

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL
DE LAS AMERICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**Para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería
Industrial**

**Diseño de sistema de control y seguimiento de confección de
planos constructivos Zürcher Arquitectos**

AUTOR

César Antonio Zúñiga Vargas

TUTOR

Ing. Andrey Rodríguez Méndez

San José, noviembre de 2018

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a mis papás, por su esfuerzo, sus palabras, sus consejos y todo el amor con el que han buscado ser una guía con su gran ejemplo en el camino de mi vida.

A mis hermanos, ya que con ellos aprendí que la motivación, dedicación y el trabajo para hacer grandes cosas nace del apoyo y del cariño de los primeros amigos que regala la vida y que siempre están presentes sin importar la distancia.

A Karito, por su paciencia, comprensión, apoyo, cariño, compañía en los momentos buenos y no tan buenos; además, por ser motivo para buscar la luz en mis estrellas dando lo mejor de mí.

A mis amigos, que han estado presente a lo largo de mis estudios, por su compañía, el esfuerzo y porque sin ellos esta parte de mi vida no hubiera sido la misma.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por acompañarme y guiarme a lo largo de este aprendizaje, por darme momentos para ser fuerte, constante y perseverante; sobre todo, por permitirme vivir la alegría de compartir este proceso con quienes amo.

Al Arquitecto Ronald Zürcher G. y a toda la familia de Zürcher Arquitectos, por el apoyo, tiempo, consejo y la oportunidad brindada para el desarrollo de esta investigación en tan prestigiosa firma de diseño.

A todos mis profesores, por su paciencia y dedicación a lo largo de mi formación y aprendizaje. A mi tutor, el Ing. Andrey Rodríguez, y al Ing. Freddy Hernández, por su ayuda y guía para el desarrollo de esta investigación y a todos mis formadores a quienes considero además de mentores, amigos.

A mi familia, mi mamá Irene, mi papá Javier, mis hermanos Wendy, Javi, Irenita, Jhoel y Sebastián, también a Karito, por cada palabra, su incondicional amor, cariño y apoyo para creer en mis metas y anhelos. Además, por ser partícipes de esta etapa de crecimiento de mi vida sin dar lugar a la distancia que nos separa.

A mis amigos que me han acompañado a lo largo de este proceso, por todo el apoyo y los proyectos que hicimos juntos y formaron base para el desarrollo de esta investigación.

CÓDIGO DE ÉTICA

El suscrito César Antonio Zúñiga Vargas, carné de estudiante número 120029, graduado de la carrera de Bachillerato en Ingeniería Industrial de la Universidad Internacional de las Américas, se compromete a cumplir, durante el ejercicio profesional, con el Código de Ética de la Institución, que se rige por los siguientes principios:

PROBIDAD: actuar siempre con rectitud y honradez.

PRUDENCIA: actuar con pleno conocimiento de la materia sometida a su consideración.

JUSTICIA: permanente disposición hacia las funciones de la profesión, bajo los lineamientos legales que debe respetar todo profesional.

RESPONSABILIDAD: cumplir con los deberes, tanto en calidad como en oportunidad.

DISCRECIÓN: guardar respeto sobre los hechos o informaciones de los que tenga conocimiento con motivo del ejercicio profesional, sin que esto perjudique las funciones y responsabilidades.

INDEPENDENCIA DE CRITERIO: no involucrarse o comprometerse con situaciones, intereses o actividades contrarias a la moral, a la sana crítica y que, por ley, sean incompatibles con las funciones profesionales correspondientes.

DIGNIDAD Y DECORO: actuar con sobriedad y moderación.

TOLERANCIA: evidenciar una actitud paciente y de comprensión ante las opiniones divergentes que puedan expresar otras personas.

EQUILIBRIO: desempeñar las funciones profesionales con sentido práctico, buen juicio y equidad.

ACTUALIZACIÓN: comprometer parte del tiempo en actualizar los conocimientos y adaptarlos en el desarrollo de la actividad profesional.

VOCACIÓN: mostrar siempre apego al trabajo y a la educación recibida, como fundamentos para el desempeño laboral.

BUENA FE: toda conducta o comportamiento, criterio emitido y labor desempeñada debe basarse en los más altos principios éticos y tendrá como fundamento la buena fe.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación corresponde a un diseño de sistema de control y seguimiento de confección de planos constructivos en Zürcher Arquitectos. Esta pretende establecer un método para determinar los recursos necesarios a la hora de desarrollar un proyecto en la fase de planos constructivos. Pues, se ve la necesidad de un sistema que permita establecer los colaboradores necesarios por medio de la estimación de horas y así facilitar la toma de decisiones, considerando el tiempo requerido para el desarrollo de los proyectos y dejando de lado el empirismo que enmarca el proceso actual y la falta de atención en su desarrollo.

Para determinar los componentes necesarios de este sistema, se desarrolla un estudio cuantitativo que separa y analiza, por medio de la naturaleza del diseño, las categorías de los diferentes productos que se llevan a cabo en Zürcher Arquitectos. A través de la categorización de tipos de diseño, se logra determinar el comportamiento de estos, lo cual permite el desarrollo de un diseño experimental para prever las necesidades de un proyecto antes de su comienzo. Este se plantea considerando la relación entre los metros cuadrados del proyecto y el tiempo necesario para desarrollarlo, el cual es comparado con los métodos actuales de estimación. A partir de los resultados, se determina el modelo más idóneo para optimizar el recurso humano y brindar una guía con el fin de lograr una mayor eficiencia del recurso tiempo, tanto en el diseño como en el desarrollo de los modelos que seguidamente serán plasmados en planos.

El desarrollo de este sistema permite controlar el tiempo y el recurso humano invertido en vez de realizar solo una estimación. Este genera información actualizada para la toma de decisiones; además, facilita la labor de estimación y control del coordinador de proyectos, al informar a los implicados en el proceso. Esto posibilita la determinación del recurso humano necesario acorde a cada categoría de diseño, el costo de la mano de obra invertida, las fechas de entrega y a su vez logra la estandarización de la inversión de recursos en el proceso.

Por tanto, el estudio permite minimizar la sobreestimación y subestimación de tiempo requerido en el proceso, factor que puede llegar a afectar las utilidades percibidas por la empresa tras el pago de recursos humanos y tiempo fuera de estimación. De esta forma, es posible tener un ingreso neto de hasta \$89,578.51 y generar utilidades de hasta un 55% con el mismo costo para el cliente; además, permite la negociación y asegura un 35% de utilidad mínima en proyectos bajo condiciones controladas.

Contenido

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS	2
CARTA AUTORIZACIÓN DEL TUTOR.....	3
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA	4
DECLARACIÓN JURADA	5
CÓDIGO DE ÉTICA	6
RESUMEN EJECUTIVO	7
Figuras	12
Tablas	17
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	19
Generalidades de la empresa.....	20
Reseña histórica de la empresa.....	20
Misión de la empresa.....	20
Visión de la empresa	20
Valores	21
Ubicación	22
Organigrama.....	23
Generalidades del Proyecto.....	24
Planteamiento del problema.....	24
Objetivos	25
Justificación.....	25
Antecedentes	26
Proyecciones.....	29

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	30
Procesos.....	30
Mapeo de procesos	31
Diagramas de flujo	32
Gráfico de causa-efecto.....	34
Matriz de Vester	35
Gestión del tiempo	37
Métodos de medición	37
Determinación de estándares de tiempo.....	38
Recolección de datos.....	38
Análisis estadístico de datos.....	41
Análisis de correlaciones.....	41
Diagramas de dispersión	41
Coeficiente de correlación.....	42
Desviación estándar.....	43
Selección de técnica de pronósticos	44
Análisis de regresión	46
Presentación de la información	48
Plan de implementación	50
El significado de la implementación	50
Negociar los compromisos	51
Instalación piloto	51
Recomendaciones.....	51
Criterio de evaluación del proyecto	51

	10
Tasa de descuento o de oportunidad	51
Valor presente neto.....	52
Tasa interna de retorno.....	52
Método de la razón beneficio-costos	52
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	53
Enfoque	53
Diseño / Método	53
Muestra de la investigación.....	54
Variables o unidades de análisis.....	54
Instrumentos	56
Proceso de recolección de datos.....	58
Método de análisis.....	59
Cronograma.....	60
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN (DIAGNÓSTICO)	63
Análisis del proceso	63
Descripción del proceso actual.....	63
Mapeo de proceso.....	63
Proceso de ingreso de proyectos a Zürcher Arquitectos	66
Proceso actual de control de proyectos	73
Descripción de causas del problema	77
Diagrama de causa efecto.....	77
Matriz Vester.....	80
Problemas críticos	83
Reportes de control.....	83

	11
Desconocimiento del proceso.....	84
Categorización de tipos de diseño.....	84
Control de horas invertidas	85
Análisis de datos.....	86
Proyectos para análisis	93
Diagrama de Pareto de tipos de proyectos	93
Porcentaje inversión de horas en planos constructivos por categoría de diseño.....	94
Comportamiento de categorías de diseño.....	95
Análisis de proyectos tipo Residencias de +500m ²	96
Análisis de proyectos tipo Spa/ Club de playa.....	104
Análisis de proyectos tipo Hoteles	112
Análisis de proyectos tipo Condominios.....	120
Análisis de proyectos tipo Residencias -500m ²	128
Análisis de proyectos tipo Centro Comercial.....	136
Comparación con modelos actuales	144
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	147
Conclusiones	147
Recomendaciones.....	149
CAPÍTULO VI. PROPUESTA.....	150
Propuesta	150
Modificación del proceso	150
Documento para ingreso de nuevo proyecto	153
Desarrollo de la herramienta	155
Funciones de la herramienta de control y seguimiento	156

	12
Solución de problemas	159
Análisis económico	159
Plan de implementación	165
REFERENCIAS	166
APÉNDICES	168
Apéndice A. Proceso de planos constructivos en Zürcher Arquitectos	168
Apéndice B. Forma Z1-000.....	171
Apéndice C. Tabla de incumplimiento de datos mínimos	172
Apéndice D. Lista de proyectos analizados	173
Apéndice E. Análisis de errores de pronóstico	175
Apéndice F. Manual de usuario de herramienta.....	181

Figuras

Figura No 1 Ubicación Zürcher Arquitectos.....	22
Figura No 2 Organigrama Zürcher Arquitectos	23
Figura No 3 Parte del Proceso.....	30
Figura No 4 Mapeo de procesos.....	32
Figura No 5 Simbología Diagrama de flujo	33
Figura No 6 Diagrama Ishikawa	35
Figura No 7 Diagrama de Vester.....	36
Figura No 8 Tiempo estándar.....	38
Figura No 9 Diagramas de Dispersión	42
Figura No 10 Ecuación Coeficiente de correlación	43
Figura No 11 Formula Desviación estándar.....	43

Figura No 12 Error de pronóstico	44
Figura No 13 Desviación media absoluta	45
Figura No 14 Error cuadrático medio	45
Figura No 15 Error porcentual medio absoluto.....	46
Figura No 16 Ecuación de regresión	47
Figura No 17 Pendiente de la recta	47
Figura No 18 Intersección con eje y.....	47
Figura No 19 Gráfica de sectores	48
Figura No 20 Gráfica de barras	49
Figura No 21 Gráfica de puntos	49
Figura No 22 Gráfica de polígonos de frecuencia.....	50
Figura No 23 Fases para recolección de datos	59
Figura No 24 Estructura de descomposición de trabajo (EDT)	61
Figura No 25. Diagrama de Gantt	62
Figura No 26 Mapeo de proceso	64
Figura No 27 Diagrama ingreso proyectos (Parte I)	69
Figura No 28 Diagrama ingreso proyectos (Parte II).....	70
Figura No 29 Diagrama ingreso proyectos (Parte III).....	71
Figura No 30 Diagrama ingreso proyectos (Parte IV)	72
Figura No 31 Control de Proyectos (Parte 1).....	75
Figura No 32 Control de Proyectos (Parte 2).....	76
Figura No 33 Diagrama Ishikawa	78
Figura No 34 Grafica de clasificación Vester	82
Figura No 35 Grafico porcentaje de fases.....	88

Figura No 36 Horas invertidas por fase	89
Figura No 37 Gráfico cumplimiento datos básicos.....	91
Figura No 38 Cumplimiento de estimación actual.....	92
Figura No 39 Diagrama de Pareto categorías de diseño	94
Figura No 40 Porcentaje de fase según Categorías de Diseño	95
Figura No 41 Gráfico Horas Arq. Residencias +500m ²	97
Figura No 42 Ecuación Línea de regresión.....	98
Figura No 43 Correlación.....	98
Figura No 44 Gráfico Ajustado Horas Arq. Residencias +500m ²	99
Figura No 45 Ecuación de regresión ajustada.....	100
Figura No 46 Correlación ajustada.....	100
Figura No 47 Gráfico Horas Dib. Residencias +500m ²	101
Figura No 48 Ecuación Línea de regresión.....	101
Figura No 49 Correlación.....	102
Figura No 50 Gráfico Ajustado Horas Dib. Residencias +500m ²	103
Figura No 51 Ecuación de regresión ajustada.....	103
Figura No 52 Correlación ajustada.....	104
Figura No 53 Gráfico Horas Arq. Spa / Club de playa	105
Figura No 54 Ecuación Línea de regresión.....	106
Figura No 55 Correlación.....	106
Figura No 56 Gráfico Ajustado Horas Arq. Spa / Club de playa.....	107
Figura No 57 Ecuación de regresión ajustada.....	108
Figura No 58. Correlación ajustada.....	108
Figura No 59 Gráfico Horas Dib. Spa/ Club de playa	109

Figura No 60 Ecuación Línea de regresión.....	109
Figura No 61 Correlación.....	110
Figura No 62 Gráfico Ajustado Horas Dib. Spa/ Club de playa.....	111
Figura No 63 Ecuación de regresión ajustada.....	111
Figura No 64 Correlación ajustada.....	112
Figura No 65 Gráfico Horas Arq. Hoteles	113
Figura No 66 Ecuación Línea de regresión.....	114
Figura No 67 Correlación.....	114
Figura No 68 Gráfico Ajustado Horas Arq. Hoteles.....	115
Figura No 69 Ecuación de regresión ajustada.....	115
Figura No 70 Correlación ajustada.....	116
Figura No 71 Gráfico Horas Dib. Hoteles.....	117
Figura No 72 Ecuación Línea de regresión.....	117
Figura No 73 Correlación.....	118
Figura No 74 Gráfico Ajustado Horas Dib. Hoteles	119
Figura No 75 Ecuación de regresión ajustada.....	119
Figura No 76 Correlación.....	119
Figura No 77 Gráfico Horas Arq. Condominios	121
Figura No 78 Ecuación Línea de regresión.....	121
Figura No 79 Correlación.....	122
Figura No 80 Gráfico Ajustado Horas Arq. Condominios.....	123
Figura No 81 Ecuación de regresión ajustada.....	123
Figura No 82 Correlación ajustada.....	124
Figura No 83 Gráfico Horas Dib. Condominios	125

Figura No 84 Ecuación Línea de regresión.....	125
Figura No 85 Correlación.....	126
Figura No 86 Gráfico Ajustado Horas Dib. Condominios.....	127
Figura No 87 Ecuación de regresión ajustada.....	127
Figura No 88 Correlación ajustada.....	128
Figura No 89 Gráfico Horas Arq. Residencias -500m ²	129
Figura No 90 Ecuación Línea de regresión.....	130
Figura No 91 Correlación.....	130
Figura No 92 Gráfico Horas Ajustado Arq. Residencias -500m ²	131
Figura No 93 Ecuación de regresión ajustada.....	132
Figura No 94 Correlación ajustada.....	132
Figura No 95 Gráfico Horas Dib. Residencias -500m ²	133
Figura No 96 Ecuación Línea de regresión.....	133
Figura No 97 Correlación.....	134
Figura No 98 Gráfico Horas Dib. Residencias -500m ²	135
Figura No 99 Ecuación de regresión ajustada.....	135
Figura No 100 Correlación ajustada.....	136
Figura No 101 Gráfico Horas Arq. Centro Comercial.....	137
Figura No 102 Ecuación Línea de regresión.....	138
Figura No 103 Correlación.....	138
Figura No 104 Gráfico Ajustado Horas Arq. Centro Comercial.....	139
Figura No 105 Ecuación de regresión ajustada.....	139
Figura No 106 Correlación ajustada.....	140
Figura No 107 Gráfico Horas Dib. Condominios.....	141

