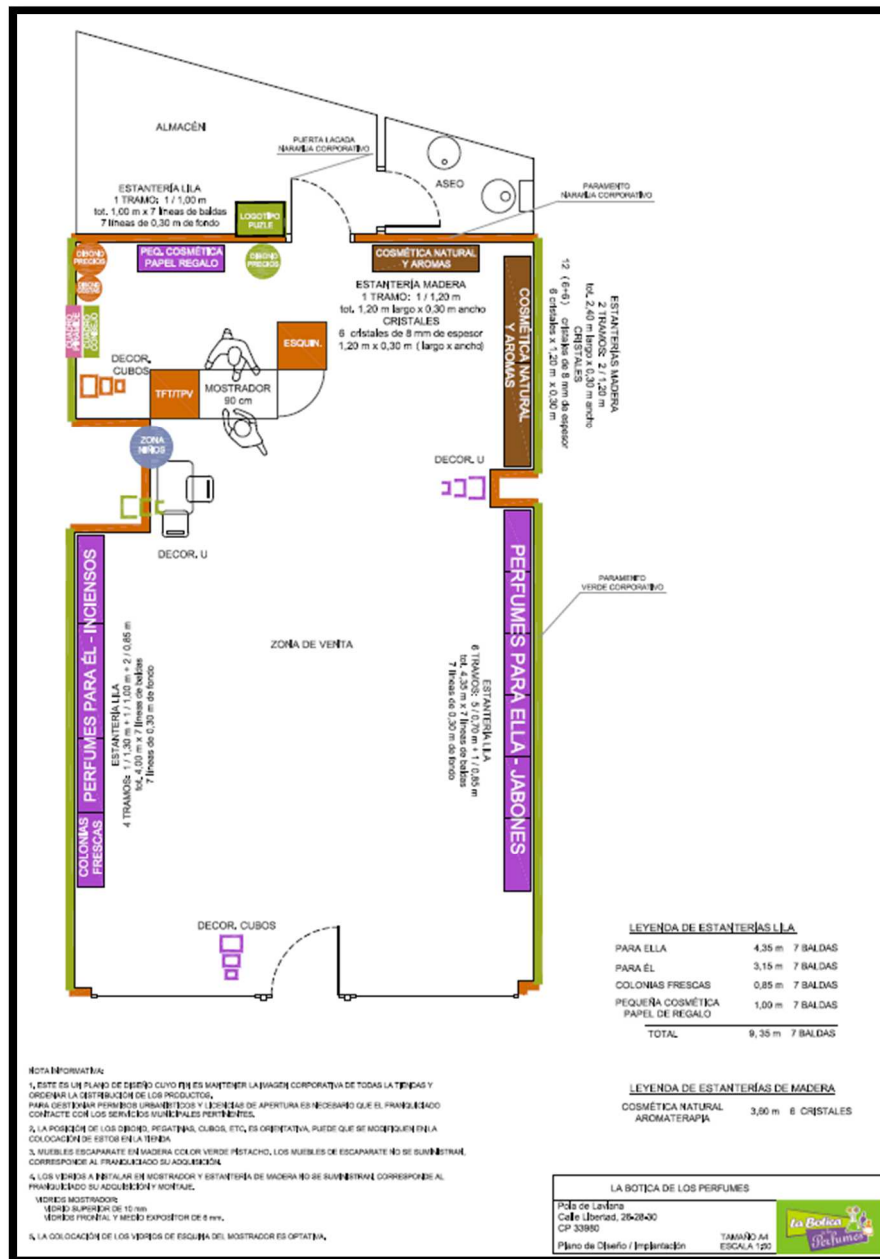
PROYECTO PAMPLONA



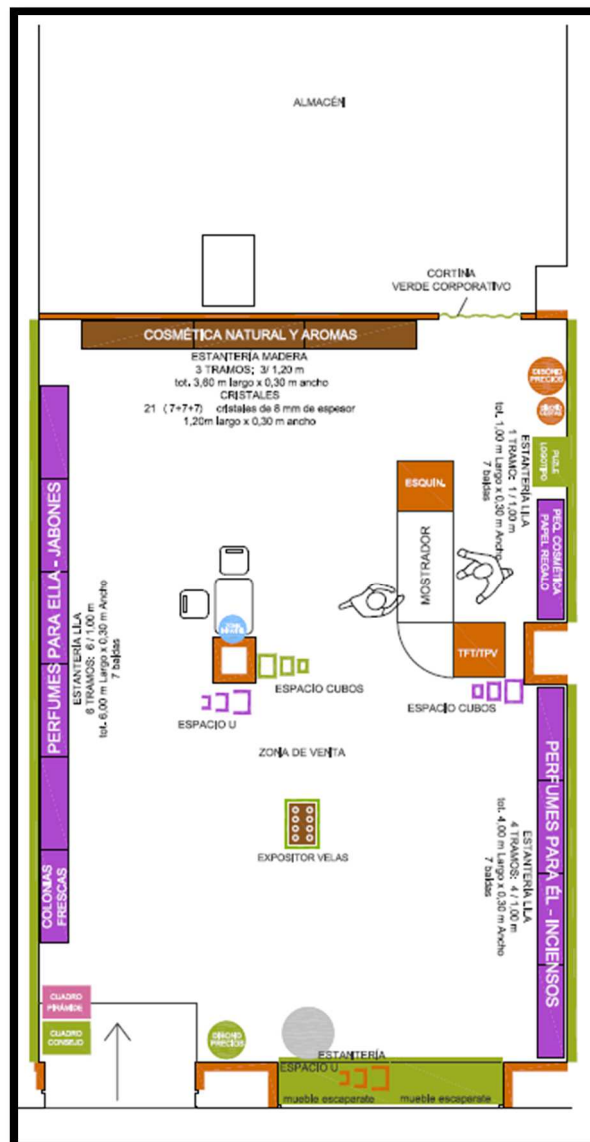
PROYECTO PILAR DE LA HORADADA II



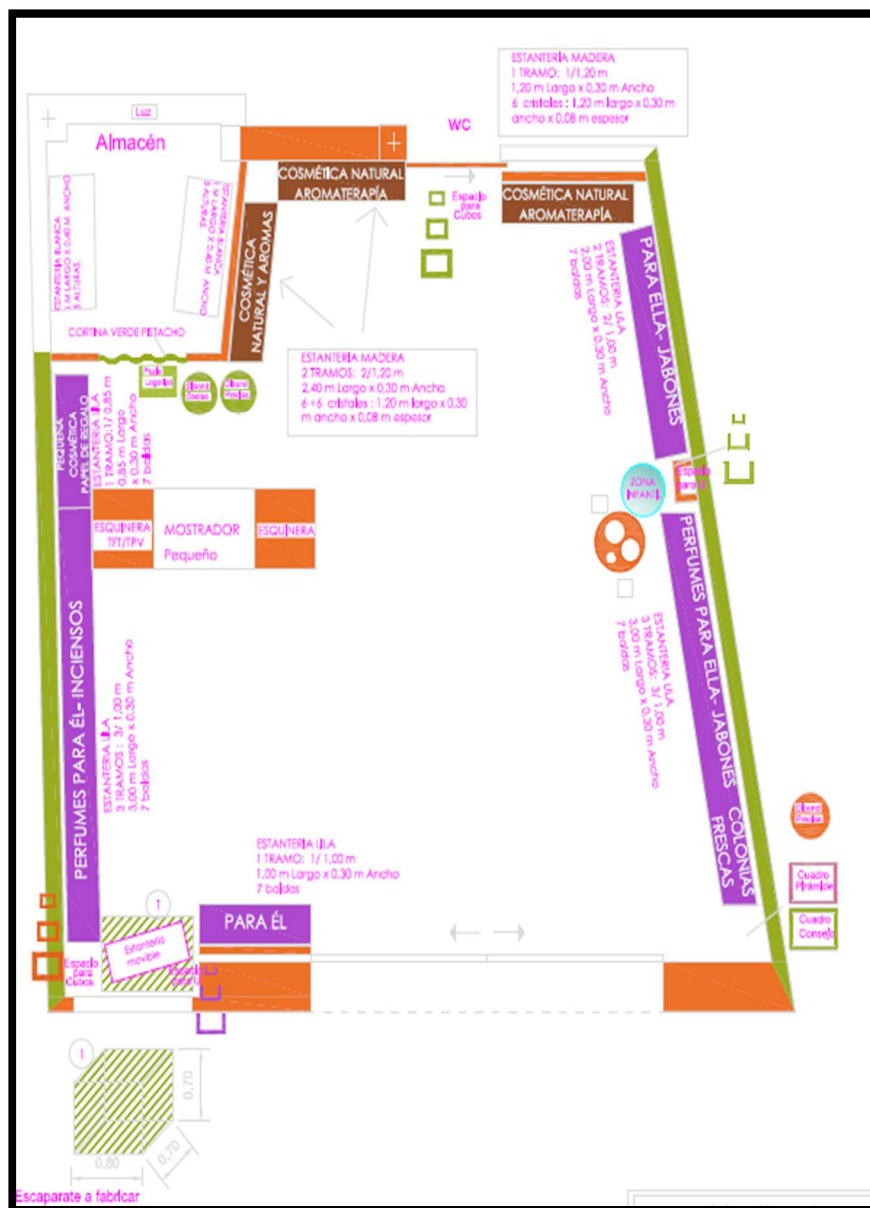
PROYECTO POLA DE LAVIANA II