Figura No 108 Ecuación Línea de regresión.....	141
Figura No 109 Correlación.....	142
Figura No 110 Gráfico Ajustado Horas Dib. Condominios.....	143
Figura No 111 Ecuación de regresión ajustada.....	143
Figura No 112 Correlación ajustada.....	143
Figura No 113 Diagrama Control de Proyectos Modificado	152
Figura No 114 Nombrado de Fases.....	153
Figura No 115 Forma Z1-000 Modificada.....	154
Figura No 116 Herramienta Proyectos Activos	156
Figura No 117 Herramienta Estimación.....	157
Figura No 118 Herramienta Revisión	158
Figura No 119 Diagrama de implementación	165

Tablas

Tabla No 1 Variables.....	55
Tabla No 2 Instrumentos	57
Tabla No 3 Ingreso de Proyectos	66
Tabla No 4 Control de Proyectos	73
Tabla No 5 Matriz Vester.....	81
Tabla No 6 Proyectos Activos.....	87
Tabla No 7 Resumen cumplimiento datos básicos.....	90
Tabla No 8 Cumplimiento de estimación.....	91
Tabla No 9 Resumen proyectos analizados.....	93
Tabla No 10 Residencias +500m ²	96
Tabla No 11 Observaciones poco comunes	98

Tabla No 12 Observaciones poco comunes	102
Tabla No 13 Spa/ Club de playa.....	104
Tabla No 14 Observaciones poco comunes	106
Tabla No 15 Observaciones poco comunes	110
Tabla No 16 Hoteles.....	112
Tabla No 17 Observaciones poco comunes	114
Tabla No 18 Observaciones poco comunes	118
Tabla No 19 Condominios	120
Tabla No 20 Observaciones poco comunes	122
Tabla No 21 Observaciones poco comunes	126
Tabla No 22 Residencias -500m ²	128
Tabla No 23 Observaciones poco comunes	130
Tabla No 24 Observaciones poco comunes	134
Tabla No 25 Centro Comercial	136
Tabla No 26 Observaciones poco comunes	138
Tablartrrd No 27 Observaciones poco comunes	142
Tabla No 28 Comparación errores de estimación	145
Tabla No 29 Modificación Proceso de Control.....	151
Tabla No 30 Costo del Proyecto	160
Tabla No 31 Estimación Costo-Beneficio.....	161
Tabla No 32 Comparación costos utilidades.....	163
Tabla No 33 Flujo de caja inversión- ingresos.....	164

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de control y seguimiento han sido ampliamente utilizados con el fin de optimizar recursos en los procesos tanto de mano factura como de servicios; además, han obtenido resultados favorables en los niveles estratégicos, operativos y económicos de los entes en donde estos han sido puestos en marcha. Por esta razón, en la presente investigación, siguiendo una línea dentro de la carrera de Ingeniería Industrial en el área de evaluación de procesos, se plantea la aplicación de herramientas que permitan el análisis de los datos correspondientes a las horas invertidas en el proceso de confección de planos constructivos para determinar los requerimientos propios de este.

Zürcher Arquitectos actualmente cuenta con un sistema empírico basado en experiencias de gerentes anteriores, el cual únicamente realiza estimaciones para el desarrollo de ofertas económicas. Sin embargo, el ente no cuenta con un modelo con el cual se puedan controlar y estimar las horas y el recurso humano destinado para llevar a cabo el desarrollo de los proyectos en la fase de planos constructivos, por ello, se lleva a cabo el desarrollo de la esta investigación.

El presente documento se encuentra estructurado en seis capítulos que permiten el desarrollo de la investigación de manera ordenada. El primer capítulo se encarga de ubicar la investigación y sus razones, al determinar el lugar, el problema en cuestión, la justificación del estudio objetivos, antecedentes y alcances de este. En el segundo capítulo, se encuentra la documentación teórica necesaria para el planteamiento de la investigación. En el tercer capítulo, se describe la metodología, qué enfoque tendrá el estudio, el método de análisis, el cronograma, los instrumentos, entre otros aspectos metodológicos por considerar.

Seguidamente, el cuarto capítulo presenta el análisis de la situación, los resultados del diagnóstico donde se evidencia la existencia del problema y la aplicación de herramientas para la formulación de sus soluciones. En el quinto capítulo, se especificarán las conclusiones y recomendaciones hacia la empresa provenientes del estudio realizado. Por último, el sexto capítulo tiene como propósito la exposición de un modelo que permita el análisis del comportamiento del proceso de planos constructivos para Zürcher Arquitectos mediante la obtención de datos y su comparación con índices preestablecidos para la toma de decisiones.

Generalidades de la empresa

Reseña histórica de la empresa

Zürcher Arquitectos fue fundada en 1978 por su actual presidente, el arquitecto Ronald Zürcher Gurdián. Cuenta actualmente con más de 1.750.000 metros cuadrados de proyectos construidos en más de 17 países, lo cual la ubica como una empresa de diseño líder a nivel regional. Tiene más de 100 colaboradores altamente calificados en el área del diseño arquitectónico, de la mano con los principales exponentes en el país en las demás disciplinas de la rama de construcción.

Con el pasar de los años, Zürcher Arquitectos se ha destacado por su papel en el diseño de proyectos hoteleros, siendo este tipo de arquitectura una de sus especialidades. Dentro de las marcas de renombre que la firma de arquitectura maneja, se encuentran: Marriott Hotels y sus marcas asociadas, Hilton Hotels, Hyatt Hotels, Bristoll Hotels, Rose Wood. Estas además han recibido galardones por su diseño y su eficiencia ecológica.

Zürcher Arquitectos también destaca por su papel en el diseño de proyectos habitacionales y comerciales, además de servir como supervisor y diseñador en proyectos de interés público para Costa Rica, entre los cuales destacan bancos, escuelas y museos. Como parte de los servicios propios de la firma, desempeñan funciones de diseños de sitio, diseño arquitectónico, planos constructivos, especificaciones técnicas y supervisión de diseño.

Tras el crecimiento del horizonte competitivo en la rama de diseño, Zürcher Arquitectos bajo el mando de su fundador, crea empresas hermanas que permiten a la institución brindar servicios más personalizados y completos; por ejemplo, la participación en el diseño paisajista con Greenplan S.A. y en la arquitectura de interiores con Zürcher Interiors. Esto evidencia el compromiso y fidelidad de y hacia sus clientes a lo largo de 40 años de trayectoria en el mercado regional.

Misión de la empresa

“Satisfacer las expectativas de nuestros clientes, diseñando espacios habitables de una forma innovadora y con carácter propio. Traducir este diseño en planos constructivos y velar por que la intención del mismo prevalezca en la obra.”

Visión de la empresa

- Ser empresa líder del mercado regional.

- Ser reconocidos y preferidos por ser los más confiables, por ofrecer una consultoría superior en satisfacción al cliente, facilidad para hacer negocios y la calidad de su producto.
- Mejorar la calidad de vida del ciudadano, mediante una arquitectura original e innovadora, en la cual se logre representar su historia, cultura y entorno.
- Desarrollar el recurso humano como ventaja competitiva.

Valores

1. Liderazgo

- a. Trabajar en equipo.
- b. Actuar con iniciativa, con espíritu innovador y emprendedor.
- c. Ambición por superar siempre a la competencia.

2. Servicio de calidad

- a. Vocación de servicio y entrega.
- b. Puntualidad y alto estándar de calidad en diseño y planos.
- c. Disposición para transferir conocimientos y buenas prácticas.

3. Productividad

- a. Mantener un alto nivel de rendimiento en el trabajo.
- b. Coordinación eficiente (interna / clientes / consultores).
- c. Sentido de urgencia en todas las actuaciones.

4. Desarrollo humano

- a. Mantener altos valores éticos en nuestras actuaciones.
- b. Desarrollar oportunidades de crecimiento y un buen ambiente de trabajo.
- c. Reconocer, motivar y recompensar el buen desempeño.

Ubicación

La Figura No 1 muestra la ubicación de Zürcher Arquitectos.

Figura No 1 Ubicación Zürcher Arquitectos.



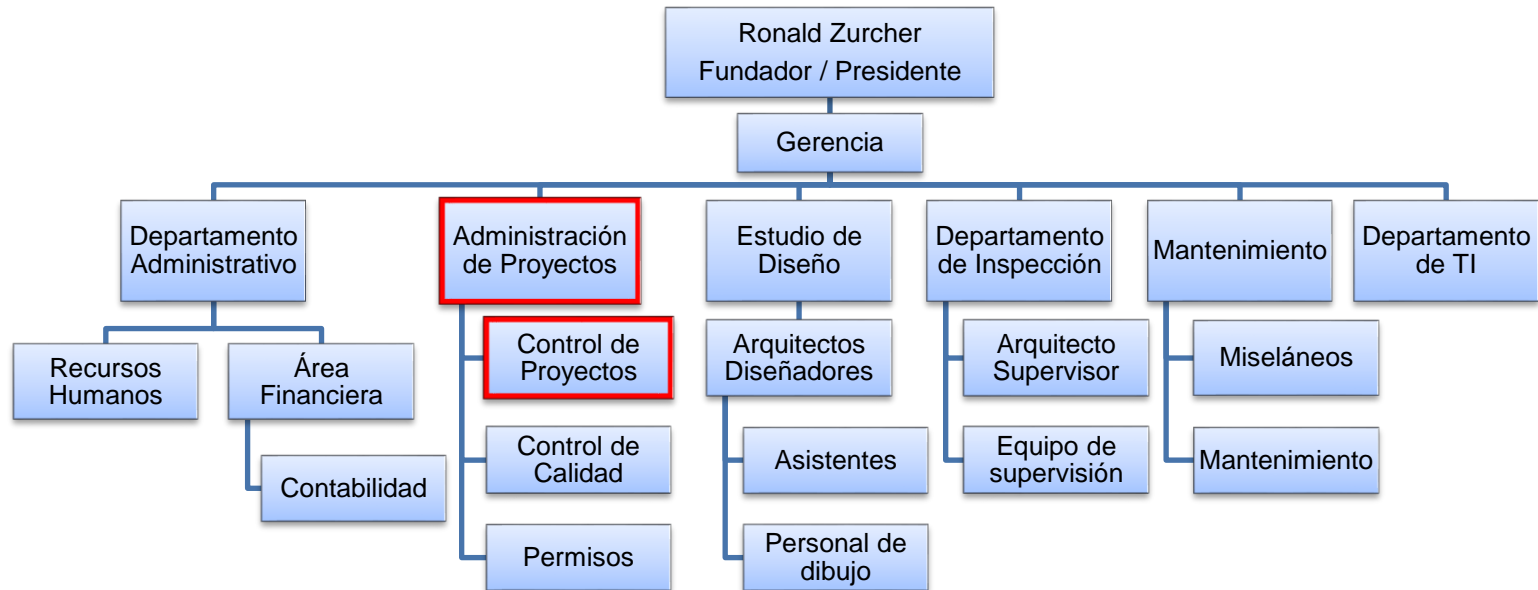
Nota: Google Maps.

Como muestra la Figura No 1 Zürcher Arquitectos se ubica 500 metros norte de la Cruz Roja Costarricense de Santa Ana en la provincia de San José, Costa Rica.

Organigrama

La Figura No 2 muestra la estructura organizacional de Zürcher Arquitectos.

Figura No 2 Organigrama Zürcher Arquitectos



Nota: Zürcher Arquitectos

Como se muestra en la Figura No 2, Zürcher Arquitectos presenta un organigrama jerárquico, que tiene como presidente a su fundador. En el siguiente nivel, la Gerencia está conformada por la Gerente General y bajo este nivel hay 6 departamentos con sus respectivos subdepartamentos, distribuidos en: Departamento Administrativo, Estudio de Diseño, Departamento de Inspección, Mantenimiento, Departamento de TI y Departamento de Administración de Proyectos. En este último, se enfocará esta investigación, específicamente en el subdepartamento de Control de proyectos, ambos se encuentran resaltados en color rojo en la Figura No 2.

Generalidades del Proyecto

Planteamiento del problema

Actualmente Zürcher Arquitectos no cuenta con un sistema preciso que le permita determinar cuál es la cantidad de horas óptima que debería ser invertida en la confección de planos constructivos de los diferentes productos que ofrece. Por el momento, esta es la principal unidad de medición en la confección de planos; por esta razón, el tiempo de la duración de este proceso no es controlado. La base o formulación de proyecciones para la estimación de horas a invertir en los proyectos es empírica y solo el encargado de realizarla es quien conoce el método, por ello, esta estimación no puede ser reproducida en su ausencia.

Se cree que el comportamiento en cuanto a requerimientos de los productos es el mismo en el ámbito financiero, reproduciendo esto al área de producción a pesar de las diferentes características de estos, por lo cual se unifica la formulación de ofertas en una misma ecuación de horas a invertir. Los proyectos pueden llegar a consumir gran cantidad de horas en comparación con otros de su misma naturaleza, sin embargo, estos no se encuentran categorizados por tipo o agrupados de manera que puedan ser catalogados y comparados.

Zürcher Arquitectos no cuenta con herramientas de control o indicadores que puedan evidenciar el avance o consumo de horas requeridas a lo largo del proceso de producción de planos constructivos, en el cual también se omiten procesos paralelos en caso de modificaciones en metrajes. Lo anterior altera las proyecciones empíricas planteadas por el encargado y repercute en el consumo de recursos adicionales hasta llegar a finiquitarse el proceso de producción. Esto imposibilita tomar decisiones para lograr un mejor aprovechamiento de la mano de obra, equipo y recursos monetarios disponibles para la ejecución de los proyectos en su fase de planos constructivos.

Por otra parte, el proceso de la documentación a la hora de ingresar los proyectos al proceso de planos constructivos no se encuentra estipulada. A causa de esto, las proyecciones empíricas para establecer los insumos de tiempo no se ejecutan al momento del ingreso con lo que deja al proyecto sin estimaciones. Dichos proyectos en su mayoría no cuentan con las estimaciones al terminar el proceso y no es posible comparar el consumo de horas con un parámetro inicial.

Enunciado del problema

¿Cómo proponer un sistema de control y seguimiento en el proceso de planos constructivos para la optimización de recursos y toma de decisiones mediante la evaluación de los requerimientos del proceso?

Objetivos

Objetivo general

Proponer un sistema de control y seguimiento en el proceso de planos constructivos para la optimización de recursos y toma de decisiones mediante la evaluación de los requerimientos del proceso.

Objetivos específicos

- Identificar el proceso de producción de planos constructivos en Zürcher Arquitectos.
- Analizar el proceso de producción de planos constructivos.
- Determinar el comportamiento de los productos y los requerimientos para la elaboración de planos constructivos.
- Diseñar un sistema de control y seguimiento de planos constructivos.

Justificación

El desarrollo de un sistema de control y seguimiento de planos constructivos en Zürcher Arquitectos es de gran importancia, pues, esto permitirá la determinación de los requerimientos necesarios en cuanto a cantidad de horas y otros recursos para llevar a cabo este proceso de confección. Este estudio será de beneficio de la empresa, ya que así será consecuente con la visión y valores que esta profesa. Además, al determinar los requerimientos de estos procesos se podrá realizar una mejor distribución de los recursos y la eficiencia de estos, lo cual beneficiaría a sus colaboradores. Esto a su vez permitirá una mejor distribución de cargas debido a que los cálculos de requerimientos responderán al resultado del estudio de datos históricos y a la categorización de los diferentes productos analizados desde su comportamiento individual. Ante la falta de este tipo de análisis, los proyectos pueden llegar a extenderse o limitarse en recursos con respecto a otros proyectos con las mismas características.

También, la ausencia indicadores que posibilite a los colaboradores conocer el estado y avance de los proyectos en los que trabajan, no hace posible la existencia de parámetros para la mejora, el seguimiento y la toma de decisiones por parte de los implicados en la asignación de recursos. Por esta misma razón, la empresa posee herramientas para casos donde se incurre en cambios de metrajes y alcances que modifican las proyecciones; sin embargo, son poco utilizadas u omitidas. Este tipo de análisis se realiza al finalizar el proceso, limitando el accionar de los implicados, además de dar pie a posibles estudios futuros de análisis de causas, entre otros.

Antecedentes

Actualmente Zürcher Arquitectos no cuenta con ningún tipo de antecedente referente al control y seguimiento del proceso de confección de planos constructivos por medio de indicadores o procesos de gestión que faciliten la toma de decisiones y la proyección de requerimientos para llevarlo a cabo. “La dirección de un organismo completo no puede ejercerse eficazmente más que a través de un sistema de control de gestión que propicie el mejor uso de los recursos para alcanzar o superar los resultados” (Nogueira, Hernández, & Negrín, 2002, pág. 29).

Según Nogueira et al. (2002), el control consiste en que todo lo ocurrido dentro de un proceso esté dentro de parámetros anteriormente establecidos. Esto permite la trazabilidad en relación a los objetivos, la fijación de estándares, el uso eficiente y racional de los recursos, todo dentro de la definición de control del proceso. Asimismo, estos autores determinan las condiciones básicas de un sistema de control, las cuales se enumeran a continuación:

1. Debe ser diseñado a la medida.
2. Debe tener carácter objetivo.
3. Ser flexible y compatible con posibles variaciones.
4. Debe ser capaz de detectar variaciones con suficiente anticipación para corregir.
5. Debe ser claro para los usuarios.
6. Ser eficaz y que el coste de los controles no supere los beneficios.

Nogueira et al. (2002) también enfatizan en la importancia de la relación entre el diagnóstico y la dimensión en la cual se encuentra. En la dimensión estratégica, se determina el rumbo y el liderazgo; en la operativa, se busca eficacia, eficiencia y la mejora y, en última instancia, en la dimensión económica, se detalla razones financieras, indicadores económicos y tendencias.

Los autores concluyen en la necesidad del control como herramienta decisiva y necesaria en la lucha por la efectividad a través del desarrollo de un procedimiento que garantice el monitoreo constante del sistema productivo. También, determina que el control de la gestión como herramienta de mejora y cambio presupone el compromiso de la alta gerencia con la búsqueda de metas y la existencia de un sistema de información eficiente y flexible (Nogueira, Hernández, & Negrín, 2002).

Por su parte, Heredia, Rodríguez y Vilalta (2012) determinan que “el desarrollo actual de la tecnología para el tratamiento de datos, facilita a las organizaciones comprender en mayor medida sus procesos y actuar de manera más efectiva sobre los mismos” (pág.19). Por tanto, de ahí la importancia que conlleva el análisis de estos. Además, de acuerdo con Heredia et al. (2012), durante el proceso surge información que debe ser tomada en cuenta, interpretada e integrada para reunir la mayor cantidad de variaciones que pueden llegar a presentarse en este, lo cual sirve para fortalecer la toma de decisiones y proveer la información oportuna que permita el controlarlo. De esta manera, proponen 4 etapas por considerar:

1. Caracterización del proceso de mejora.
2. Objetivo del proyecto.
3. Identificación y caracterización de las actividades.
4. Recogida de datos y análisis de estos.

Heredia et al. (2012), a partir del desarrollo de su propuesta, concluyen que el método logra determinar indicadores de desempeño y la categorización de los individuos. También, posibilita la planificación y ejecución de acciones específicas, además de dotar al proceso de un carácter predictivo. Asimismo, el desarrollo de la propuesta pretende servir de apoyo al proceso con información útil.

En su estudio, Sacasas (2014) enfatiza que “el estudio de modelos de control de gestión y sus metodologías de apoyo orientan la estrategia a seguir en la gestión de los procesos y contribuyen a su éxito.” (pág. 312). Este investigador plantea un modelo de gestión con parámetros que permiten la evaluación del tema en estudio, en el cual determina variables propias del proceso y la organización en lugares clave a partir de lo cual concibe indicadores y estándares. El modelo propone una estructura para asegurar el monitoreo en los siguientes pasos:

1. Planeación del sistema por controlar.

2. Identificación de las áreas claves y variables.
3. Diseño de los instrumentos de control.
4. Diseño de la presentación.
5. Implantación del sistema.

Tras su investigación, Sacasas (2014) concluye que la aplicación del enfoque en la gestión es necesaria para el cumplimiento de las metas u objetivos propuestos. Además, determina que trabajar con indicadores de control puede llegar a expandir mucho más las dimensiones estratégicas, operativas o económicas, siempre en concordancia con el enfoque deseado.

Posteriormente, Medina et al. (2014) en su estudio apuntan que “el Control de la Gestión debe responder a las necesidades de autonomía, mentalidad de eficiencia, ahorro y creatividad de las empresas. Adecuadamente empleados permite vigilar el proceso, rectificar errores, seguir los cambios del entorno y las repercusiones que estos producen en el avance de la organización” (pág. 95), persuadiendo a la toma de decisiones en el momento oportuno.

Según Medina et al. (2014), en su estudio sobre índices integrales para el control de la gestión, el control de un proceso se encuentra ubicado según su enfoque en 3 posibles direcciones, las cuales son determinadas por los autores como: estratégica, operativa y económica. Estas se encuentran planteadas sobre un sistema que brinde información oportuna, de manera eficiente y real, ya que la finalidad de controlar radica en la toma de decisiones.

Acorde al posible enfoque que pueda ser determinado para el control, Medina et al. (2014) brindan una metodología para la construcción de índices, tras el análisis de los pasos recurrentes en múltiples procedimientos en la formulación de estos, los cuales son:

1. Recopilación de síntomas.
2. Reducción del listado.
3. Obtención de coeficientes.
4. Formulación de matemática.

En su investigación, Medina et al. (2014) concluyen que la formulación de índices posee pasos en común que pueden servir de guía para la construcción de cualquiera de ellos. Además, señalan que cada enfoque posee su forma específica para la determinación de los indicadores necesarios para la obtención de información útil y que por medio de la concepción de estos, es

posible realizar la comparación entre la expresión más alta que pueda ser alcanzada y la que posee el proceso en estudio.

Proyecciones

Tras el desarrollo del estudio, se plantean las siguientes metas por alcanzar:

1. Brindar puntos de mejora percibidos durante el análisis del proceso de planos constructivos.
2. La categorización de los productos que lleva acabo Zürcher Arquitectos en el proceso de planos constructivos.
3. La determinación de un modelo acertado para la proyección de horas requeridas al llevar a cabo el proceso de confección de planos constructivos.
4. Determinar los puntos de comparación entre las estimaciones y las horas invertidas con el fin de dar seguimiento a los productos en el proceso.
5. Facilitar la toma de decisiones acorde al nivel de avance y recursos invertidos en los productos.
6. Sentar un precedente para investigaciones o desarrollo de herramientas futuras.
7. Realizar ajustes al modelo financiero con los resultados de la investigación.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

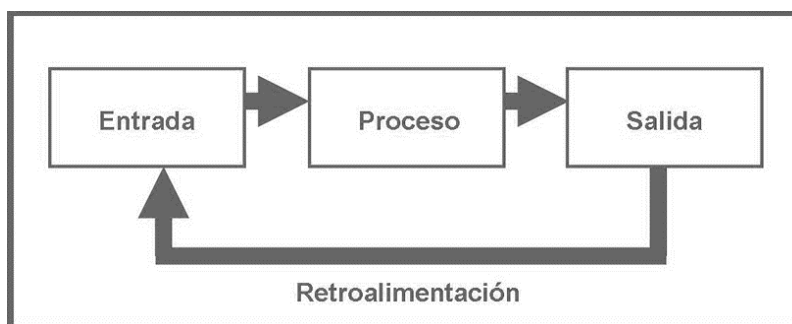
En el presente capítulo, se desarrollarán los conceptos y teorías necesarios para llevar a cabo el desarrollo del estudio. Este apartado se plantea a partir de la información obtenida por medio de la revisión literaria correspondiente sobre los datos que se analizarán en la investigación, lo cual le proveerá fundamento teórico a los argumentos planteados.

Procesos

Según indica Gutiérrez (2015), el proceso de transformación de insumos, por medio de actividades, genera un producto o servicio. A su vez, este es el resultado de otros procesos, por lo cual, es necesario determinar cuáles son las actividades que generan el producto o servicio en estudio, delimitando el área y actividades por evaluar en él, definiendo a las entradas del proceso como toda aquella información necesaria para que este se lleve a cabo (pág. 64). El proceso de transformación como tal y el resultado esperado de este estudio en específico se determina como planos constructivos.

Este proceso puede ser definido, medido y también puede llegar a ser mejorado, de ahí la importancia de determinar con antelación las partes que interactúan siendo coherentes con los objetivos de la organización. Estos procesos pueden considerarse como críticos o no críticos y con ello se establece una jerarquía en estos y sus requerimientos, tal como lo plantea la Organización Internacional para la Estandarización en la Norma ISO 9001:2015. (2015, pág. 14). Con el fin de visualizar el proceso como tal en sus partes, se detalla la Figura No 3:

Figura No 3 Parte del Proceso



Nota: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Ingeniería de software.

Tal como se muestra en la Figura No 3, se determina el ingreso de los insumos que sufren un proceso de transformación para finalizar en una salida determinada como el producto o servicio resultante del proceso.

Mapeo de procesos

Es necesario contar con este mapeo para tener la visión del desarrollo por completo del proceso de una empresa desde el inicio de la operación como tal hasta la entrega del producto establecido y su relación con el cliente. Para ello, se requiere la implementación de una herramienta que permita visualizar este proceso en conjunto, como indica Bravo en su libro de *Gestión de procesos* (2008, pág. 37), en el cual define al mapeo del proceso como una herramienta óptima para realizar esta tarea. Este autor plantea que para llevar a cabo el mapeo de procesos, se debe tener en cuenta la totalidad de la labor de la organización al determinar o categorizar los diferentes procesos que son parte de esto. Para ello, el proceso se subdivide en tres secciones:

- a. Proceso de dirección estratégica: Pretende la planeación de la organización, cómo se realizará el plan para alcanzar el objetivo (en este caso, la realización de planos constructivos), el control de esta planeación y la retroalimentación del proceso.
- b. Procesos de dirección sustantiva o de negocio: Son aquellos en los que se encuentra directamente el proceso y las partes de transformación de este.
- c. Procesos de apoyo: Se encargan de dar soporte a la organización para que se concreten de manera oportuna y según lo esperado los procesos sustantivos.

Elaboración del mapeo de proceso

Para la elaboración del mapa de proceso, Bravo (2008, pág. 393) establece una serie de pautas o pasos para el desarrollo de la herramienta, entre los cuales establece:

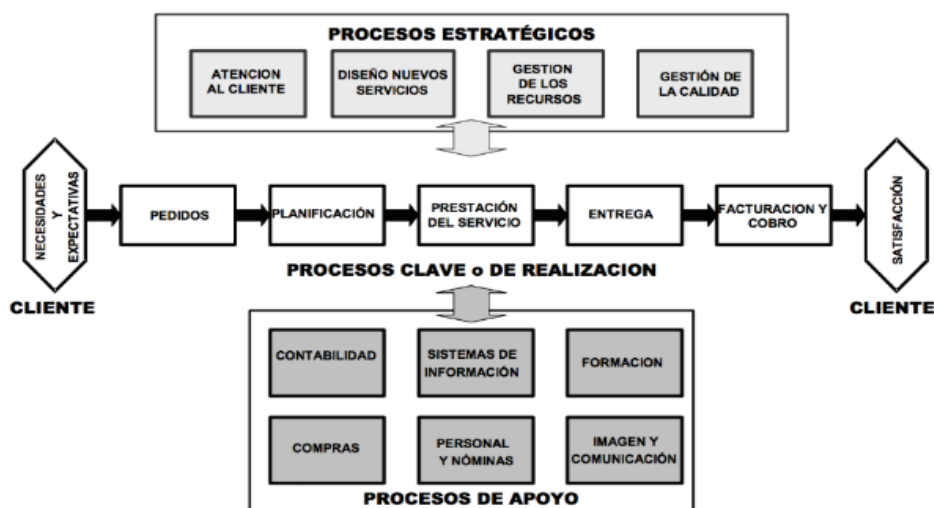
1. Recolectar los datos mediante entrevistas, reuniones, cuestionarios observaciones, entre otros.
2. Identificar los objetivos de los procesos analizados.
3. Definir los insumos y salidas de los diferentes procesos.
4. Establecer los componentes que integran los procesos.
5. Indicar los límites de los procesos.
6. Clasificar la información según las áreas en los diferentes tipos de proceso.

7. Una vez definido el proceso se debe graficar los procesos actuales, la función y las relaciones entre los diferentes procesos.

Es importante destacar que este proceso debe ser realizado en concordancia con aquellas personas que conozcan en detalle el proceso y la interrelación dentro de este. Se debe asegurar de que las diferentes actividades sean realizadas de manera homogénea.

En la Figura No 4, se visualiza la estructura de representación de un mapeo de procesos.

Figura No 4 Mapeo de procesos



Nota: Softgrade.mx

Como se observa en la Figura No 4, en la conformación de la representación del mapeo de proceso, se plantean en la parte superior los procesos estratégicos. En el intermedio, aparecen los procesos de realización y en el nivel inferior, los procesos de apoyo. Como resultado del proceso, se obtiene la satisfacción del cliente.

Diagramas de flujo

Una vez que el proceso es conocido de una manera macro y es ubicada el área donde se realizará el estudio, es pertinente adentrarse en este por medio de una herramienta que permita determinar no solo el ingreso de insumos el proceso de transformación y los resultados esperados. Como lo indica Gutiérrez (2015), “el diagrama de flujo de procesos es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso, incluidos transportes, inspecciones,

esperas, almacenamientos y actividades del proceso” (págs. 199-200); de esta manera, es posible conocer todos los requerimientos y partes que conforman el proceso de una manera visual y fácil de comprender.

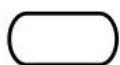



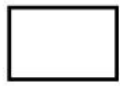

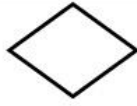

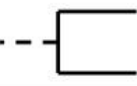

Elaboración del diagrama de flujo

Schroeder, Meyer, y Rungtusanatham en su libro *Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos* (2011, pág. 114), establecen los siguientes principios a la hora de crear un diagrama de flujo:

1. Identificar y seleccionar un proceso relevante de transformación para su estudio.
2. Identificar a un colaborador o equipo de colaboradores que sean responsables de la confección del diagrama de flujo y de su análisis.
3. Especificar los límites del proceso en estudio.
4. Establecer y ordenar las actividades que son requeridas para llevar a cabo el producto final.
5. Identificar los indicadores para dar trazabilidad dentro del proceso de transformación.
6. Realizar el diagrama de flujo según la utilización de los símbolos propios del diagrama de manera consistente.

Para llevar a cabo el desarrollo del diagrama, es requerida la comprensión y significancia de sus componentes, expresadas en la Figura No 5.