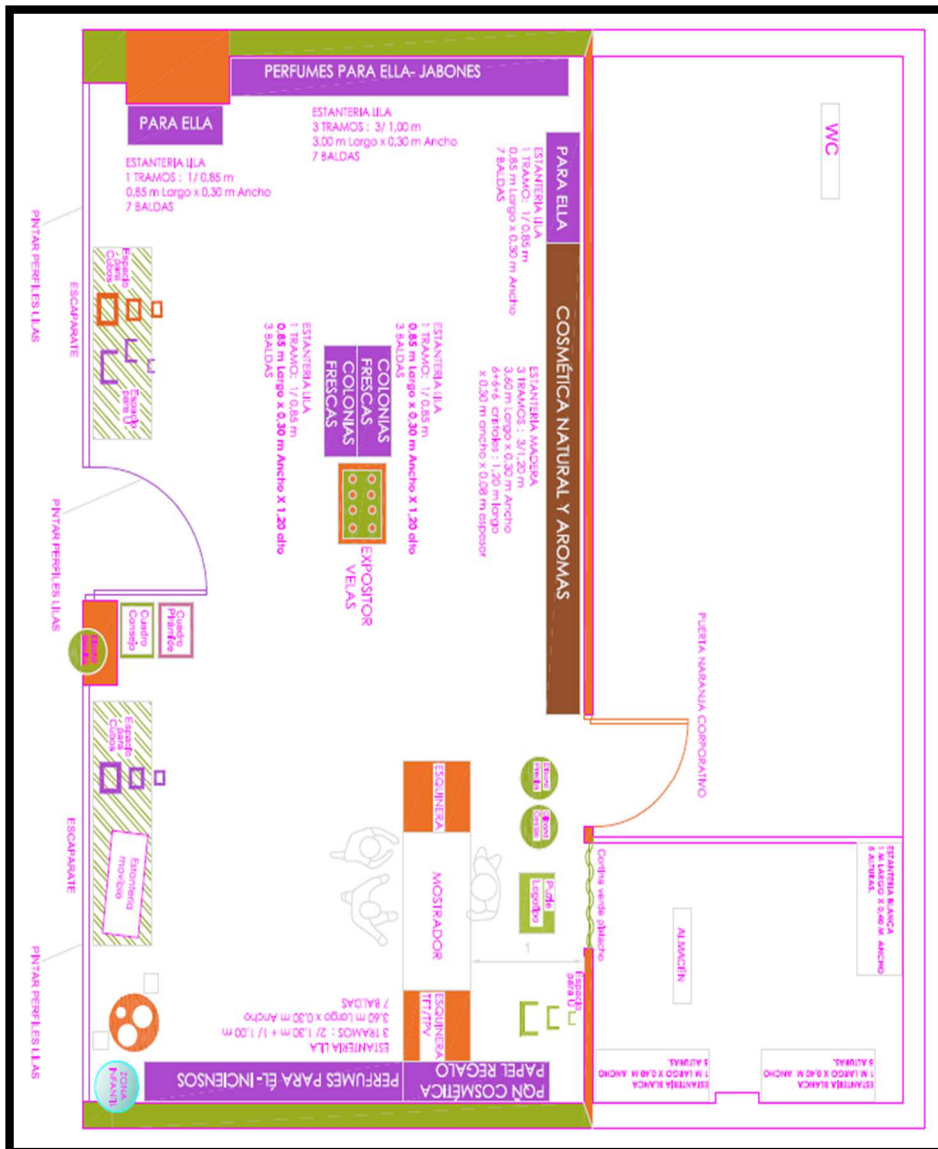
PROYECTO PUERTO DE SAGUNTO



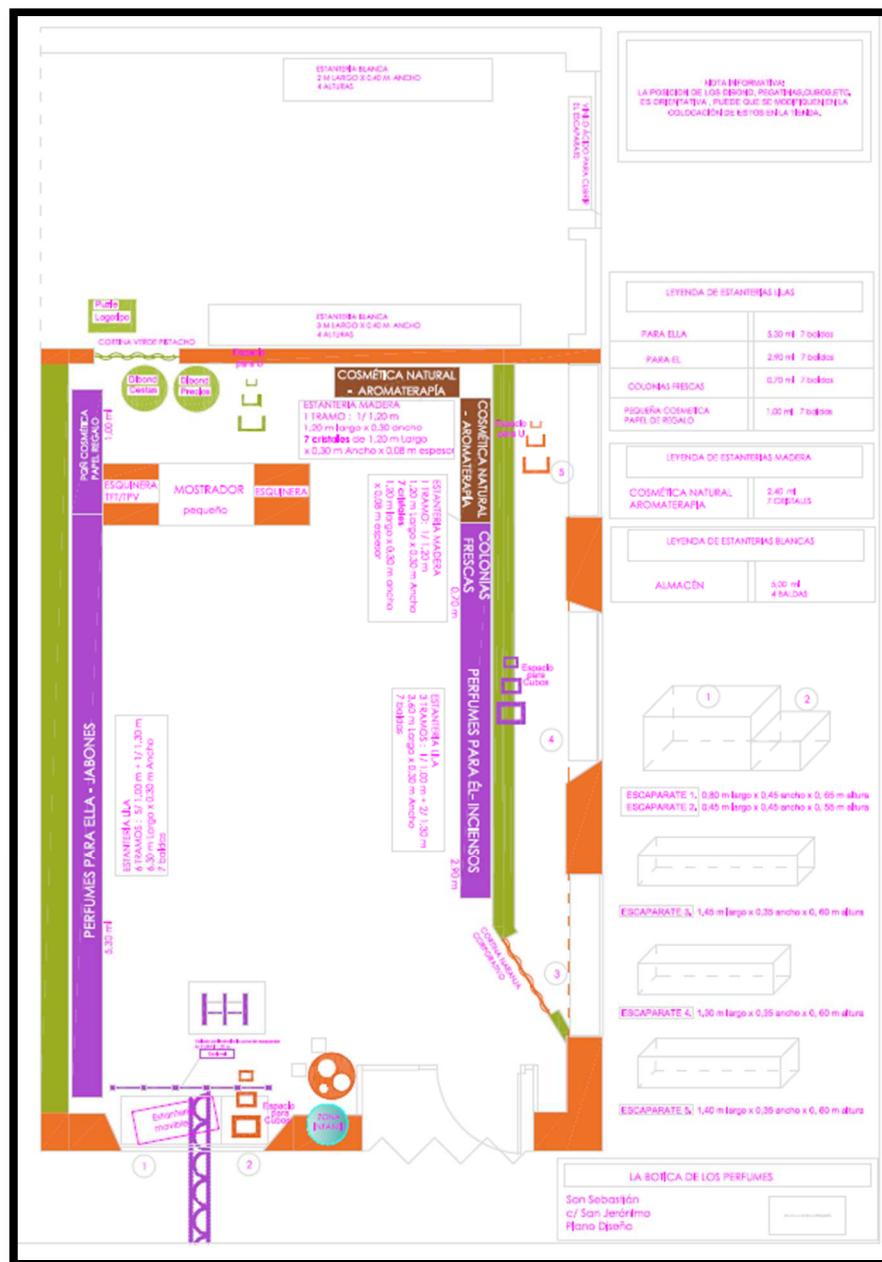
PROYECTO ROSES



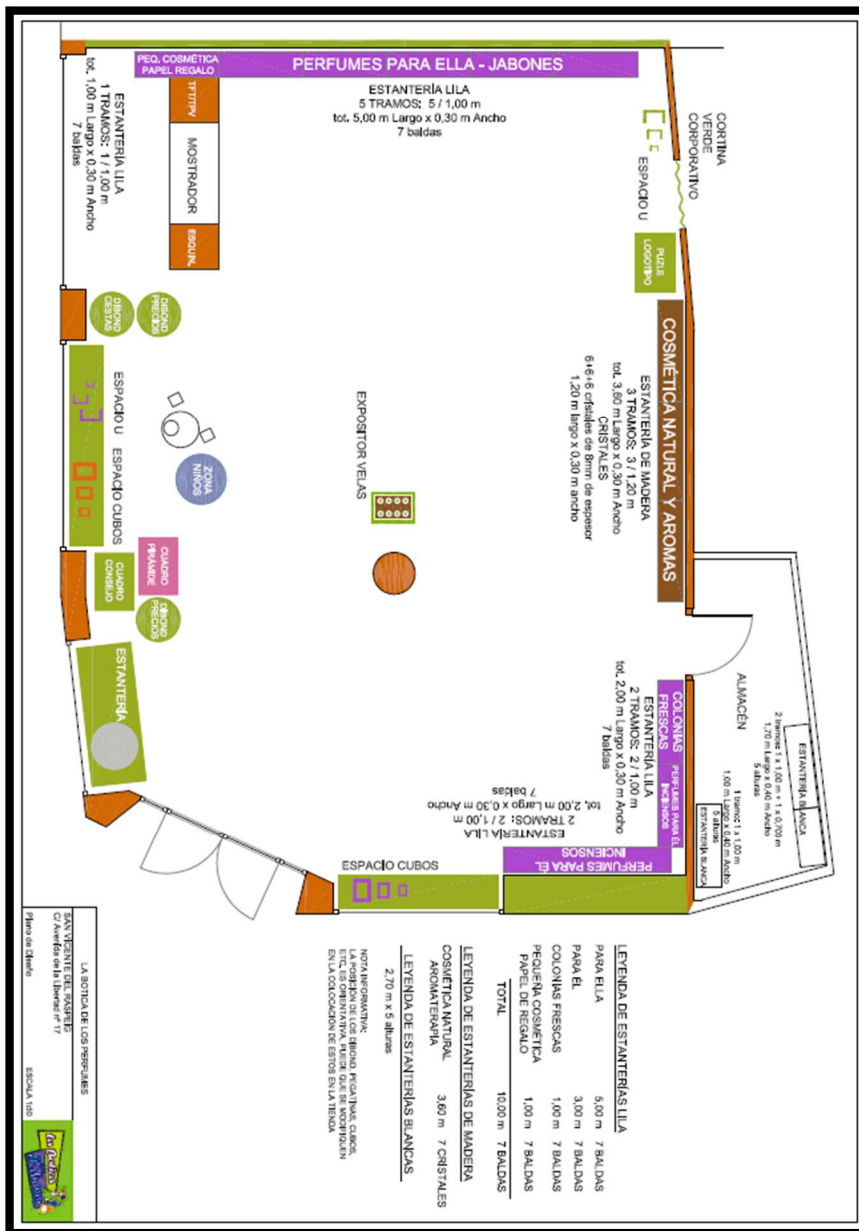
PROYECTO SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES



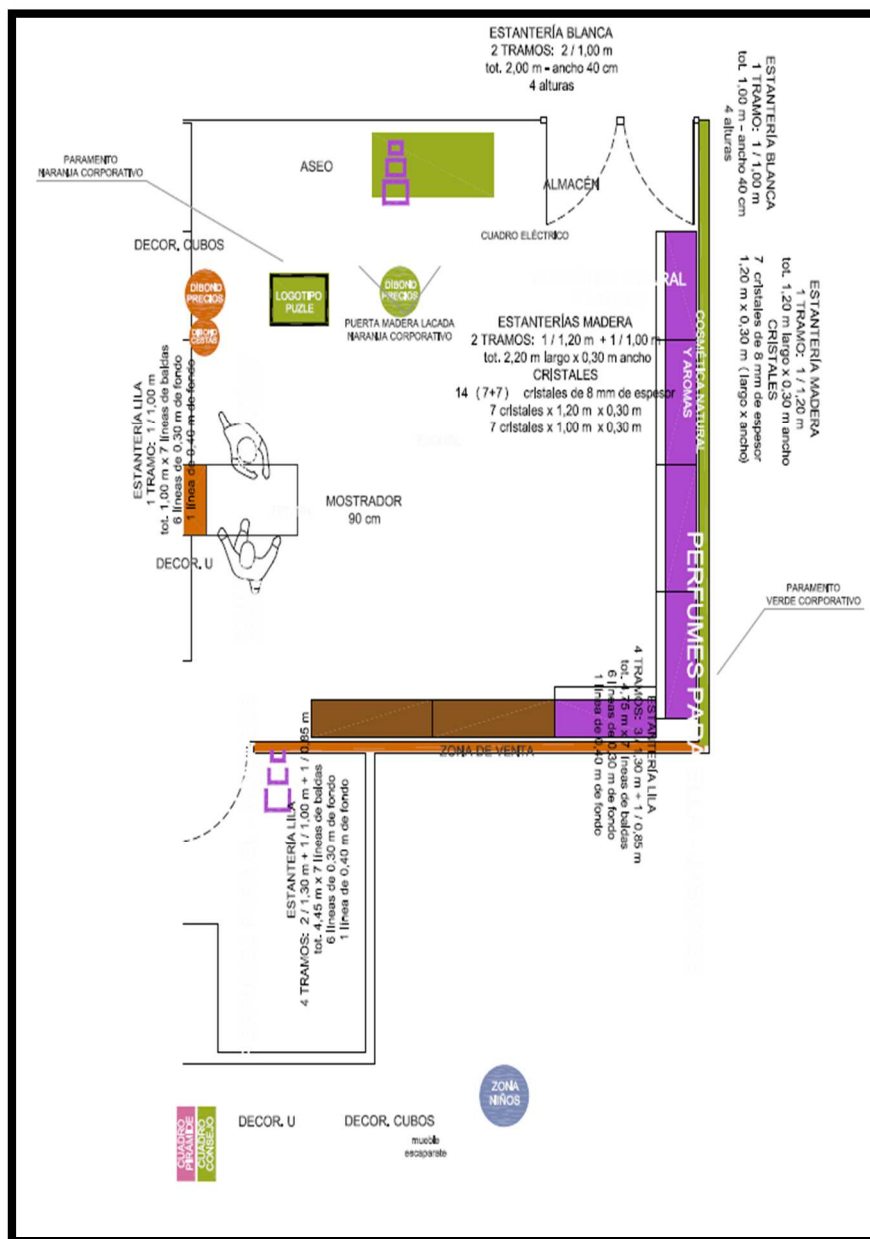
PROYECTO SAN SEBASTIÁN



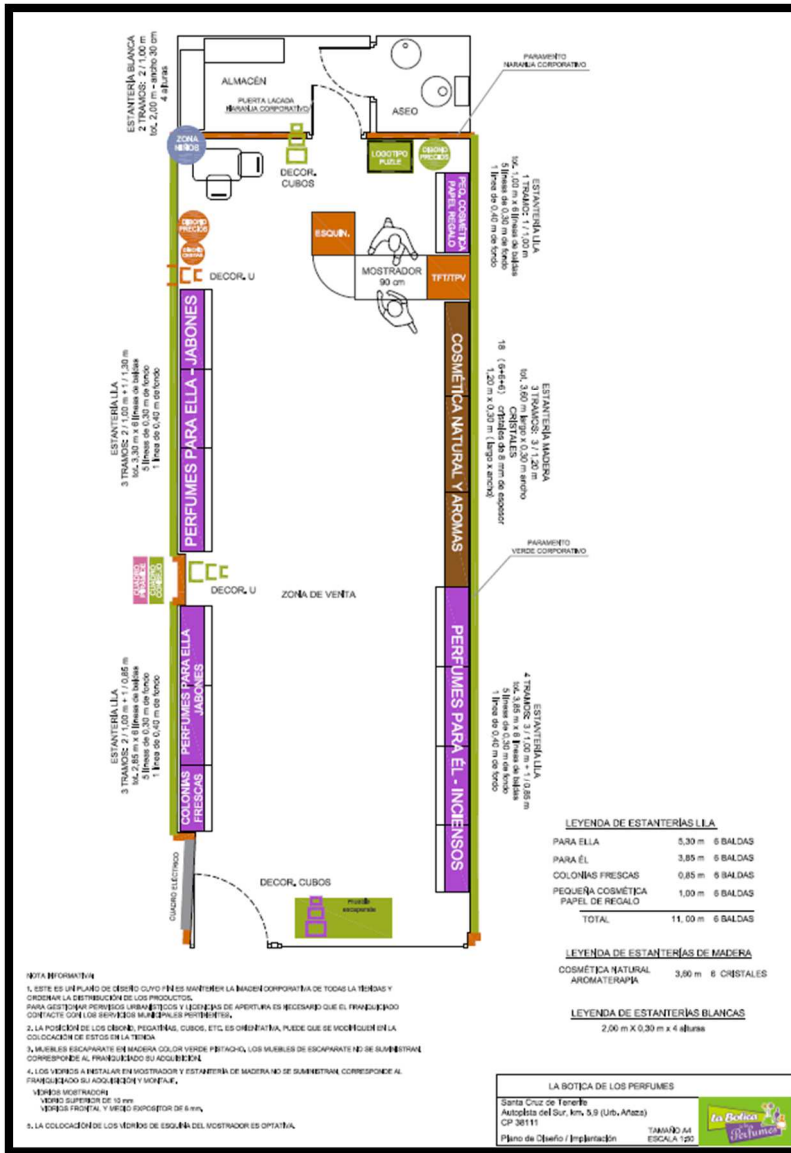
PROYECTO SAN VICENTE DEL RASPEIG



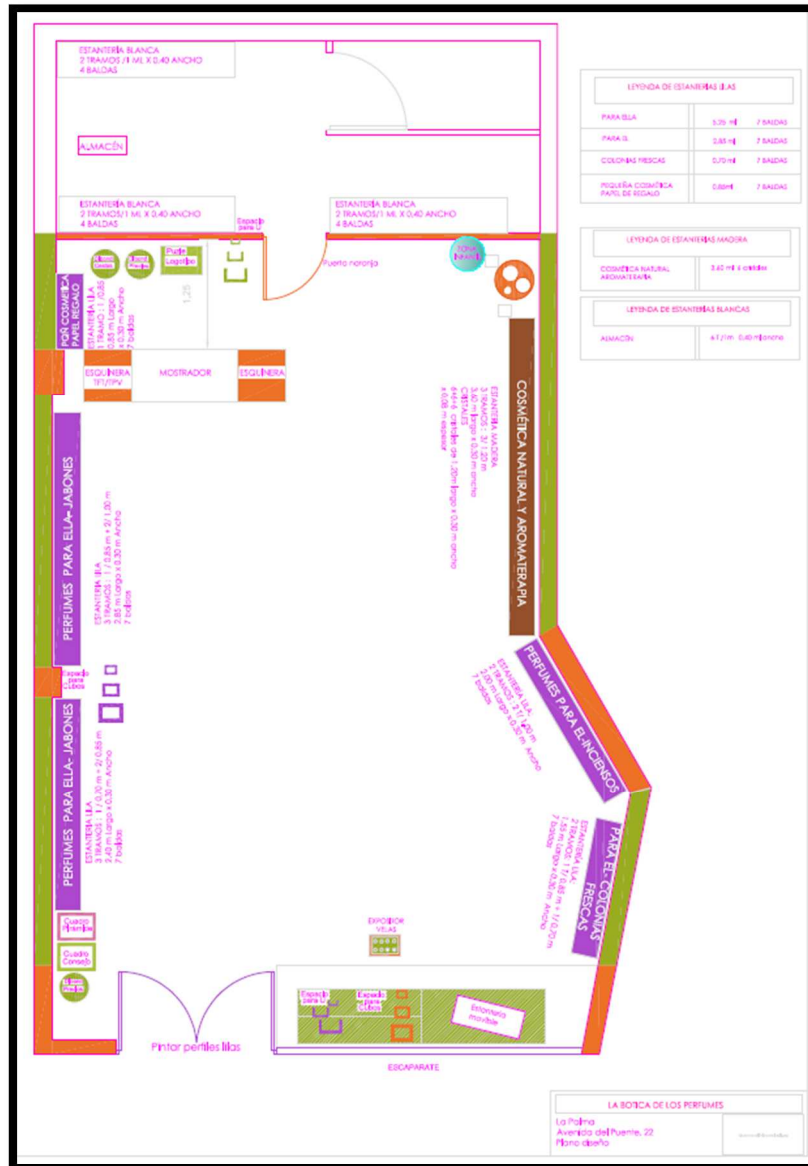
PROYECTO SANTA CRUZ 3 DE MAYO