Figura No 5 Simbología Diagrama de flujo

SÍMBOLO	REPRESENTA	SÍMBOLO	REPRESENTA
	Terminal. Indica el inicio o la terminación del flujo, puede ser acción o lugar; además se usa para indicar una unidad administrativa o persona que recibe o proporciona información.		Documento. Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Disparador. Indica el inicio de un procedimiento, contiene el nombre de éste o el nombre de la unidad administrativa donde se da inicio		Archivo. Representa un archivo común y corriente de oficina.
	Operación. Representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.		Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte lejana del mismo.
	Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.		Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.
	Nota aclaratoria. No forma parte del diagrama de flujo, es un elemento que se adiciona a una operación o actividad para dar una explicación.		Línea de comunicación. Proporciona la transmisión de información de un lugar a otro mediante?

Nota: Google.com

Como se puede ver en la Figura No 5, se detallan el símbolo y la descripción correspondiente a la función de cada uno y su integración en el diagrama.

Gráfico de causa-efecto

Como indica Gutiérrez (2015), “una vez que queda bien definido, delimitado y localizado dónde se presenta un problema importante es momento de investigar sus causas.” (pág. 192). De esta manera, el autor hace referencia a la importancia de determinar cuáles son los factores que determinan el problema en estudio, con el fin de analizarlas y relacionar los efectos con las causas de este.

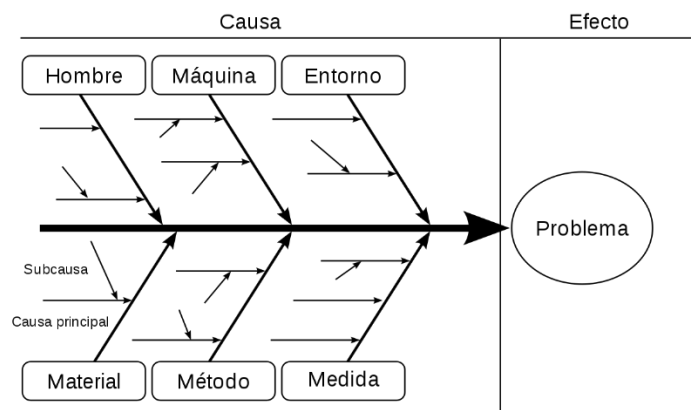
Por tanto, el autor define el diagrama de causa efecto o diagrama de Ishikawa como un método grafico donde se representa la relación entre los efectos que determinan el problema y sus causas. Asimismo, expone el método de las 6M como el sistema de construcción más común, el cual establece las seis principales ramas de las causas en que se pueden presentar las causas potenciales: el método de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Además, señala como principal herramienta para su construcción la pregunta: “¿qué aspecto de esta M se refleja en el problema analizado? (Gutiérrez, 2015, pág. 192).

El autor determina los siguientes pasos para la construcción de un diagrama de Ishikawa:

1. Definir y delimitar claramente el problema o tema por analizar.
2. Definición del Diagrama de Ishikawa por utilizar.
3. Buscar las causas probables, lo más concretas y por medio de lluvia de ideas.
4. Representar las ideas obtenidas en el diagrama.
5. Determinar las causas más importantes mediante el diálogo.
6. Decidir sobre qué causas actuar.
7. Preparar un plan de acción para cada una de las causas por investigar o corregirse.

En la Figura No 6, se observa la composición del diagrama de Ishikawa con el uso de las 6M.

Figura No 6 Diagrama Ishikawa



Nota: Google.com

Como se presenta en la Figura No 6, el diagrama de Ishikawa se compone por dos secciones. En una, se encuentran las causas distribuidas en las seis diferentes categorías del método de las 6M y en la otra sección, aparece el efecto, el cual está determinado por el problema planteado.

Matriz de Vester

La matriz Vester, según indican Aramburú y Aliaga (2016) en su cuaderno de trabajo *Una herramienta para priorizar: Diagrama de Vester*, es una herramienta desarrollada por el bioquímico Frederic Vester, la cual permite, a través de la priorización de problemas, permite dar mayor importancia a los problemas causales con respecto a otros por medio del análisis de relaciones entre ellos acorde a su magnitud y severidad. La magnitud refiere a la afectación del problema como tal y la severidad comprende la gravedad del problema.

De esta manera, los autores plantean que los problemas están relacionados entre sí por medio de una matriz de relación, la cual se basa en los dos parámetros de magnitud y severidad, mencionados anteriormente, con los siguientes valores:

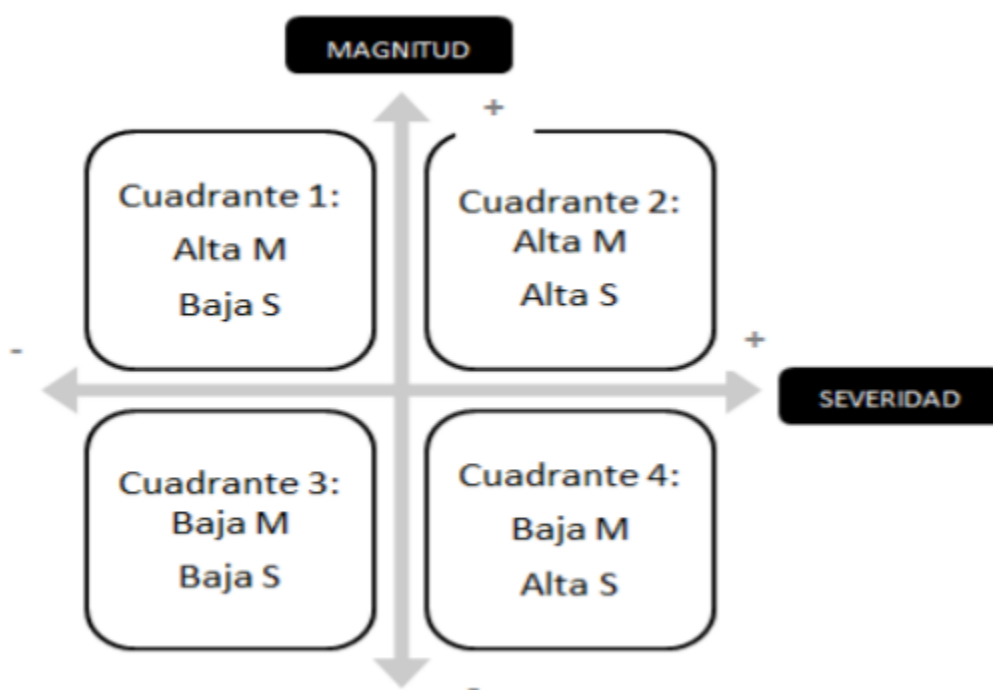
- 0: No hay relación entre los problemas.
- 1: El problema es causado indirectamente o su relación es muy débil.
- 2: El problema es causado semi-directamente o tiene una causalidad media entre ambos.
- 3: El problema es causado directamente.

Pasos para realizar una matriz Vester:

1. Determinar los problemas: Los problemas pueden ser recolectados por medio de lluvia de ideas.
2. Redactar el problema.
3. Asignar un código o identificador al problema.
4. Colocar los problemas en la matriz.
5. Realizar la valoración de relaciones.
6. Realizar la suma de las influencias y dependencias.
7. Graficar los problemas en un plano cartesiano.
8. Clasificación de problemas.

De esta manera, los autores anteriores establecen que se puede obtener una priorización de las causas por medio de la ubicación de los puntos correspondientes a magnitud y severidad en un plano cartesiano como se representa en la Figura No 7.

Figura No 7 Diagrama de Vester



Nota: Una herramienta para priorizar: El diagrama de Vester 2016

Como se observa en la Figura No 7, por medio de la gráfica de los puntos de magnitud y severidad en un plano cartesiano, es posible identificar la criticidad de los problemas de acuerdo con su ubicación de la siguiente manera:

Cuadrante 1: Alta magnitud baja severidad, problemas pasivos.

Cuadrante 2: Alta magnitud y alta severidad, problemas críticos.

Cuadrante 3: Baja magnitud y baja severidad, problemas indiferentes.

Cuadrante 4: Baja magnitud y alta severidad, problemas activos.

Con lo anterior, los autores establecen que los problemas ubicados en el cuadrante 2 son de alta prioridad, los del cuadrante 3 son de menor prioridad y los ubicados en los cuadrantes 1 y 4 dependen de criterios técnicos.

Gestión del tiempo

La principal unidad con la cual es medido el proceso de planos constructivo, es mediante el tiempo, de ahí la importancia de su estudio dentro de la investigación. Palacios (2016, pág. 243), en su libro de *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos*, establece que el estudio del tiempo se enfoca en determinar cuánto tiempo es requerido por un operario en condiciones normales para el desarrollo de una operación. El mismo autor determina que la necesidad de determinar este tipo de estimaciones responde a:

1. Cotizar bajo un mejor precio.
2. Realizar ofertas con los parámetros requeridos de tiempo y costo.
3. Establecer programas de fabricación.
4. Evitar tiempos ociosos.
5. Cumplir con fechas.
6. Predecir las necesidades del equipo de trabajo.
7. Métodos de pago de incentivo: salario y decisiones de compra.

Métodos de medición

Palacios (2016, pág. 245) plantea que dentro de los métodos de medición más utilizados se encuentran la deducción por experiencias anteriores y el muestreo de trabajo.

Deducción de experiencias anteriores

En este tipo de medición, se realiza la estimación con base en experiencias pasadas. Se extraen los datos de estadísticas de producción de periodos anteriores. Esto permite sacar promedios de horas / unidad.

Muestreo de trabajo

Se estima el tiempo en que el operario se dedica a labores que son productivas, donde se decide cuáles son importantes y cuáles no; además, se observa la actividad de manera directa.

Determinación de estándares de tiempo

Palacios (2016) establece que se puede obtener una calificación promedio del trabajo realizado, a través del tiempo incurrido por unidad, mediante la utilización la fórmula expresada en Figura No 8.

Figura No 8 Tiempo estándar

$$Tiempo\ estandar = \frac{Cantidad\ producida\ x\ horas\ de\ jornada}{N^{\circ}\ de\ unidades}$$

Nota: Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos

Como se observa en la Figura No 8, se determina la cantidad de trabajo producido por las horas laboradas y dividiéndolas entre las unidades producidas.

Recolección de datos

Con respecto a la recolección de la información necesaria, Gutiérrez (2015) determina que “una vez localizado el problema, definidos los objetivos perseguidos e identificado el tipo de información que se necesita, surgen entre otros los siguientes problemas: cómo obtener tal información, en qué cantidad y cómo analizarla.” (pág. 144). Por tanto, es preciso definir cuáles son las herramientas necesarias para la recolección de esta información.

Méndez, Sandoval y Del Cid (2011), en su libro *Investigación. Fundamentos y metodología*, para la recolección establecen técnicas de investigación de campo donde la información se obtiene de las personas que conocen el proceso, a las cuales define como fuentes primarias. Dentro de estas técnicas se destacan (pág. 119) las siguientes:

La observación

Consiste en acercarse y observar directamente el fenómeno en estudio. Es importante que los operarios o quienes realicen el proceso se encuentren en el estado normal de proceso, no bajo ningún tipo de presión que los lleve a sobreactuar o que modifiquen su comportamiento normal. Para que esta información observada sea parte del método científico, es necesaria la formulación de un esquema que permita el ordenamiento de la información recopilada.

Normas para realizar una observación

Méndez et al. (2011) establecen una serie de normas para la validez científica de manera sistemática y controlada del proceso de observación, expuestas a continuación (pág. 121):

1. Establecer los objetivos de la guía para la realización de la observación.
2. Contar con un marco teórico que funcione de referencia para determinar los fenómenos a observar.
3. Una guía que indique claramente que se observará.
4. Establecer la manera de registrar la información.
5. Determinar con anterioridad la logística necesaria para recopilar la información.
6. Estar por entendidos del surgimiento de eventos que pueden estar fuera de lo establecido en la guía pero que pueden ser relevantes.
7. Establecer métodos que permitan controlar los datos obtenidos para asegurar su validez y confiabilidad.
8. Realizar la observación responsablemente.

La entrevista

Esta técnica de recolección, según Méndez et al. (2011), es utilizada para obtener información tanto cualitativa como cuantitativa, donde el investigador estudia el proceso desde la perspectiva de los operarios. Esta herramienta puede identificar la manera en la cual se dice que se deben hacer las cosas y en qué manera se están planteando; por ello, es importante la comprensión del actuar del entrevistado durante el proceso de entrevista. En el caso de la recopilación de pistas o indicios para el planteamiento de ideas o hipótesis, los autores sugieren una entrevista de tipo no estructurada o también llamada exploratoria (pág. 123).

Características para realizar una entrevista exploratoria

Para llevar a cabo una entrevista de carácter exploratorio, Méndez et al. (2011) establecen características que debe adoptar el entrevistador enumeradas de la siguiente manera (pág. 124):

1. Plantear el menor número posible de preguntas.
2. Intervenir de manera abierta.
3. Abstenerse de intervenir en el resultado de la información obtenida.

Además, describen una serie de características que debe poseer el entrevistador a la hora de llevar a cabo la entrevista, a saber:

1. Tener la habilidad de obtener información importante de manera imparcial.
2. Comprender el objetivo de la investigación para buscar la información deseada.
3. Conocer el instrumento que aplicará para la obtención de la información.

Fuentes históricas

Además de estas técnicas de campo, Monje (2011, pág. 99), en su guía de *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa*, determina también a la fuente histórica como material necesario para la obtención de datos. Expresa que esta consiste en reconstruir el pasado de una forma objetiva por medio de las observaciones de otros en un registro directo del fenómeno observado.

Características de la investigación histórica

El autor establece las siguientes características propias de la investigación histórica, pues, este tipo de recolección de información no debe ser indisciplinada y debe contener información confiable al igual que las anteriores metodologías.

1. Depende de datos observados por otros.
2. Los datos se categorizan según su procedencia en:
 - a. Fuentes primarias: Son aquellas directamente observadas y registradas por el autor.
 - b. Fuentes secundarias: El autor del registro de la información no es quien realiza las observaciones.
3. Las fuentes de autoría de las observaciones deben ser sujetas a dos tipos de crítica con el fin de destacar su relevancia:

- a. Crítica externa: Se determina la autenticidad de las observaciones.
- b. Crítica interna: En ella se determinan las causas, limitaciones y otros fenómenos que puedan alterar el fenómeno estudiado.

Etapas de una investigación histórica

Monje (2011, pág. 100) determina una serie de etapas a la hora de realizar una investigación de este tipo que sea de carácter serio y ordenado. Estas etapas se mencionan a continuación:

1. Definir el problema con el cual se definirá si la investigación de datos históricos es la más recomendada.
2. Establecer una hipótesis que permita guiar o direccionar la investigación.
3. Tener en cuenta a la hora de la recolección de la información la autoría de los datos, si se refieren a fuentes primarias o secundarias.
4. Evaluar los datos con crítica externa e interna.
5. Hacer de conocimiento los resultados, avance e interpretación de los datos apoyados en una base teórica.

Análisis estadístico de datos

Análisis de correlaciones

Marchal, Lind, y Wathen (2015) señalan que una vez reunidos los datos cuantificables, es posible establecer el estudio entre variables y su posible relación. Este análisis puede realizarse de manera visual mediante un diagrama de dispersión, el cual facilita la identificación de la relación entre ellas. (pág. 381).

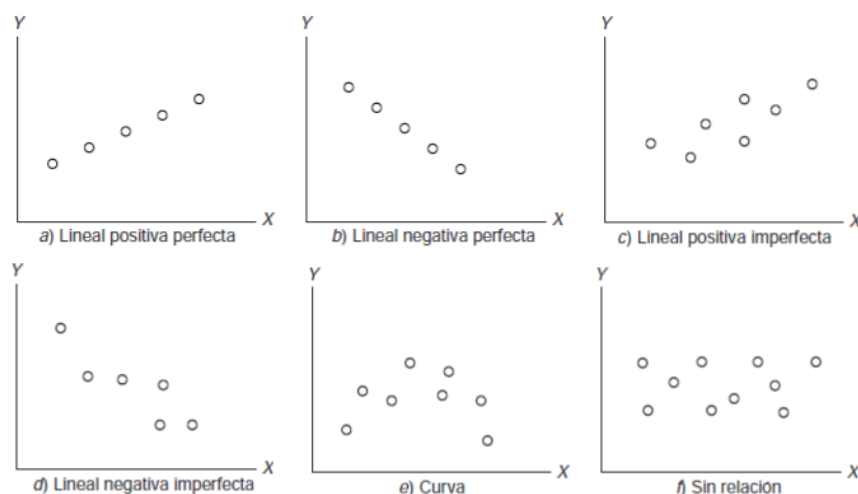
Diagramas de dispersión

Los diagramas de dispersión, como determinan Marchal et al. (2015, pág. 99), requieren de dos variables, las cuales son ubicadas en un plano cartesiano: una variable sobre el eje X y la otra sobre el eje Y. Estas variables corresponden al orden de dependiente e independiente, por lo cual presenta una relación entre ellas. Este gráfico se encarga de ubicar cada uno de los datos en forma de puntos acorde a la relación de ambas variables dentro del plano cartesiano, facilitando su visualización y análisis.

Sobre este mismo método de visualización, Hanke y Wichern (2010, pág. 36), en su libro de *Pronósticos en los negocios*, establecen los diferentes tipos de asociación que pueden

evidenciarse entre los diferentes comportamientos de datos en la gráfica. De esta manera, indican que pueden haber relaciones lineales positivas, negativas, perfectas e imperfectas, curvos o sin relación alguna establecidas como aleatorias como se muestra en la Figura No 9.

Figura No 9 Diagramas de Dispersión



Nota: Pronósticos en los negocios.

Como se aprecia en la Figura No 9, los datos pueden ser relacionados en los diagramas de dispersión como lineales positivas, negativas, perfectas e imperfectas, curvos o sin relación alguna establecidas como aleatorias.

Coefficiente de correlación

Para lograr determinar una relación cuantitativa de la relación evidente en los diagramas de dispersión, tal como lo mencionan Marchar et al. (2015, págs. 381-385), surge el coeficiente de correlación, creado por Karl Pearson, el cual describe la relación entre variables designada con la letra r . Este coeficiente puede adoptar valores desde +1 hasta -1, designando estos como límites. Entre más cercano se encuentre el valor de r a estos límites de intervalo indica que la correlación entre datos es más fuerte, dando por una relación perfecta los resultados que expresen +1 o -1; asimismo, entre más se acerque este valor a cero, indicará que la relación entre variables es débil. El coeficiente de correlación está determinado por la fórmula mostrada en la

Figura No 10.

Figura No 10 Ecuación Coeficiente de correlación

$$r = \frac{\Sigma(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{(n - 1)s_x s_y}$$

Nota: Estadística aplicada a los negocios y la economía.

La

Figura No 10 determina las variables necesarias para llevar a cabo el cálculo del coeficiente de correlación donde:

r = Coeficiente de correlación

x = Variable x

\bar{x} = Promedio de variables x

y = Variable y

\bar{y} = Promedio de variables y

n = Tamaño de la muestra

s = Desviación estándar

Desviación estándar

La desviación estándar, como indica Marchar et al. (2015), se encarga de describir cuantitativamente del grado de dispersión o variación entre los diferentes datos. Para esto, se utiliza la fórmula establecida en la Figura No 11.

Figura No 11 Formula Desviación estándar

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Nota: Estadística aplicada a los negocios y la economía.

La Figura No 11 determina las variables necesarias para llevar a cabo el cálculo de la desviación estándar donde:

s = Desviación estándar

x = Variable en estudio

\bar{x} = Promedio de variables x

n = Tamaño de la muestra

Selección de técnica de pronósticos

Tras el análisis de los datos históricos obtenidos de las bases de datos y con el fin de proveer la información necesaria para determinar o proyectar cuál será el comportamiento de las variables que se analizarán en el proceso, Hanke y Wichern (2010) determinan que “primero se examina el valioso trabajo de seleccionar, entre varias, una técnica de elaboración de pronósticos” (pág. 76). Esto mediante el análisis de las características de los datos obtenidos.

De esta manera, los autores establecen una serie de preguntas que permiten ubicar la técnica más adecuada, dentro de estas preguntas están:

1. ¿Los coeficientes de correlación indican aleatoriedad?
2. ¿Quién lo utilizará?
3. ¿Cuáles son las características de los datos disponibles?

Medición del error de pronóstico

De acuerdo con Hanke y Wichern (2010, págs. 82,83), existe una serie de métodos que ayudan sintetizar los errores que presentan las técnicas de pronósticos, los cuales se calculan como la diferencia entre el valor pronosticado y el valor real. Esta diferencia entre ambos datos es conocida como residuo o error.

Para determinar el error de pronóstico, el cual se encarga de establecer el residuo o la diferencia entre el valor pronosticado y real, se utiliza la fórmula establecida en la Figura No 12.

Figura No 12 Error de pronóstico

$$e_1 = Y_1 - \check{Y}_1$$

Nota: Estadística aplicada a los negocios y la economía.

La Figura No 12 determina el error producto de un método de pronóstico en contraposición de su valor real donde:

e_1 = Error de pronóstico.

Y_1 = Valor real del dato estudiado.

\check{Y}_1 = Valor pronosticado.

Otro método que permite evaluar el modelo de pronóstico por medio de la suma de los errores absolutos es la desviación media absoluta (MAD), cuya ecuación se muestra a continuación en la Figura No 13.

Figura No 13 Desviación media absoluta

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_1 - \check{Y}_1|$$

Nota: Estadística aplicada a los negocios y la economía.

La Figura No 13 determina el error producto de un método de pronóstico en contraposición de su valor real donde:

n = Cantidad de estimaciones.

Y_1 = Valor real del dato estudiado.

\check{Y}_1 = Valor pronosticado.

También, es posible la evaluación de modelos de pronósticos utilizando el error medio cuadrado (MSE), el cual consiste en elevar al cuadrado los errores de pronóstico. Este método se lleva a cabo por medio de la aplicación de la ecuación presentada por medio de la Figura No 14.

Figura No 14 Error cuadrático medio

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_1 - \check{Y}_1)^2$$

Nota: Estadística aplicada a los negocios y la economía.

La Figura No 14 determina el error producto de un método de pronóstico en contraposición de su valor real donde:

n = Cantidad de estimaciones.

Y_1 = Valor real del dato estudiado.

\check{Y}_1 = Valor pronosticado.

Por medio del error porcentual medio absoluto (MAPE), es posible determinar los errores de estimación mediante porcentajes. Este se realiza por medio de la aplicación de la ecuación presentada en la Figura No 15.

Figura No 15 Error porcentual medio absoluto

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_1 - \check{Y}_1|}{|Y_1|}$$

Nota: Estadística aplicada a los negocios y la economía.

La Figura No 15 determina el error producto de un método de pronóstico en contraposición de su valor real donde:

n = Cantidad de estimaciones.

Y_1 = Valor real del dato estudiado.

\check{Y}_1 = Valor pronosticado.

Como indican los autores, por medio de la utilización y la comparación de las técnicas de precisión de pronósticos, se puede comparar la exactitud de varios modelos de estimación, determinar la confiabilidad de una técnica y ayudar a seleccionar un modelo óptimo para la estimación.

Análisis de regresión

El análisis de regresión corresponde a otro método que permite examinar y evaluar la relación entre dos variables, en el caso del tema en estudio, horas y metros de diseño. Asimismo, según Marchal et al. (2015), este método tiene una alta capacidad de predicción, por lo cual destaca su uso no solo para el estudio de las variables, sino que también lo catalogan como una herramienta para la proyección de resultados, siempre y cuando estos se encuentren delimitados por medidas que permitan determinar qué tan preciso es el estadístico. (págs. 396-400)

Los autores destacan la regresión lineal como la relación lineal que se encuentra entre dos variables dada por el principio de mínimos cuadrados. Esta se encarga de determinar una sola ecuación que traza una línea entre todos los datos ubicados en un gráfico de dispersión mediante la fórmula especificada en la Figura No 16.

Figura No 16 Ecuación de regresión

$$\hat{y} = a + bx$$

Nota: Estadística aplicada a los negocios y la economía.

La Figura No 16 determina las variables necesarias para llevar a cabo el cálculo de la regresión donde:

y= Corresponde al valor de la estimación

a= Valor estimado de y con la variable x=0

b= Pendiente de la recta de regresión

x= Variable independiente

La fórmula para determinar la pendiente de la recta de regresión está dada por la Figura No 17.

Figura No 17 Pendiente de la recta

$$b = r \left(\frac{s_y}{s_x} \right)$$

Nota: Estadística aplicada a los negocios y la economía.

La Figura No 17 determina las variables necesarias para llevar a cabo el cálculo de la pendiente de la recta, donde:

b = Corresponde a la pendiente de la recta de regresión

r = Coeficiente de correlación

s_y = Desviación estándar de y (variable dependiente)

s_x = Desviación estándar de x (variable independiente)

La fórmula para determinar la Intersección con el eje y está dada por la Figura No 18:

Figura No 18 Intersección con eje y

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Nota: Estadística aplicada a los negocios y la economía.

La Figura No 18 determina las variables necesarias para llevar a cabo el cálculo de la intersección de la recta con el eje y, donde:

a = Punto de intersección con el eje y

\bar{y} = Media de la variable dependiente y

\bar{x} = Media de la variable independiente x

Presentación de la información

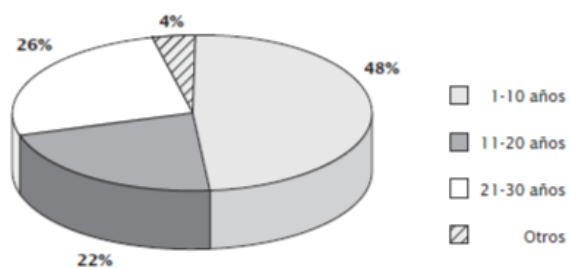
Méndez et al. (2011, págs. 144-147) establecen que luego de tabular los datos, estos deben ser agrupados por categorías en función de sus características para que el análisis y el manejo de estos sea más versátil. De la misma manera, el fin con el que estos datos son planteados varía acorde a factores como las escalas de medición, el tipo de información e incluso las preferencias del investigador.

Estos investigadores identifican una serie de gráficas o diagramas que ilustran de manera clara la información plasmada en las tablas de datos. De esta forma, estos gráficos pueden ser utilizados a la hora de presentar los informes de resultados a la gerencia por medio de informes a fin de lograr una comprensión más clara del fenómeno de planos constructivos en estudio. Dentro de estas gráficas de uso más recurrente se encuentran las siguientes.

Gráficas de sectores

También se les conoce como graficas de pastel, que consisten en la división por proporciones de cada conjunto de datos como se muestra en la Figura No 19.

Figura No 19 Gráfica de sectores



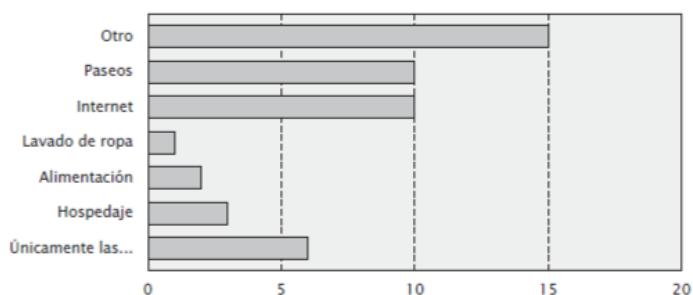
Nota: Estadística aplicada a los negocios y la economía.

La Figura No 19 representa un gráfico de sectores o también conocido como de pastel, donde cada una de las secciones se identifica con colores o patrones diferentes que permiten su fácil identificación.

Gráficas de barras

Compuestas por barras que representan las frecuencias. Es importante mantener la proporción y la perspectiva clara de manera que no se presten a una interpretación subjetiva, tal como se muestra en la Figura No 20 .

Figura No 20 Gráfica de barras



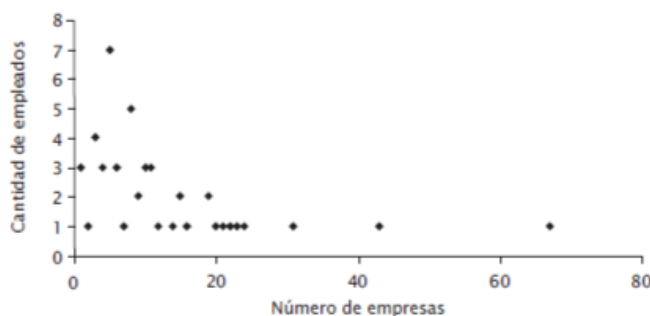
Nota: Estadística aplicada a los negocios y la economía.

La Figura No 20 muestra una gráfica de barras, en la cual los valores correspondientes a los datos recolectados son identificados por medio de barras con escalas iguales y de manera plana, que permite la comparación objetiva de estas.

Gráficas de puntos

En este tipo de gráficas, se presentan los puntos correspondientes a las diferentes frecuencias a lo largo de un plano cartesiano como se muestra en la Figura No 21.

Figura No 21 Gráfica de puntos

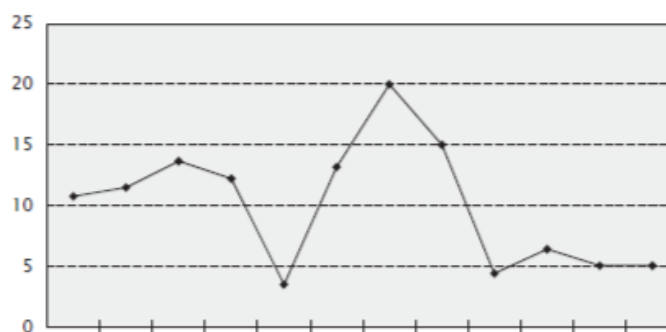


La Figura No 21 muestra la composición de una gráfica de puntos, en la cual los valores correspondientes a los datos recolectados son identificados por puntos graficados en un plano cartesiano.

Gráficas de Polígonos de frecuencia

Este tipo de gráficas se basa en histogramas, en los cuales se unen los diferentes datos generando un polígono como se muestra en la Figura No 22.

Figura No 22 Gráfica de polígonos de frecuencia



Nota: Estadística aplicada a los negocios y la economía.

La Figura No 22 muestra la composición de una gráfica de polígonos de frecuencia, en la cual los valores correspondientes a los datos recolectados son identificados por puntos que se unen mediante una línea poligonal.

Plan de implementación

Para llevar a la práctica los diseños o modelos a la realidad es necesario pasar por un proceso de implementación, tal como lo indica Bravo (2008, pág. 309) en su libro de *Gestión de Procesos*. En este texto, plantea una serie de pasos para llevar a cabo la implementación de una manera correcta. Seguidamente, se detallarán dichos pasos.

El significado de la implementación

La implementación es un proceso donde se llevan a cabo pruebas con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de todas las partes que componen el proceso de una manera progresiva y minuciosa. Además, es necesario tomar en cuenta las siguientes pautas:

1. Completar la documentación.
2. Comunicar el progreso de implementación a todas las personas relacionadas con este.

3. Capacitar acorde a los niveles de la organización de una manera orgánica y respetando las cargas de trabajo.

Negociar los compromisos

A la hora de efectuar cualquier cambio dentro de la organización, es necesario incurrir en modificaciones de la organización. Por tanto, se requiere que los colaboradores que han sido seleccionados para ejecutar partes del nuevo proceso se encuentren a disposición o puedan ser suplidos para llevar a cabo el diseño propuesto.