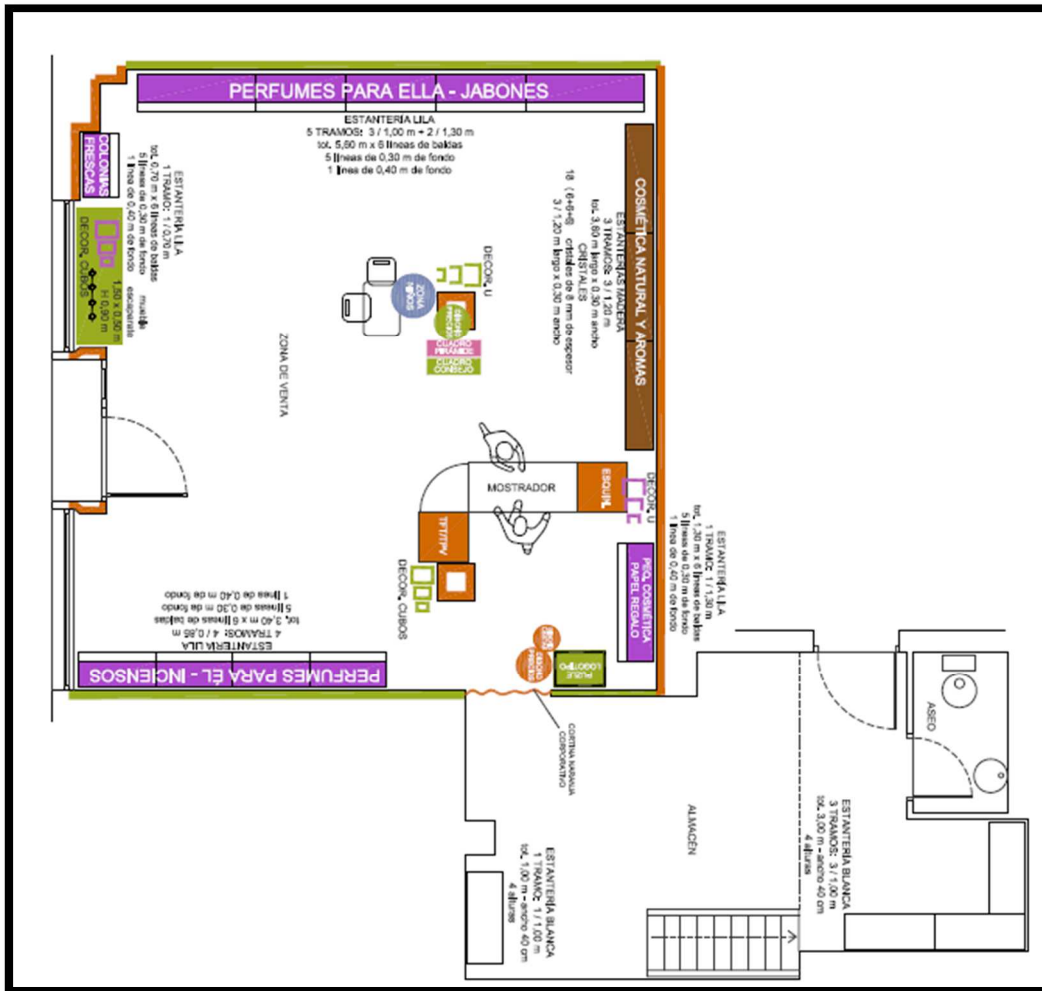
PROYECTO SANTA CRUZ AUTOPISTA SUR



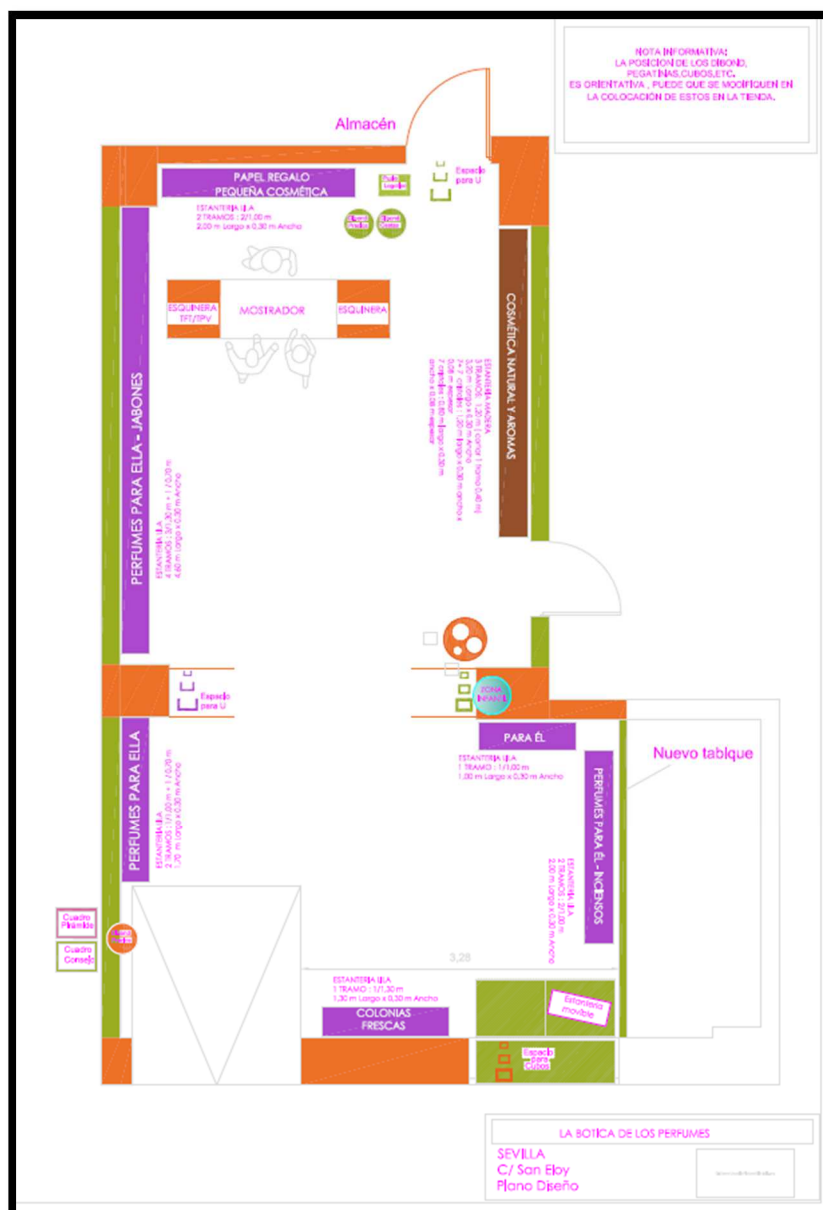
PROYECTO SANTA CRUZ PALMA



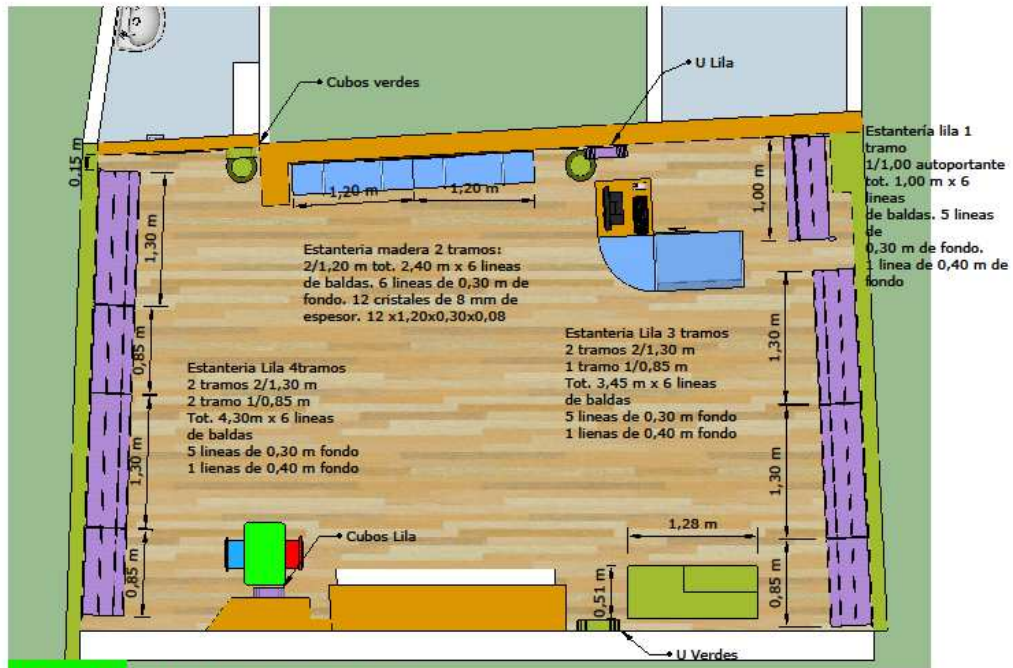
PROYECTO SEGOVIA



PROYECTO SEVILLA CENTRO



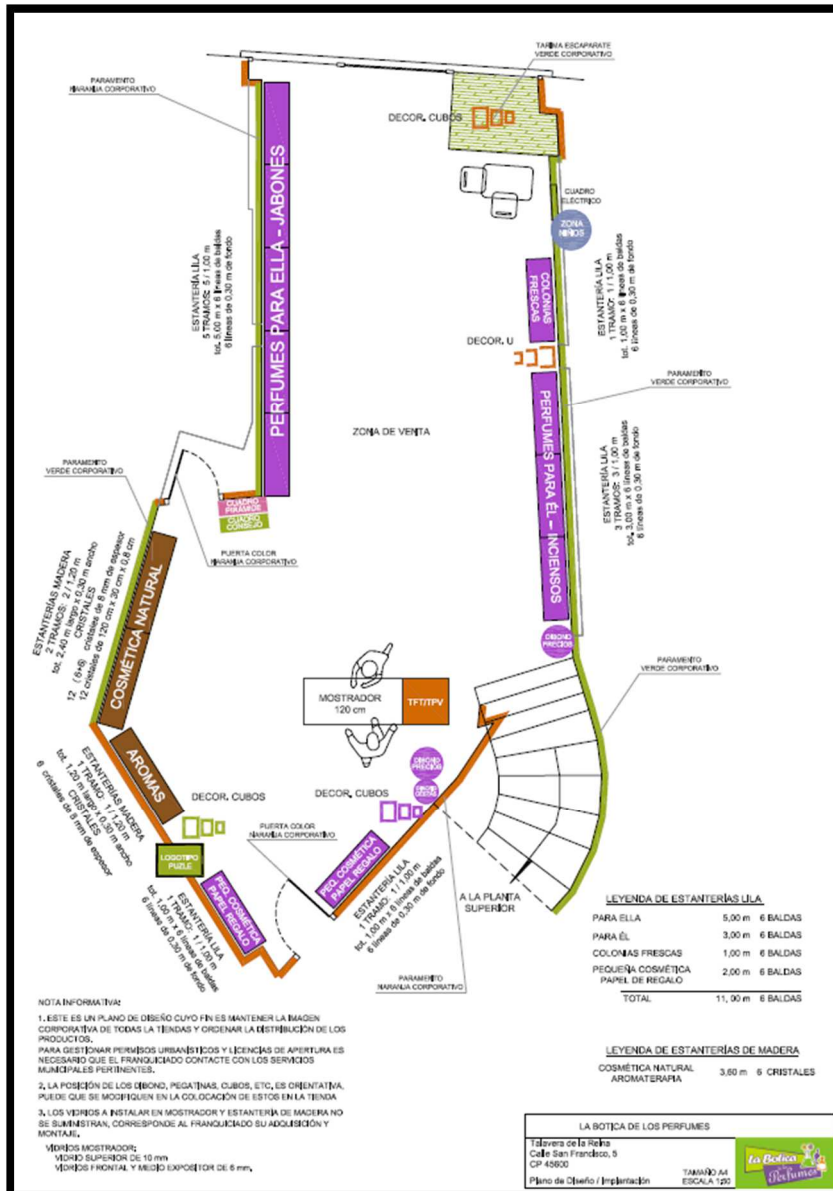
PROYECTO SORIA



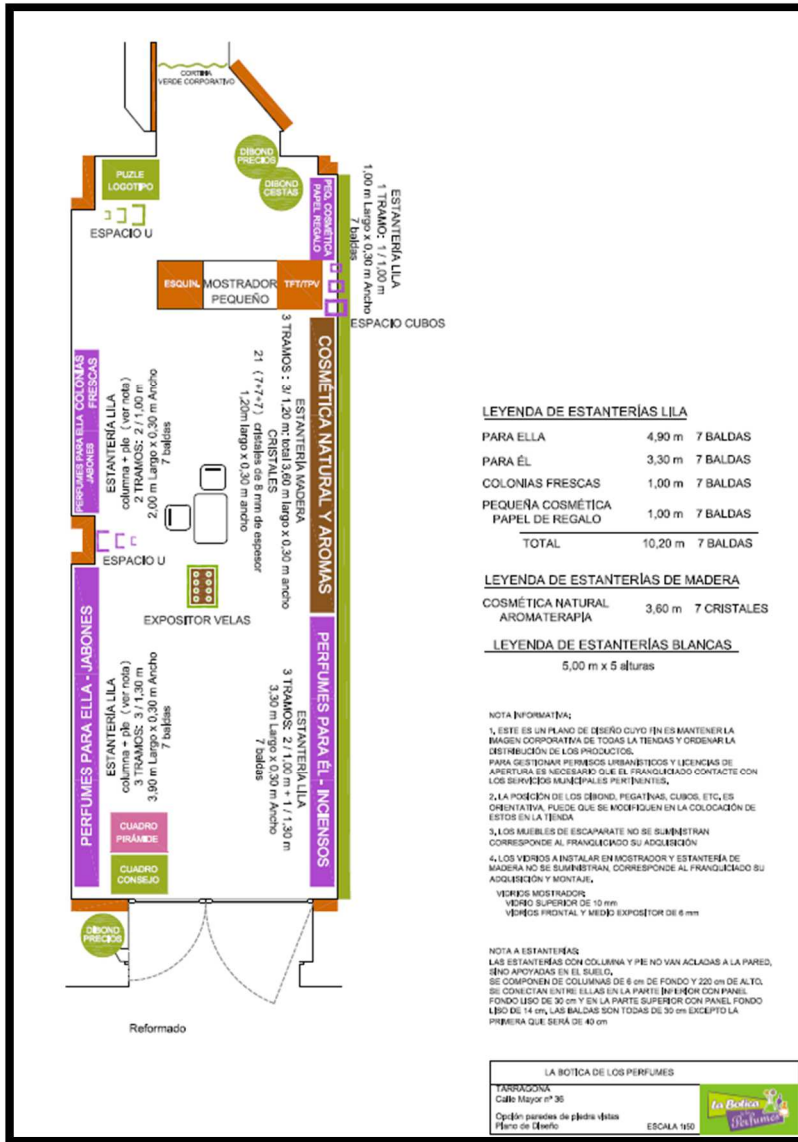
LA BOTICA DE LOS PERFUMES - SORIA
 C/ El Collado 14
 Plano de implantación estanterías.