Instalación piloto

Para Bravo (2008), esta sección comprende la instalación de un prototipo que permita probar el nuevo diseño con el fin de realizar ajustes, capacitar operarios y determinar el avance de la implementación.

Recomendaciones

Bravo (2008, pág. 310) brinda una serie de recomendaciones a la hora de realizar la implementación de un modelo o diseño, entre las cuales destaca:

- Mostrar algunos resultados pronto para mantener el interés.
- Mantener comunicación con los involucrados para retroalimentación.
- Tener flexibilidad para la resolución de problemas que puedan resultar del proceso para ser resueltos con prontitud.
- Tener accesibilidad completa a los colaboradores involucrados para la resolución de dudas.

Criterio de evaluación del proyecto

Según indica Rojas (2015, págs. 143-146) en su libro *Evaluación de proyectos para Ingenieros*, los criterios de evaluación toman parte del estudio; pues, con ellos se puede determinar si se realiza la inversión, se aplaza el proyecto o si decide ser obviado. El autor establece cuatro criterios de evaluación planteados a continuación.

Tasa de descuento o de oportunidad

Determina el promedio ponderado de la utilización del dinero que proviene de las diferentes fuentes de financiamiento.

Valor presente neto

Establece la cantidad de inversión que puede ser destinado con el fin de lograr recuperar este dinero a lo largo del tiempo, por medio de la comparación entre el costo de este con el dinero recaudado en el futuro traído a valor presente.

Tasa interna de retorno

Está definida como la tasa de interés que reduce a cero el valor presente, futuro o anual.

Método de la razón beneficio-costos

Esta metodología define la razón del equivalente de los beneficios con respecto a los costos provenientes de la aplicación del proceso.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo se lleva a cabo con el fin de definir el método por el cual se pretende dar respuesta a la pregunta de investigación; es decir, se elige la metodología requerida para la obtención y análisis de los datos en función de los objetivos planteados.

Enfoque

Según lo planteado por Hernández, Fernández y Baptista (2014, pág. 6) en el libro de *Metodologías de la investigación*, se determinan dos corrientes de investigación. La primera de estas corrientes es la del enfoque cuantitativo, el cual es secuencial y es probatorio. Por medio de la teoría, este enfoque establece hipótesis y variables, las cuales son medibles y es posible analizarlas con métodos estadísticos para extraer conclusiones.

La segunda corriente es la cualitativa, la cual se utiliza para recoger datos y analizarlos. Esta permite perfeccionar las preguntas que la investigación requiere por medio de procesos de interpretación, desarrollando preguntas antes, durante o después de la obtención de datos y variando el orden del método de un estudio a otro (Hernández et al., 2014, pág. 7).

Por último, Hernández et al. mencionan una tercera corriente llamada mixta. Esta establece la combinación de las dos anteriores e integra los enfoques cualitativos y cuantitativos; por ello, permite utilizar tanto los datos cuantificables como los no cuantificables para entender los fenómenos (2014, pág. 534).

Acorde al problema y en función de los objetivos planteados, el enfoque que se desarrollará en la investigación es de carácter cuantitativo. Pues, se requiere la determinación de variables que permitan evaluar el proceso de manera sólida y precisa para mantenerlo en control, además de poder anticipar su comportamiento para la toma de decisiones. Este estudio se realizará por medio de un proceso estadístico secuencial de recolección, análisis y prueba de datos.

Diseño / Método

De acuerdo con Hernández et al. (2014, pág. 90), es relevante determinar cuál es el alcance que desarrollará el estudio ya que de ello dependerá la estrategia de la investigación. De esta manera, se establecen los siguientes alcances para una investigación (págs. 96-97):

1. Investigación exploratoria: Cuando el tema en estudio ha sido poco estudiado no ha sido abordado anteriormente.

2. Investigación descriptiva: Describe las propiedades y características importantes de un fenómeno en estudio.
3. Investigación correlacional: Trata de estimar la relación que existe entre dos o más componentes o variables en un área o contexto específico.
4. Investigación explicativa: Pretende responder las interrogantes de las causas que presentan los fenómenos explicando qué ocurre, bajo qué condiciones y la relación entre las variables que lo conforman.

La investigación requiere de un diseño experimental por medio de los enfoques explicativo y correlacional expuestos anteriormente. Estos se emplearán en el desarrollo de la investigación, debido a la necesidad de medir, manipular, analizarlas y comparar las variables para la determinación de los recursos como tiempo y colaboradores requeridos para el desarrollo del proceso.

Muestra de la investigación

Según Hernández et al. (2014), el estudio se desarrollará en Zürcher Arquitectos, en el taller de diseño en el proceso de desarrollo de planos constructivos. Dentro de la empresa se maneja una variedad de productos que se encuentran en una base de datos histórica, por lo cual para llevar a cabo este estudio, se tomará la base de datos de los últimos 3 años comprendidos entre 2015 y 2018; pues, del año 2015 en adelante se realizó un cambio en la herramienta para la confección de planos constructivos mediante modelos volumétricos. Por esta razón, el modelo de muestreo es no probabilístico de tipo discrecional, o muestreo por juicio, donde se plantea categorías por medio de las características de cada proyecto en la serie histórica para su análisis.

También, como parte de esta investigación, es necesario el conocimiento del proceso que requiere la confección de los planos constructivos, por lo cual se entrevistará al encargado del control y creación de proyectos bajo el título de Coordinador de Proyectos, así como a la Gerente General, encargada de la obtención de los datos iniciales de los proyectos entrantes. Al únicamente tratarse de dos colaboradores encargados de estos procedimientos, no es necesario la formulación de un muestro de entrevistas para el conocimiento y análisis de los procedimientos.

Variables o unidades de análisis

Como lo plantea Hernández et al. (2014), para poder llevar a cabo la investigación y presentar puntos de comparación que permitan desarrollar un modelo de seguimiento para

determinar las características cuantitativas del proceso, es necesaria la formulación de variables con las cuales sea posible establecer índices que puedan ser medidos durante el desarrollo de la investigación. De esta manera, acorde a los objetivos específicos planteados, se determinan las siguientes variables que se muestran en la Tabla No 1.

Tabla No 1 Variables

Objetivo	Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
Identificar el proceso de producción de planos constructivos en Zürcher Arquitectos.	Proceso de producción de planos constructivos.	Proceso de producción: Son el conjunto de actividades orientadas a la producción de bienes.	Se mide la cantidad de proyectos en ejecución que se encuentran en etapa de planos constructivos entre los proyectos totales. $\frac{\# \text{ Proyectos en etapa planos constructivos}}{\text{Total de proyectos}}$	-Registro de proyectos. -Histórico de proyectos.
Analizar el proceso de producción de planos constructivos.	Requerimientos del proceso.	Requerimientos: Son las características necesarias para el comienzo del proyecto.	Se mide la cantidad de proyectos en etapa de planos constructivos que tienen la totalidad de requerimientos entre la cantidad total de proyectos en planos constructivos. $\frac{\# \text{ Proyectos con totalidad de requerimientos obtenidos}}{\text{Cantidad total de proyectos en planos constructivos}}$	-Mapeo de procesos. Hoja de verificación. - Entrevistas. -Histórico de proyectos.
Determinar el comportamiento de los productos y los requerimientos para la elaboración de planos constructivos.	Comportamiento de productos	Comportamiento: Se define como la manera de actuar de un ente en un medio determinado. *La forma en que se llevan a cabo las ofertas es mediante el uso de metro cuadrado como unidad.	Se mide las horas invertidas en diseño (en arquitectos) o modelado (en dibujantes) entre los metros cuadrados del proyecto. $\text{Horas Arq.} = \frac{\# \text{ Horas invertidas de diseño}}{\text{Metros cuadrados del producto}}$ $\text{Horas Dib.} = \frac{\# \text{ Horas invertidas de modelado}}{\text{Metros cuadrados del producto}}$	- Registros históricos. - Hojas de cálculo.
Diseñar un sistema de control y seguimiento de planos constructivos.	Proyectos de acuerdo con el sistema de control.	Sistema de control: Se refiere a un conjunto de componentes que regulan el comportamiento de los proyectos.	Mide la cantidad de proyectos que cumplen con las estimaciones definidas en el sistema de control y seguimiento entre la cantidad de proyectos en ejecución evaluados. $\frac{\# \text{ de proyectos que cumplen estimación}}{\# \text{ de proyectos evaluados}}$	- Hojas de cálculo. - Hoja de verificación.

Nota: César Zúñiga Vargas

Como se puede observar en la Tabla No 1 de variables para la investigación, se plantean cuatro variables, cada una acorde a un objetivo específico de la investigación. Para cada una de las variables, se determina el concepto técnico o la definición teórica, el indicador encargado de medir estas variables y por último los instrumentos de donde se obtendrán los datos para alimentar con datos al indicador.

Instrumentos

Según indica Hernández et al. (2014), para el proceso de mediciones y comparación de las unidades de análisis o variables, es necesario determinar los instrumentos requeridos para extraer la información necesaria del proceso productivo. De esta manera, para cada uno de los indicadores planteados en el apartado de variables, se determinan los instrumentos o herramientas pertinentes para la obtención de datos. Dentro de los instrumentos necesarios, se presentan entrevistas, hojas de verificación, informes, formularios y hojas de cálculo.

Entrevistas

Para determinar las actividades que conforman el proceso, se hacen necesarias las entrevistas con el Coordinador de Proyectos y la Gerente General de Zürcher Arquitectos; pues, estas permiten y facilitan recolectar la información de manera verbal. Gracias a esto, es posible conocer en profundidad la sucesión de actividades inmersas en el proceso y el orden en que estas se llevan a cabo, además de detallar los requisitos o datos necesarios para ingresar un proyecto en la fase de planos constructivos.

Hojas de verificación

Por medio de esta herramienta, durante el desarrollo del proceso, se pueden determinar cuáles requisitos preestablecidos son cumplidos o no; por ejemplo, la información recurrente a la hora de iniciar la fase de planos constructivos de un proyecto. De esta manera, se facilita el conocimiento de los datos necesarios y a su vez permite identificar el cumplimiento o ausencia de los requerimientos de manera ordenada y fácil.

Informes

Debido al proceso de introducción de proyectos a Zürcher Arquitectos, se genera gran cantidad de información útil, donde se determinan los alcances y tiempos establecidos en contratos y demás factores determinados a la hora de realizar las ofertas de trabajo. De esta manera, los

informes permiten aclarar puntos o factores propios de cada proyecto que al verse afectados modifican valores preestablecidos, incurriendo en modificaciones, como detención del modelo volumétrico de trabajo, con lo cual requeriría acciones como rediseños entre otros.

Registros históricos

Zürcher Arquitectos cuenta con plataformas de ingreso de horas por medio de una plataforma llamada Praesto. Esta permite llevar un registro de las horas invertidas en todos los proyectos y puede ser extraída en tablas de cálculo.

Para asociar cada una de las herramientas en función de la variable a la cual generarán información, se determina en la Tabla No 2 los indicadores y los instrumentos de los cuales se extraerá información.

Tabla No 2 Instrumentos

Indicador	Instrumento	Recursos requeridos	Beneficios esperados
Proceso de producción de planos constructivos.	- Registro de proyectos. - Histórico de proyectos.	- Humanos. - Informáticos. - Equipo.	Determinar la cantidad de proyectos en ejecución que se encuentran en fase de planos constructivos.
Requerimientos del proceso.	- Mapeo de procesos. - Hoja de verificación. - Entrevistas. - Histórico de proyectos.	- Humanos. - Informáticos. - Equipo.	Establecer la cantidad de proyectos en etapa de planos constructivos que cumplen con los requerimientos.
Comportamiento de productos.	- Registros históricos. - Hojas de cálculo.	- Humanos. - Informáticos. - Equipo.	Determinar la cantidad de horas necesarias por metro cuadrado de diseño o modelado según el tipo de producto en la etapa de planos constructivos.
Proyectos de acuerdo con el sistema de control.	- Hojas de cálculo. - Hoja de verificación.	- Humanos. - Informáticos. - Equipo.	Determinar la cantidad de proyectos que cumplen con las estimaciones planteadas en el sistema de control y seguimiento.

Nota: César Zúñiga Vargas

Como se observa en la Tabla No 2, en cada uno de los indicadores planteados, se enumeran los instrumentos a partir de los cuales se extraerá la información. También, se describen los

requerimientos para la aplicación de estos instrumentos. En el caso de Zürcher Arquitectos, todos los instrumentos se manejan de manera digital. Además, se establece en la columna de beneficios esperados, el fin o utilidad de cada uno de los parámetros.

Proceso de recolección de datos

Según plantea Hernández et al. (2014), con el fin de llevar a cabo el proceso de recolección de datos para el uso de las variables del estudio, es necesario realizar un plan para la utilización de las herramientas y obtener la información requerida. De esta manera, se procede a detallar la manera en que se reunirá la información mediante el uso de los instrumentos planteados anteriormente.

En primera instancia, se requiere entrevistar a la Gerente General, encargada de la formulación de la oferta de trabajo, la cual incluye los alcances, tipo de proyecto y metrajes estimados de los proyectos por desarrollar. Se lleva a cabo con el fin de determinar los requerimientos iniciales mínimos de cada proyecto en el proceso de ofertado y estipular por medio de los registros históricos cuántos proyectos cuentan con esta información completa desde el factor gerencial.

En segundo lugar, se realizará la entrevista al encargado de la Coordinación de Proyectos, para determinar qué otros factores influyen o son necesarios a la hora de ingresar un proyecto en la fase de planos constructivos, apoyado en los informes generados por la gerencia en las ofertas, entre otros documentos pertinentes. En esta parte del proceso de recolección, se pretende generar una hoja de registro con la información necesaria para poder ingresar el proyecto en fase de planos constructivos, al fin de determinar los requisitos mínimos para comenzar el proceso tomando en cuenta-el criterio experto por parte del encargado para categorizar los proyectos.

En tercer lugar, y tomando como referencia la entrevista al Coordinador de Proyectos, se pretende recopilar la información en cuanto al proceso que este realiza para determinar la estimación de horas para cada tipo de proyecto, cuáles son los factores tomados en consideración a la hora de efectuar las estimaciones, si busca apoyo en los registros históricos que posee Zürcher Arquitectos y la forma en que plantea las proyecciones.

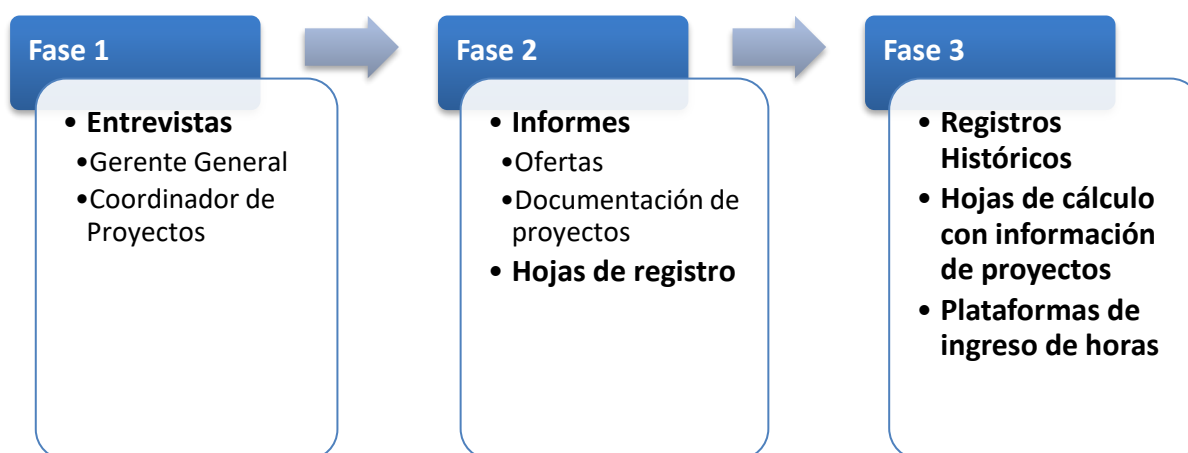
Posteriormente, se buscará la información que sea considerada como necesaria y según el criterio de categorización expresado en las entrevistas, en la serie histórica de proyectos que posee Zürcher Arquitectos en sus registros y bases de datos. Estas bases se encuentran conformadas por

las plataformas de ingreso de horas, referentes a los últimos tres años. Para recopilación, estas serán extraídas y documentadas en hojas de cálculo que permitan su organización y manejo.