VER RESUMEN EN HOJA ANEXA

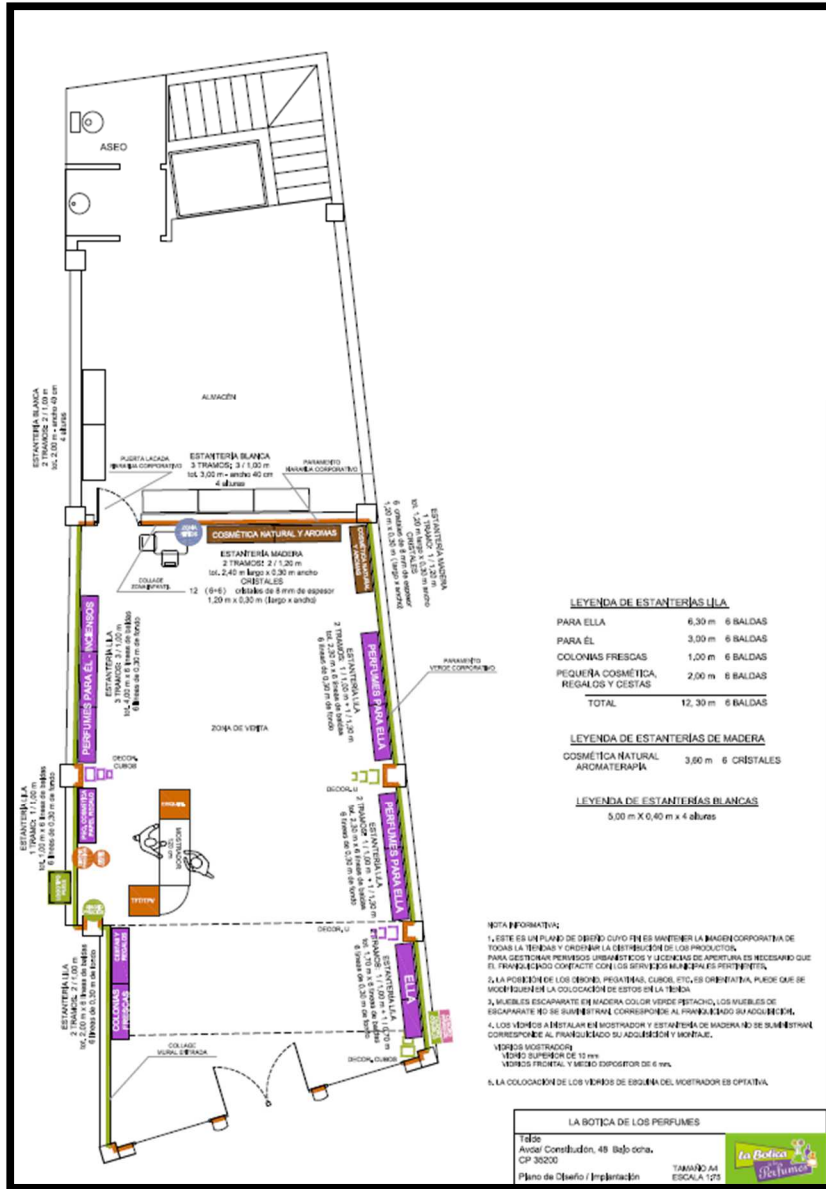
PROYECTO TALAVERA DE LA REINA



PROYECTO TARRAGONA



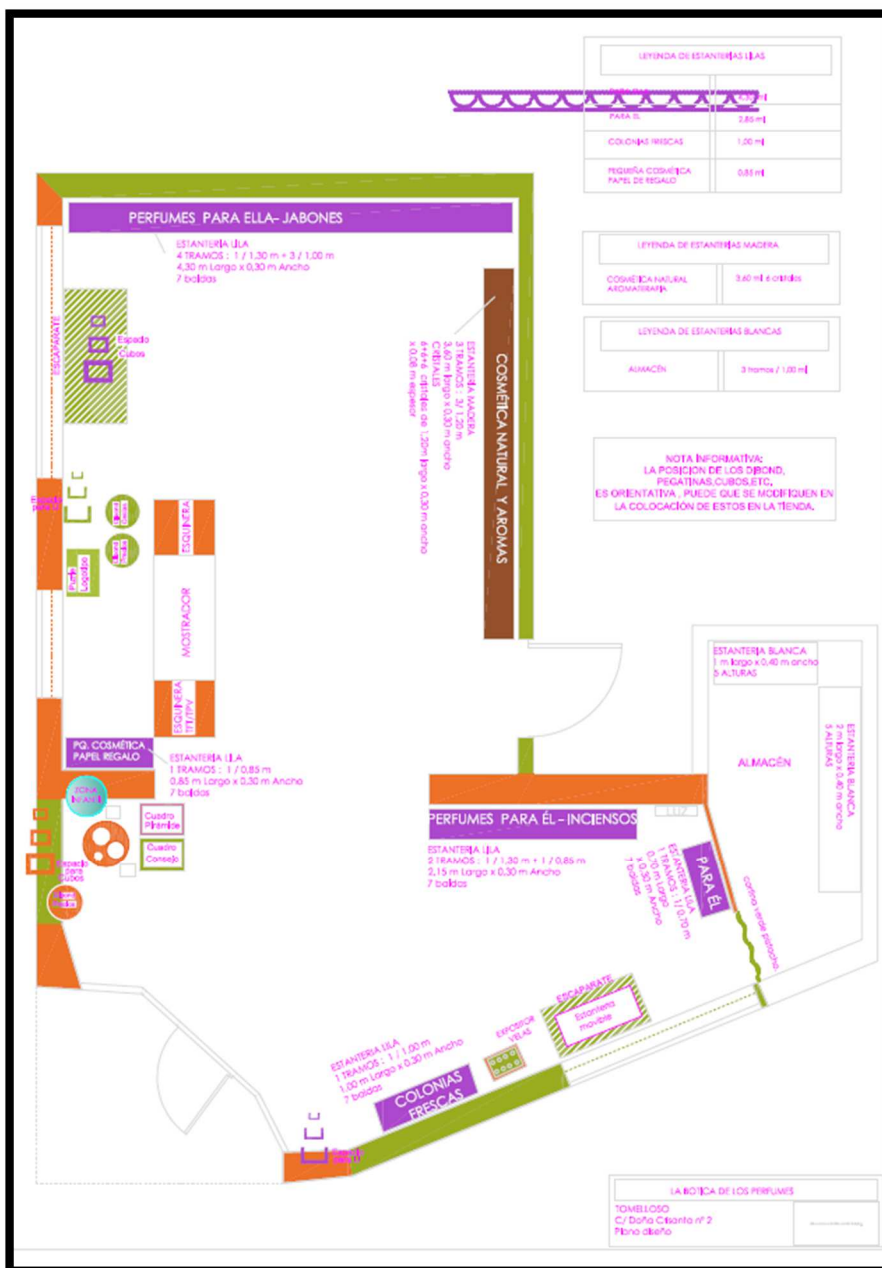
PROYECTO TELDE



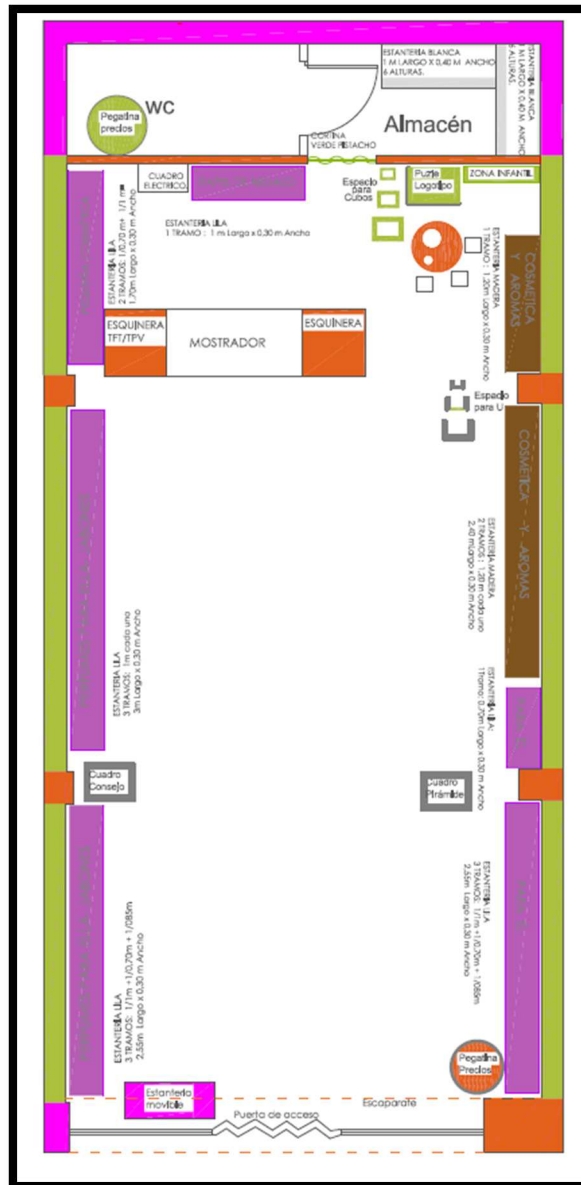
PROYECTO TERRASA



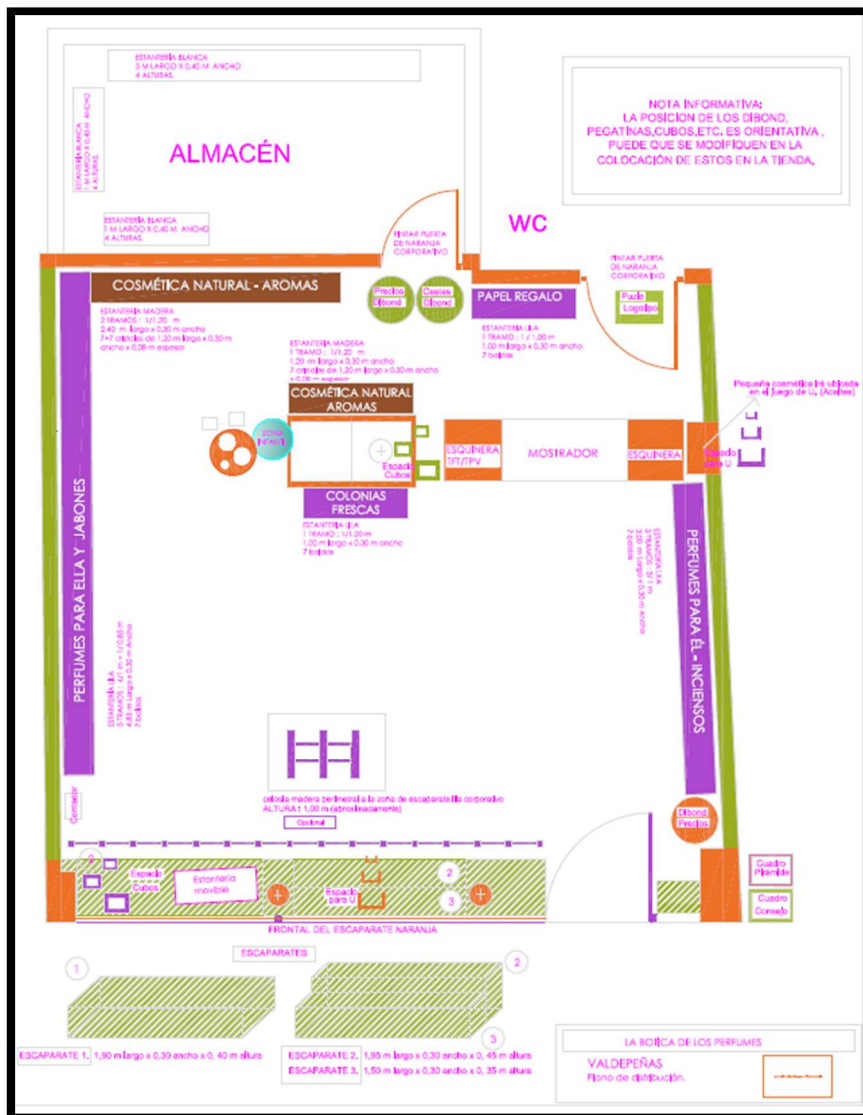
PROYECTO TOMELLOSO