De la misma manera, por medio de las plataformas de ingresos de datos que se llevan a cabo de manera regular cada día, es posible la obtención de los datos actualizados de las cantidades de horas que se han invertido por proyecto en el momento del corte. Además, estos datos pueden ser extraídos en hojas de cálculo para su posterior análisis.

Con el fin de trazar un ordenamiento secuencial de los instrumentos por utilizar para la recolección de datos, se presenta un diagrama de fases para la recolección de datos presentado en la Figura No 23.

Figura No 23 Fases para recolección de datos



Nota: César Zúñiga Vargas

En la Figura No 23, se determinan las fases para la búsqueda de información de manera ordenada. La primera fase será la información y el conocimiento por medio de entrevistas; la segunda, la búsqueda de información según lo presentado en las entrevistas. Por último, la tercera fase corresponde a la indagación de datos para los procesos de proyección y modelos matemáticos.

Método de análisis

Una vez extraída la información de los instrumentos bajo las necesidades y requerimientos brindados por los encargados de Gerencia y Coordinación de Proyectos, se procederá a analizar el proceso y graficarlo por medio de la herramienta Visio. Esta permite la visualización y el orden

cronológico que se debe experimentar para obtener la información requerida a lo largo de la planeación y el control el proceso.

Para analizar la información recolectada, esta en primera instancia será transferida a tablas de cálculo de la plataforma Excel para ordenar la información de la manera requerida. Se determina la utilización de esta herramienta, pues, es de fácil acceso y no incurre en un gasto adicional para Zürcher Arquitectos su adquisición; además, permite la recolección de gran cantidad de datos y un fácil desarrollo de modelos de análisis.

Una vez que los datos se encuentran tabulados o han sido extraídos a la plataforma de Excel, se procederá con el análisis estadístico pertinente para determinar las características y categorización de los productos. Posteriormente, se efectúa la formulación de modelos que permitan generar proyecciones de horas necesarias tanto en diseño como en dibujo o modelado por cada una de las categorías de productos que se establecerán para categorizar la producción de planos constructivos.

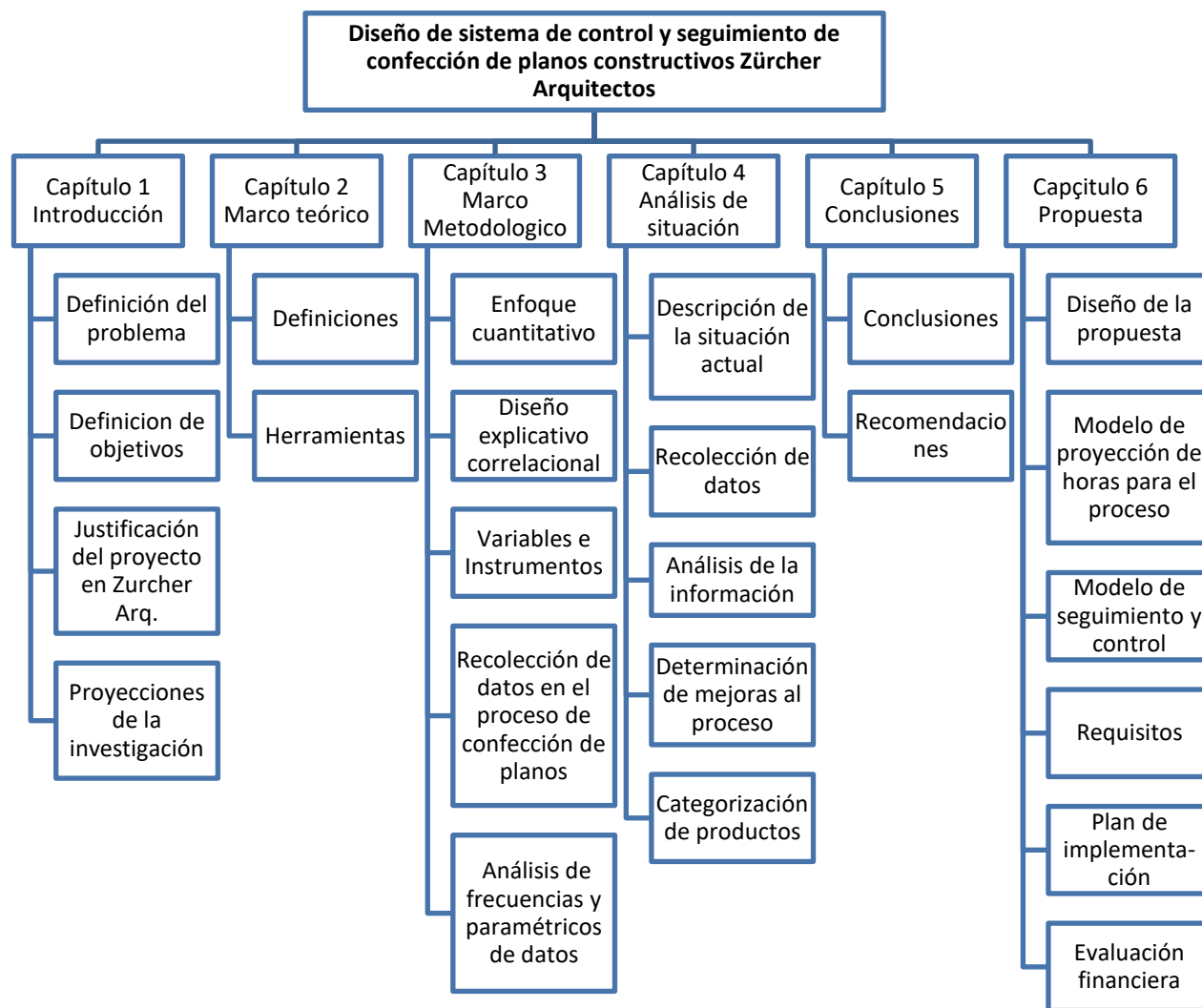
Para realizar en primera instancia el análisis de la categorización de las fases del proceso y asegurar que se obtengan todos los datos necesarios, se requiere realizar un análisis de observación y de distribución de frecuencias, el cual será presentado mediante diagramas de flujo y tablas.

Con los datos históricos almacenados en la base de datos y tabulados en las hojas de cálculo, a fin de determinar su comportamiento según cada uno de productos, se realizará un análisis paramétrico, donde se analizará la correlación entre las variables determinadas por las horas trabajadas por arquitecto y dibujante acorde a los metros cuadrados, con lo cual se determinará el comportamiento y las proyecciones mediante el modelo de pronóstico que se ajuste a cada uno. Este análisis se presentará de manera tabulada mediante tablas y gráficas, donde se pueda comparar la cantidad de horas estimadas por medio del análisis y las invertidas.

Cronograma

Para determinar el tiempo de ejecución del estudio y la visualización del avance de este a través del periodo, se plantea la necesidad de un cronograma donde se delimiten las actividades y su duración. Primeramente, se determinan de forma jerárquica los contenidos presentados en la presente investigación, los cuales se muestran en la Figura No 24.

Figura No 24 Estructura de descomposición de trabajo (EDT)



Nota: César Zúñiga Vargas

Como se puede observar en la Figura No 24, correspondiente a la estructura de descomposición, se plantean cada uno de los capítulos que integran el presente documento y las partes que integran cada uno de ellos. Mediante la implementación de un Diagrama de Gantt presentado a continuación en la Figura No 25 se plantea presentar de manera visual la cronología en que se llevará a cabo la investigación.

Figura No 25. Diagrama de Gantt

Diseño de sistema de control y seguimiento de confección de planos constructivos Zürcher Arquitectos.																									
	Taller graduación						Seminario de graduación																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Capítulo I Introducción	■																								
Definición del Problema	■																								
Definición de Objetivos	■																								
Justificación del Proyecto en Zürcher arquitectos	■																								
Proyecciones de la investigación	■																								
Capítulo II Marco Teórico		■	■	■	■																				
Definiciones		■	■	■	■																				
Herramientas		■	■	■	■																				
Capítulo III Marco Metodológico		■	■	■	■																				
Enfoque cuantitativo		■	■	■	■																				
Diseño Explicativo Correlacional		■	■	■	■																				
Variables e instrumentos		■	■	■	■																				
Recolección de datos en proceso de planos			■	■	■																				
Análisis de frecuencias y paramétricos				■	■																				
Entrega taller de Graduación						■																			
Capítulo IV Análisis de Situación Actual							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Descripción de situación actual							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Recolección de datos							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Análisis de información								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Determinación de Mejoras									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Categorización de productos										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Capítulo V Conclusiones y Recomendaciones																									
Conclusiones y recomendaciones																									
Capítulo VI Propuesta																									
Diseño de propuesta																									
Modelos de proyección de horas																									
Modelo de seguimiento																									
Requisitos																									
Plan de implementación																									
Evaluación financiera																									

Nota: César Zúñiga Vargas

Como se plantea en la Figura No 25 correspondiente al diagrama de Gantt, se establece el orden cronológico en semanas de cada uno de los capítulos y sus partes integrales para la evolución de la investigación.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN (DIAGNÓSTICO)

En el presente capítulo, se evaluará la situación actual de la empresa Zürcher Arquitectos en el proceso de confección de planos constructivos, con el fin de establecer las causas del problema en la asignación de recursos para el desarrollo de dicho proceso. Además, esto permitirá el planteamiento de alternativas mediante la utilización de herramientas propias de la Ingeniería Industrial.

Análisis del proceso

Descripción del proceso actual

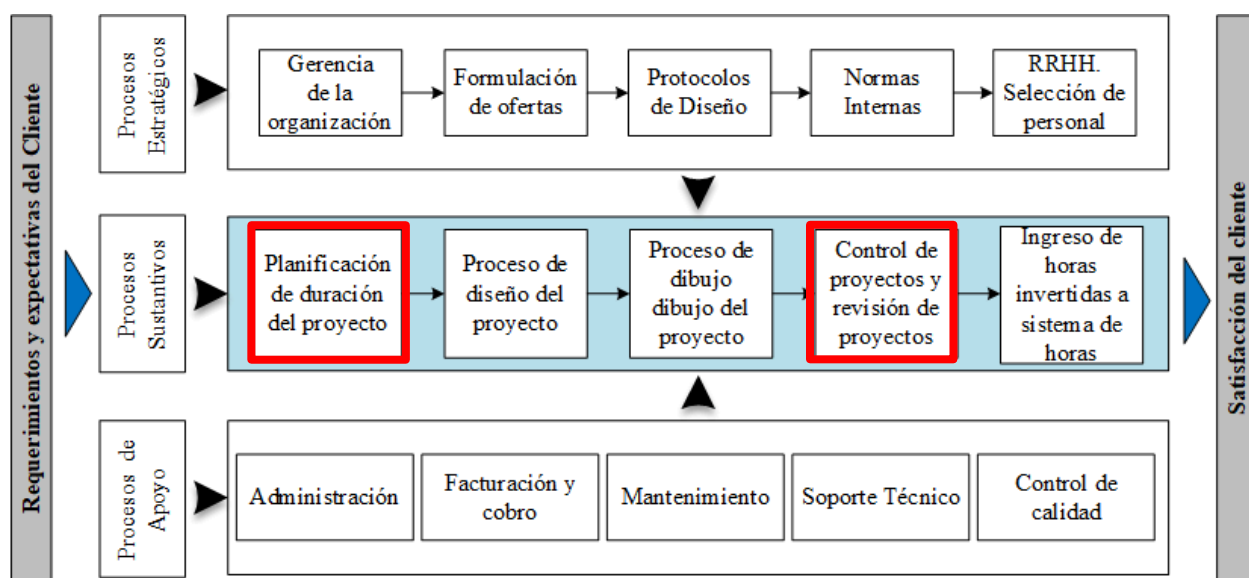
El desarrollo del proceso de confección de planos constructivos comprende una serie de procedimientos, los cuales se enumerarán y detallarán a continuación por medio un análisis general que permite la visualización del proceso completo. Posteriormente, se detallarán los procesos considerados sustantivos o aquellos directamente asociados a las partes de transformación para llevar a cabo el desarrollo de esta etapa de diseño. Esto se realizará por medio de la revisión y actualización del proceso documentado del ingreso de un proyecto a Zürcher Arquitectos en la fase de planos constructivos y la determinación del proceso que conforma el control de proyectos. El objetivo es identificar los puntos de mejora y evitar el reproceso u omisiones de información.

Para la obtención de la información necesaria para determinar los procesos, se entrevistó a la Gerente General de Zürcher Arquitectos y al Coordinador de Proyectos. Además, se consideró la documentación recopilada por medio de la inspección visual de este proceso.

Mapeo de proceso

Con el fin de tener una visión completa del desarrollo del proceso de la confección de planos constructivos realizado en Zürcher Arquitectos, además de poder controlar y dar seguimiento al proceso, a continuación se presenta la Figura No 26. En esta, se determina, por una parte, el conjunto de procesos estratégicos y sustantivos, los cuales darán paso al desarrollo del presente estudio por medio del análisis de ciertos procesos; por otra parte, se presenta el conjunto de apoyo propios que en conjunto con los sustantivos constituyen el mapeo del proceso.

Figura No 26 Mapeo de proceso



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 26 muestra el mapeo del proceso. Las secciones resaltadas en color rojo forman parte de la zona de impacto del desarrollo de esta investigación. Es posible contemplar en la imagen que el proceso está comprendido por procesos estratégicos los cuales se detallan a continuación:

- Gerencia de la organización: Encargada de la dirección y toma de decisiones a nivel institucional con el fin de dar guía a esta.
- Formulación de ofertas: Proceso encargado de la negociación y presentación de las ofertas económicas formales a los clientes para el desarrollo de los proyectos.
- Protocolos de diseño: Proceso encargado de determinar el lenguaje estandarizado tanto en los formatos de presentación de planos la manera en que se deben llevar a cabo estos, entre los cuales se incluyen: tipos de líneas, tamaños de letra, escalas de presentación, entre otros. Estos son propios de Zürcher Arquitectos.
- Normas internas: Determinan las políticas y normas de la institución, las cuales orientan y especifican los deberes y derechos propios de los colaboradores.
- Recursos Humanos: Departamento encargado de la selección y manejo de personal capacitado para realizar las tareas propias de los procesos de confección de planos, inspección, entre otros, requeridos por Zürcher Arquitectos.

También, en la imagen anterior del mapeo de procesos, se especifican los procesos propios de la confección de planos constructivos encasillados en procesos sustantivos, región donde se encuentra la zona de intervención de este estudio, conformados de la siguiente manera:

- a. Planificación de la duración del proyecto: En este proceso, se contemplan los diferentes escenarios para determinar la duración del proyecto en cada fase; además, constituye la fase de planos constructivos, pues, es aquí donde se determina la cantidad de horas que requerirá el proyecto para llevarse a cabo. Este proceso se encuentra resaltado en color rojo, ya que forma parte de la zona de impacto del desarrollo de esta investigación.
- b. Proceso de diseño del proyecto: En esta etapa, se desarrolla el diseño por parte de los arquitectos, los cuales se encargan de determinar temas específicos del diseño que quedaron por fuera en la fase previa de anteproyecto y se da solución a detalles, niveles, definición de acabados, entre otros requerimientos propios del proceso como coordinación y demás actividades.
- c. Proceso de dibujo del proyecto: Se procede a realizar el modelado y confección detallada de los diseños planteados y aprobados por el cliente, de manera que el resultado de este sea una guía lo más específica posible con la cual sea posible llegar a construir lo plasmado en planos.
- d. Control de proyectos y revisión de proyectos: En este proceso, se espera llevar un control de los tiempos y comportamiento de los proyectos, con el fin de obtener la mayor rentabilidad posible de estos, además de la revisión del nivel de avance que deben tener para evitar retrasos, entre otros. Este proceso se encuentra resaltado en color rojo, pues también forma parte de la zona de impacto del desarrollo de esta investigación.
- e. Ingreso de horas invertidas al sistema de horas: Con el fin de obtener la cantidad de horas invertidas en el proyecto para fines de cobro y pago, a través de este proceso cada colaborador incluye las horas trabajadas en la plataforma de registro de horas (Praesto).