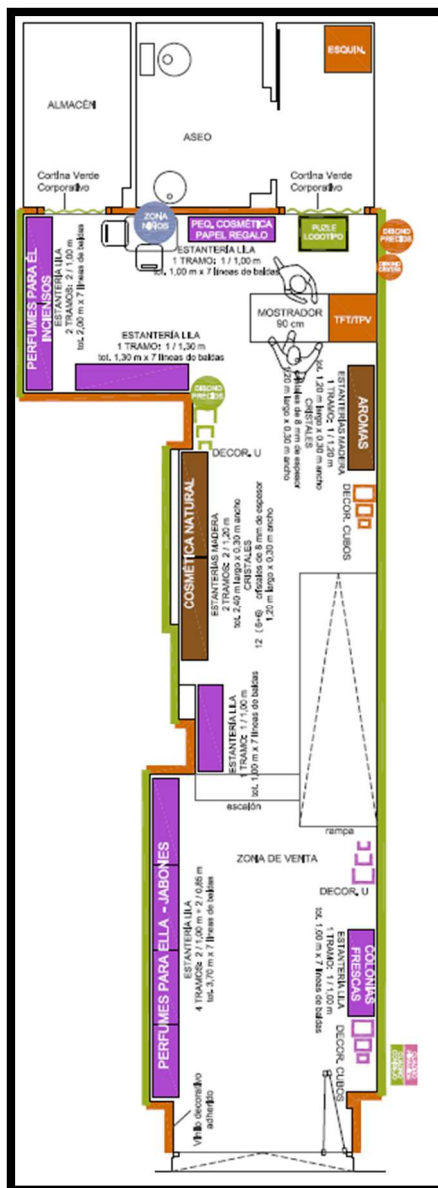
PROYECTO TORREJÓN DE ARDOZ



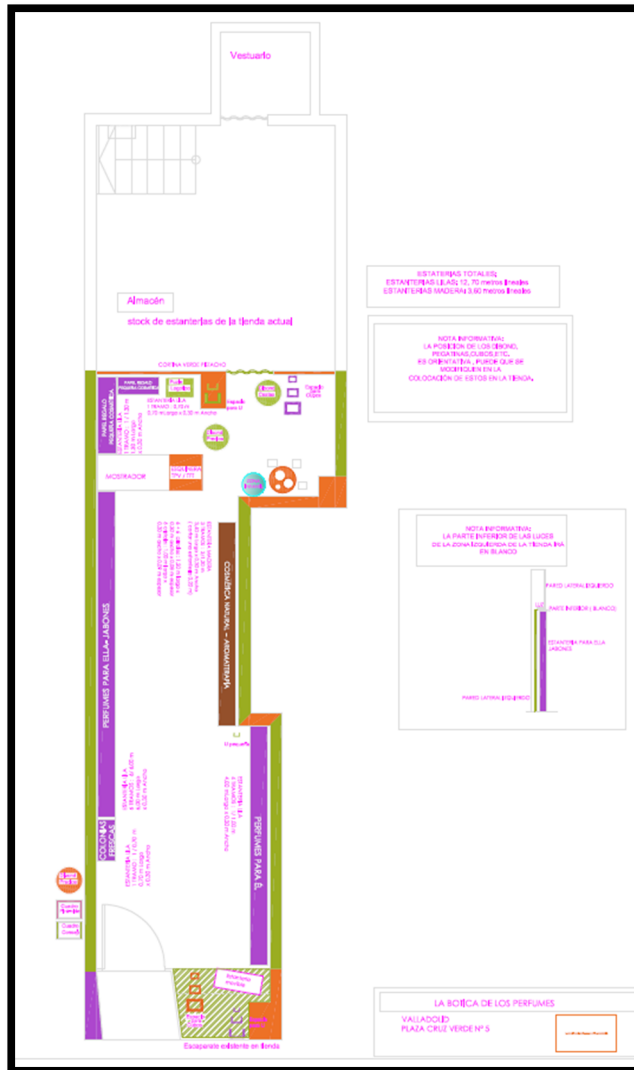
PROYECTO VALDEPEÑAS



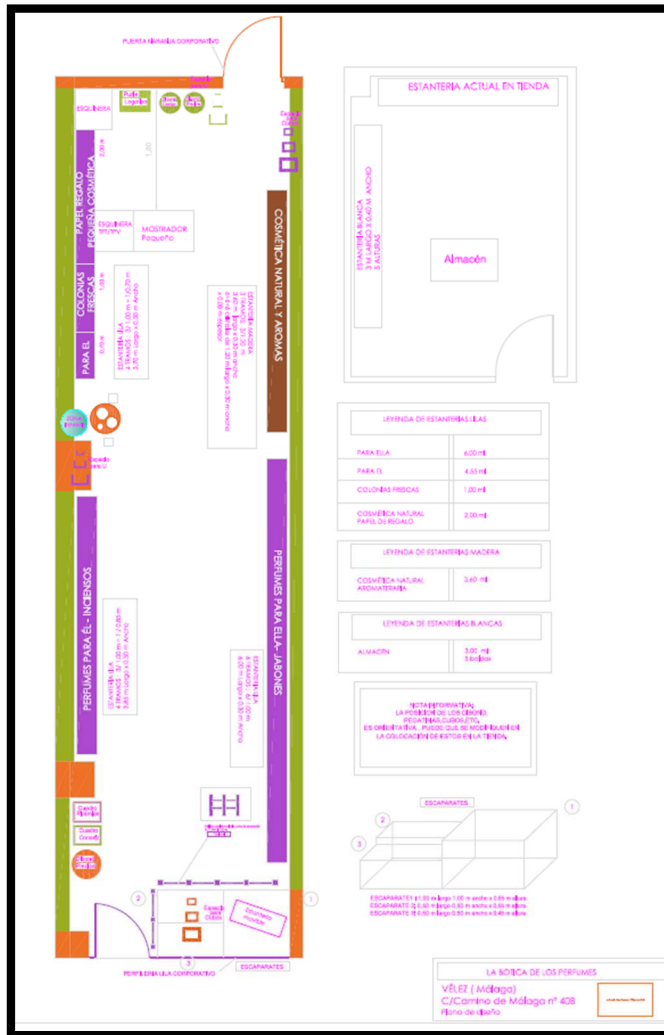
PROYECTO VALENCIA II



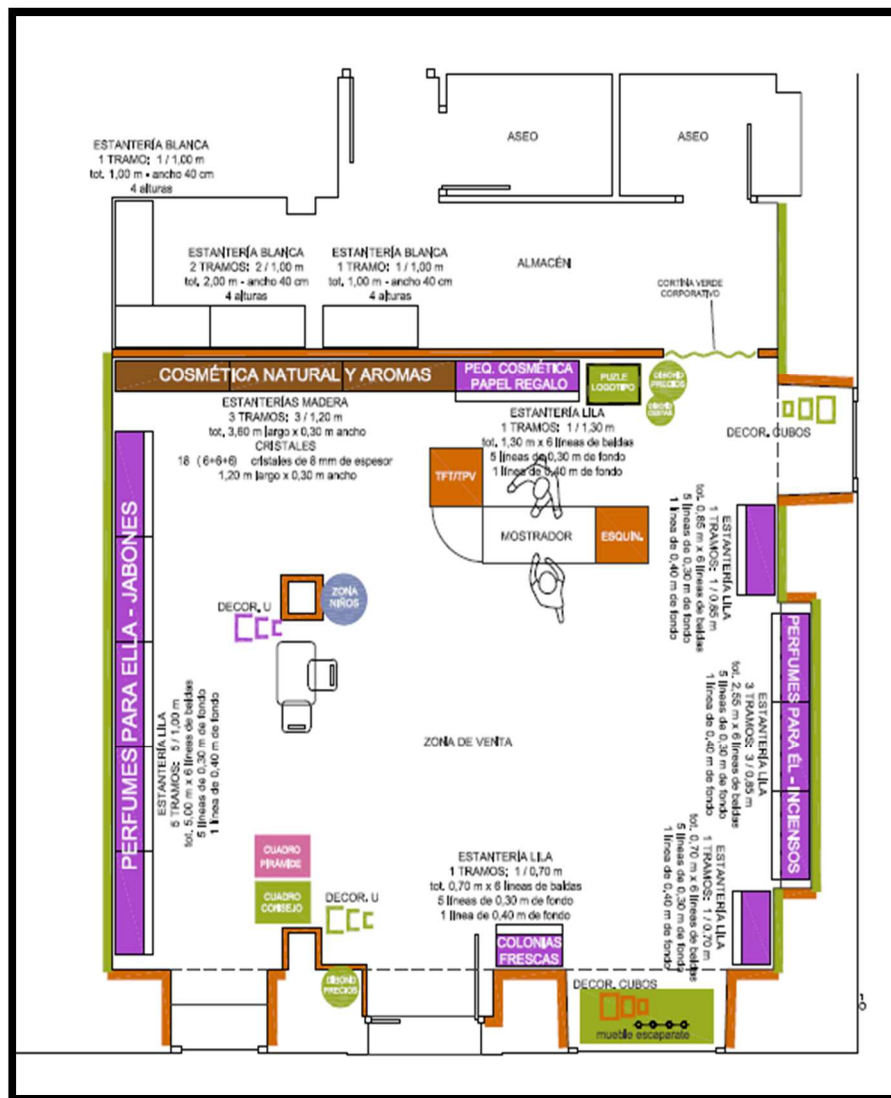
PROYECTO VALLADOLID



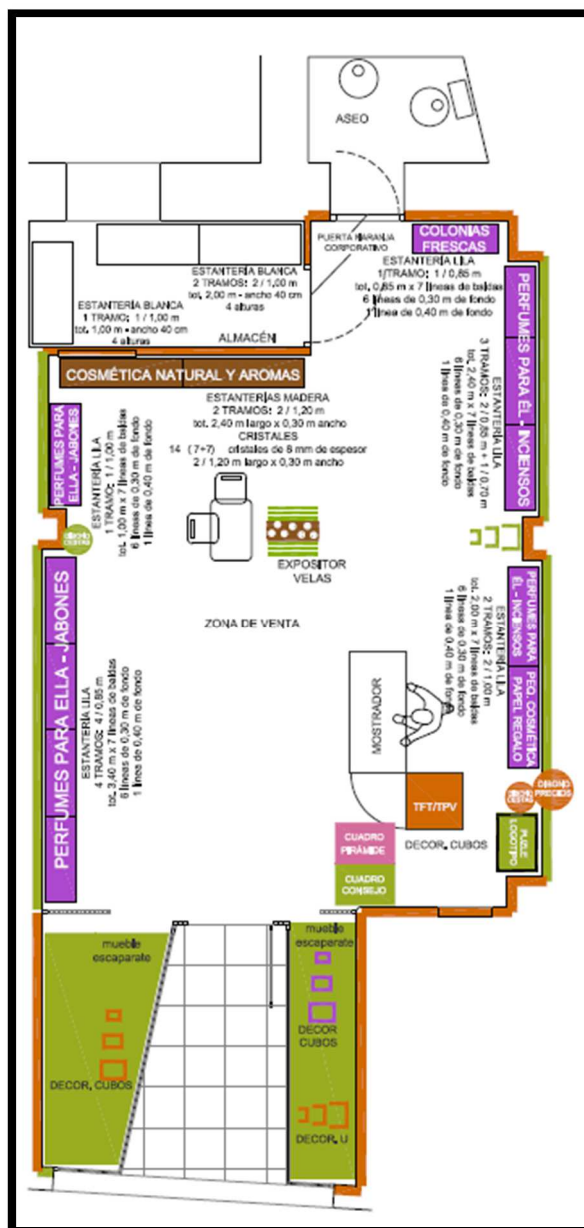
PROYECTO VELEZ – MÁLAGA



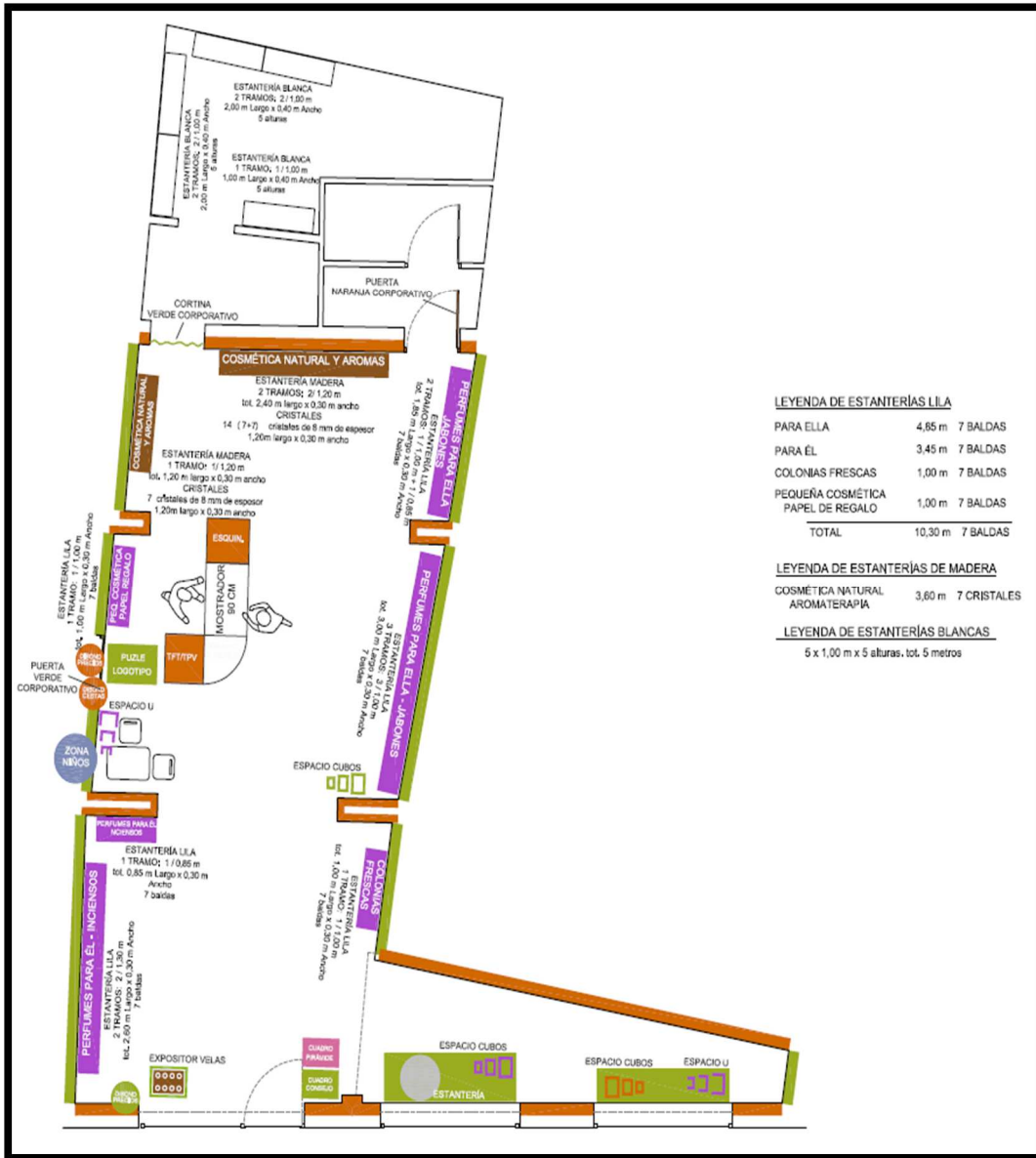
PROYECTO VIELHA



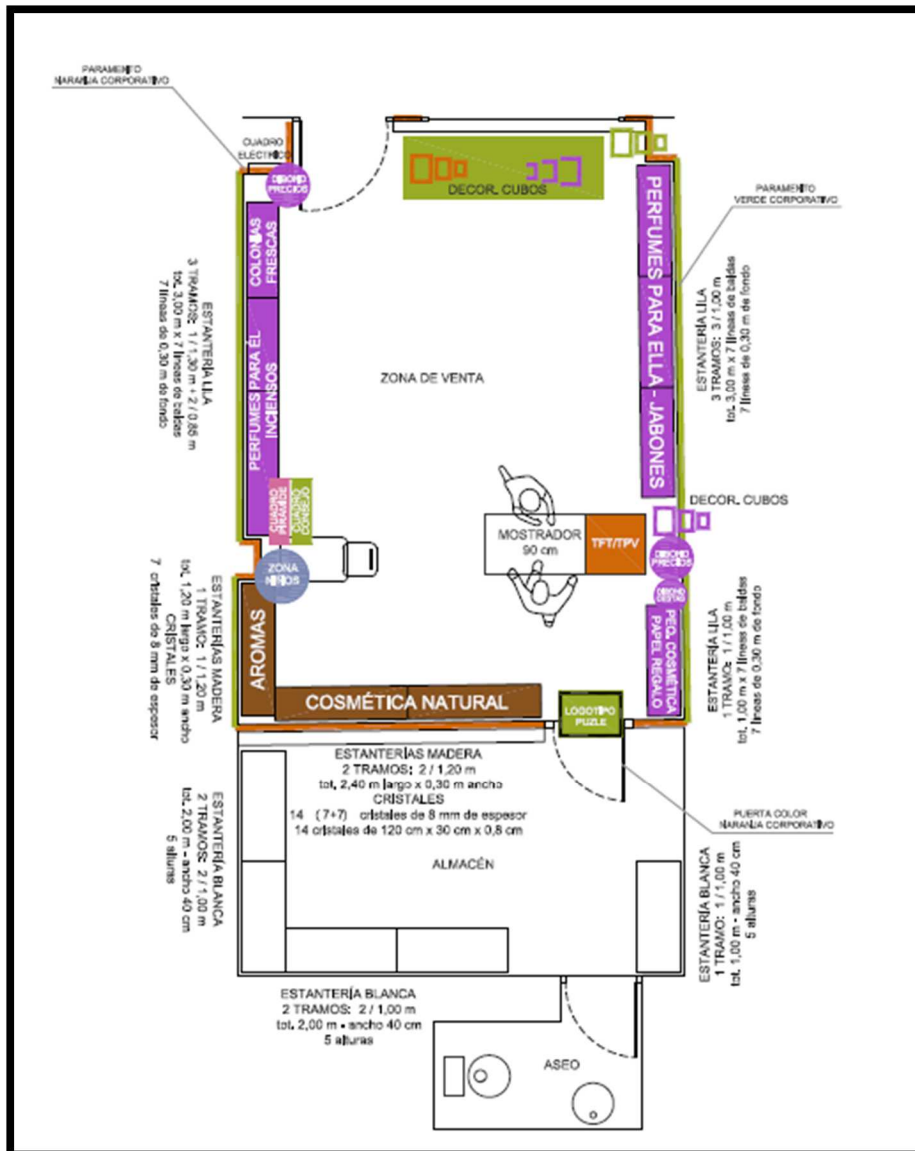
PROYECTO VILLANUEVA DE LA SERENA



PROYECTO VILLAVERDE



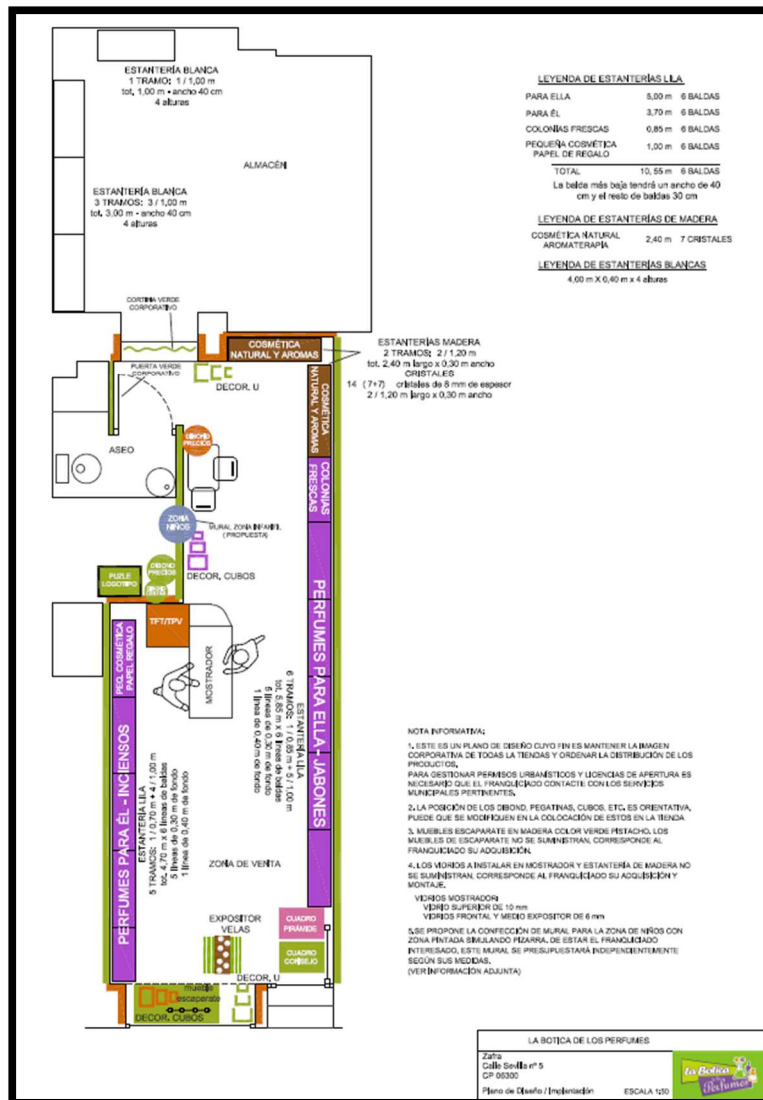
PROYECTO VILLAVERDE II



PROYECTO VITORIA



PROYECTO ZAFRA



PROYECTO ZAMORA