De igual manera, como se muestra en el diagrama de Mapeo de Proceso, se encuentran los procesos de apoyo encargados de dar soporte para que la organización pueda llevar a cabo los sustantivos, los cuales se componen de:

- a. Administración: Se encarga de la organización de recursos para obtener el mayor aprovechamiento de estos mediante el control económico de la organización.

- b. Facturación y cobro: Lleva a cabo el proceso de facturación y cobro por las labores realizadas en los diferentes proyectos que presenta Zürcher Arquitectos.
- c. Mantenimiento: Encargado de velar por que las oficinas o el inmueble se encuentren en las condiciones óptimas para poder llevar a cabo el desarrollo de los procesos y actividades necesarias para la confección de los productos por parte de Zürcher Arquitectos.
- d. Soporte técnico: Al tratarse de una oficina de diseño, este se realiza por medio de sistemas asistidos por ordenadores, por lo cual es necesario que el equipo de cómputo esté en las mejores condiciones para la realización de los modelos correspondientes a los proyectos.
- e. Control de calidad: Se encarga de velar por que la información de los planos realizados en Zürcher Arquitectos, se encuentre dentro de los estándares y con la información correcta y necesaria para su correcta comprensión.

Proceso de ingreso de proyectos a Zürcher Arquitectos

Para llevar a cabo un análisis más detallado del desarrollo de los procesos sustantivos mencionados anteriormente en el Mapeo de proceso representado en la Figura No 26, con respecto a las actividades que medían en el desarrollo de Planos Constructivos, a continuación se enumeran los pasos que son empleados actualmente desde la hora de ingresar un proyecto a Zürcher Arquitectos hasta su finalización. Para ello, se toma como referencia el proceso documentado en la base de datos de Zürcher Arquitectos, la cual es revisada y actualizada según la observación del proceso por parte del investigador.

A continuación, por medio de la

Tabla No 3, se presentan las actividades que comprenden el proceso de ingreso de proyectos a Zürcher Arquitectos y sus respectivos responsables.

Tabla No 3 Ingreso de proyectos

Responsable	Actividad
Cliente	1. Si manifiesta su visto bueno con Diseño Esquemático, ir al punto 15. Si contrata a la empresa para que inicie en la etapa de desarrollo de diseño, ir al punto 2.
Gerencia General	2. Define las necesidades del cliente. 3. Solicita información básica de inicio de proyecto. 4. Asignar el proyecto al arquitecto más conveniente de acuerdo con las cargas de trabajo previamente informadas por el Coordinador de Proyectos y experiencia profesional.

Responsable	Actividad
	5. Facilitar al Coordinador de Proyectos y al arquitecto designado el alcance del proyecto.
Coordinador de Proyectos	6. Analizar el alcance del proyecto. 7. Fijar el tiempo que se dispone para ejecutar el proyecto, en conjunto con el arquitecto. 8. Crear un cronograma de trabajo, en conjunto con el arquitecto. 9. Proveer herramientas para el control del avance del proyecto y de la información pendiente.
Arquitecto	10. Analizar el alcance y el concepto del proyecto. 11. Determinar y reportar la información pendiente. Si hay información preliminar pendiente, ir al paso 12; si no hay pendientes, ir al paso 15. 12. Notificar a Preconstrucción sobre la información pendiente.
Preconstrucción Inspección	13. Hacer las gestiones respectivas para obtener la información pendiente. 14. Facilitar los estudios preliminares o cualquier otra información requerida por el arquitecto.
Arquitecto	15. Reunirse con el equipo para decretar el método de trabajo del proyecto. 16. Realizar un esquema de trabajo de la etapa así como el cronograma. 17. Establecer en conjunto con los consultores (cuando aplique) y el cliente las reuniones de coordinación. 18. Suministrar a los consultores (cuando aplique) y cliente el cronograma con las fechas de entrega establecidas, según el alcance u oferta aprobado.
Dibujante	19. Ejecutar los diseños arquitectónicos. 20. Enviar a consultores (si aplica) la información necesaria.
Consultores	21. Facilitar los planos de avance, acordados según cronograma.
Dibujante	22. Concilia los planos facilitados por consultores. Si existen incongruencias, ir al punto 23; si no, ir al punto 27. 23. Ejecutar informes de no conformidades con los planos de los consultores. 24. Realizar las modificaciones de distribución de espacios y los diseños de fachadas según necesidades del cliente y consultores. 25. Actualizar la tabla de áreas e informar sobre el cambio de estas.
Arquitecto	26. Solicitar los ajustes respectivos a los consultores. 27. Revisar los diseños ejecutados por el dibujante y los consultores. Si hay inconformidades, ir al punto 24; si no, ir al 28. 28. Solicitar al dibujante realizar los preparativos para la entrega de planos a inspección. 29. Solicitar a inspección la fecha posible de ingreso de planos para revisión.
Dibujante	30. Preparar la entrega para inspección. 31. Entregar planos a inspección en la fecha indicada.
Preconstrucción Inspección	32. Revisar los planos del taller de arquitectura, así como de los consultores. 33. Ejecutar informe con la evaluación.

Responsable	Actividad
Arquitecto	34. Recibir informe con la evaluación. 35. Analizar el informe con la evaluación de calidad. Si acepta hacer los cambios sugeridos, ir al paso 37; si no, ir al paso 36. 36. Responder al inspector las causas por las cuales no se hacen las correcciones sugeridas. Ir al punto 39. 37. Solicitar al dibujante realizar los ajustes sugeridos por inspección.
Dibujante	38. Implementar los cambios sugeridos por inspección.
Arquitecto	39. Revisar los planos finales ejecutados por los dibujantes. 40. Solicitar al dibujante alistar los planos para entregarlos al cliente.
Dibujante	41. Alistar y entregar los planos al cliente y al director (en caso de ser necesario). 42. Llenar tabla de áreas
Arquitecto	43. Solicitar la aprobación del cliente y del director (cuando aplique). 44. Si el cliente aprueba ir al paso 54; si no, ir al paso 45. 45. Analizar el impacto de los cambios sugeridos por el cliente 46. Notificar a Gerencia General sobre el impacto de los cambios.
Gerencia General	47. Analizar los cambios sugeridos por el cliente. 48. Negociar con el cliente sobre el impacto de los cambios. 49. Notificar al arquitecto y al Coordinador sobre las decisiones tomadas con el proyecto.
Arquitecto	50. Recibir la notificación sobre la decisión tomada por la Gerencia respecto a los cambios. 51. Hacer ajustes al cronograma con la ayuda del Coordinador. 52. Determinar los cambios y ejecutarlos en planos. 53. Si el cambio es significativo, indicar al dibujante que realice los ajustes e ir al paso 19; si no, ir al paso 54. 54. Entregar al cliente los planos para su revisión y aprobación. 55. Notificar a Gerencia General sobre la entrega parcial (indicar porcentaje de avance general) para su respectivo control. 56. Entregar a Preconstrucción los planos arquitectónicos (al 85%) y de los demás consultores.
Preconstrucción Inspección	57. Someter a aprobación los planos arquitectónicos y de los demás consultores al CFIA.
Arquitecto	58. Realizar la entrega oficial y solicitar “Aprobación de la fase” al cliente. 59. Notificar a Gerencia General sobre el final de la fase.
	60. Fin.

Nota: César Zúñiga Vargas

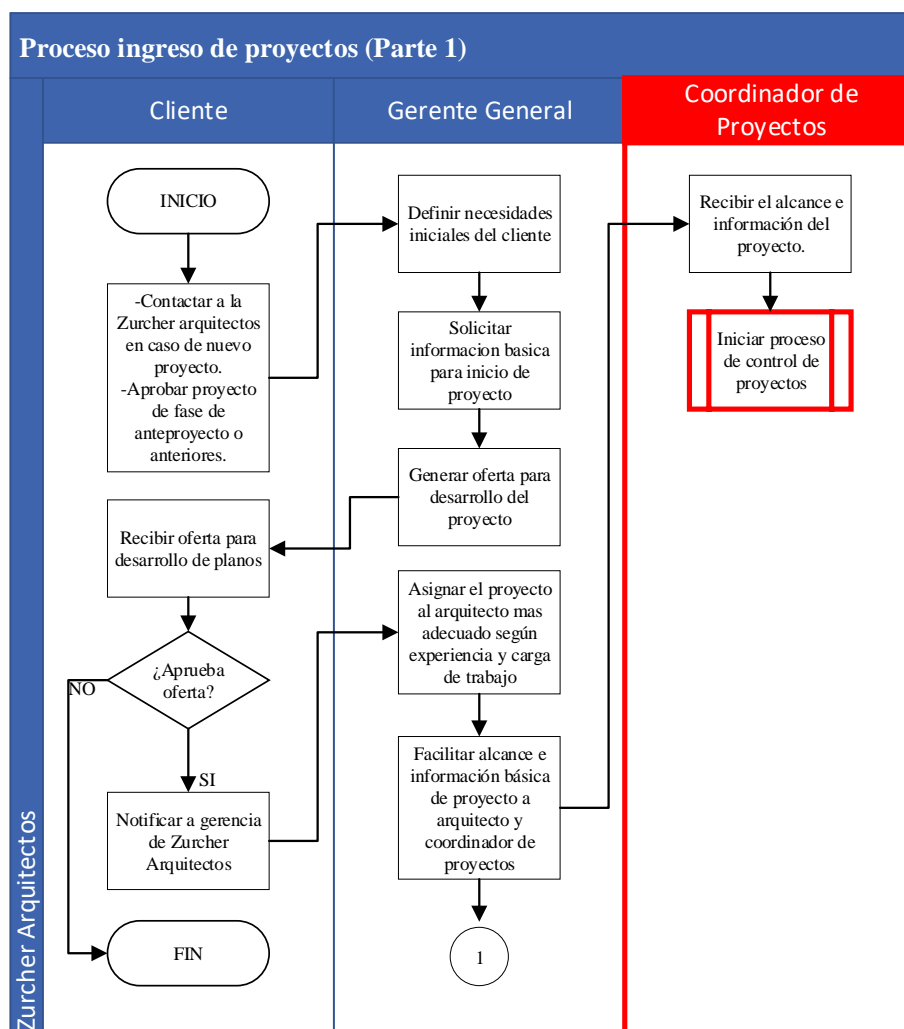
Como se muestra en la

Tabla No 3 de actividades para ingreso de proyectos a Zürcher Arquitectos, la columna de la izquierda presenta a los responsables de llevar a cabo las actividades y la columna de la derecha, las actividades por realizar que deben ejecutar las personas responsables.

Diagrama de flujo de proceso actual ingreso de proyectos

Con el fin de ilustrar el proceso que se lleva a cabo en el desarrollo de los proyectos en Zürcher Arquitectos, se presenta a continuación dicho proceso en 4 diferentes diagramas de acuerdo con la relación entre sus participantes presentados en la Figura No 27, Figura No 28, Figura No 29 y la Figura No 30.

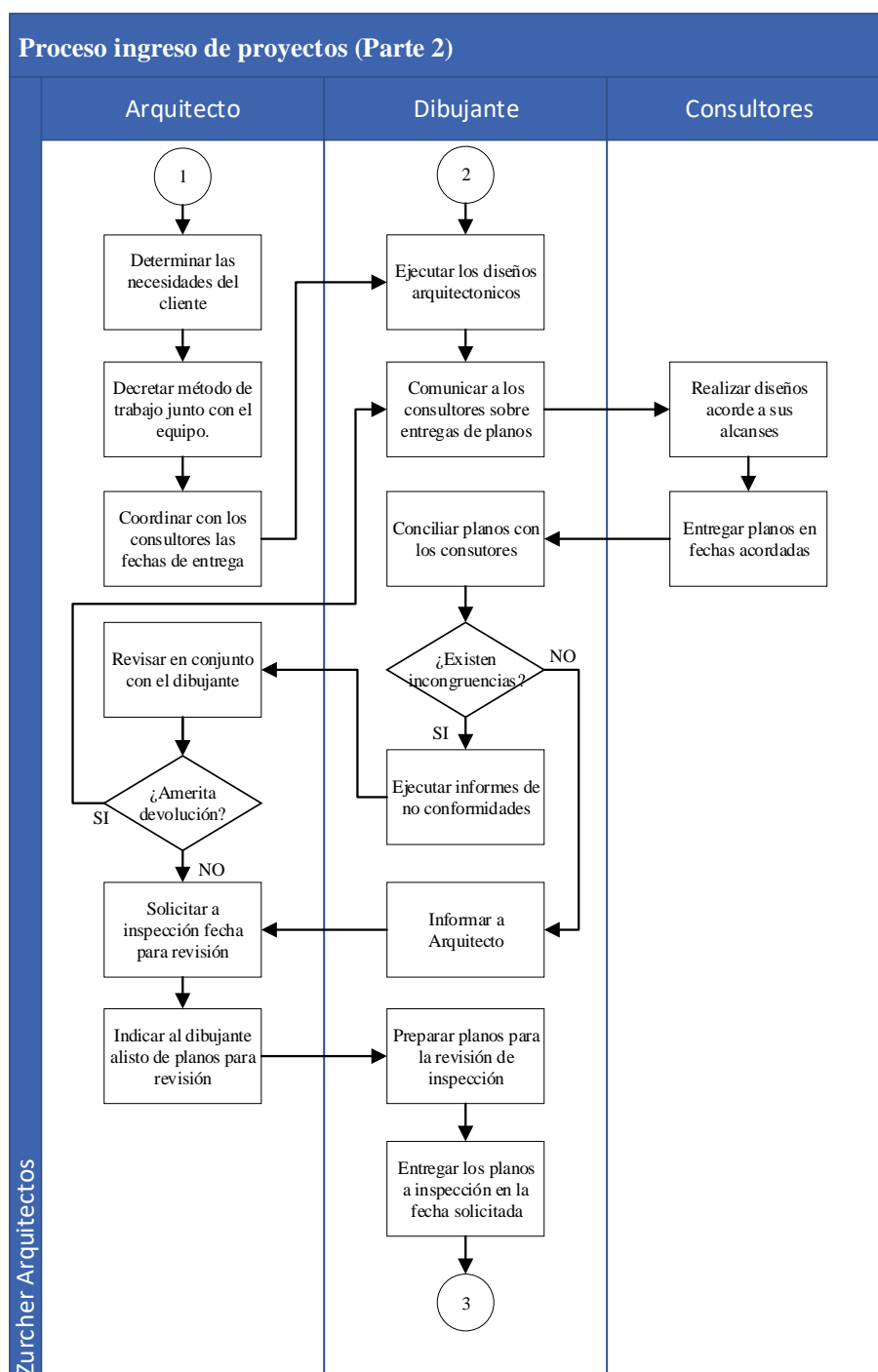
Figura No 27 Diagrama ingreso proyectos (Parte I)



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 27 representa el diagrama de la primera parte de la ejecución de proyectos, la cual comprende la interacción entre Cliente – Gerente General – Coordinador de Proyectos. Los procesos resaltados en color rojo forman parte de la zona de impacto del desarrollo de esta investigación.

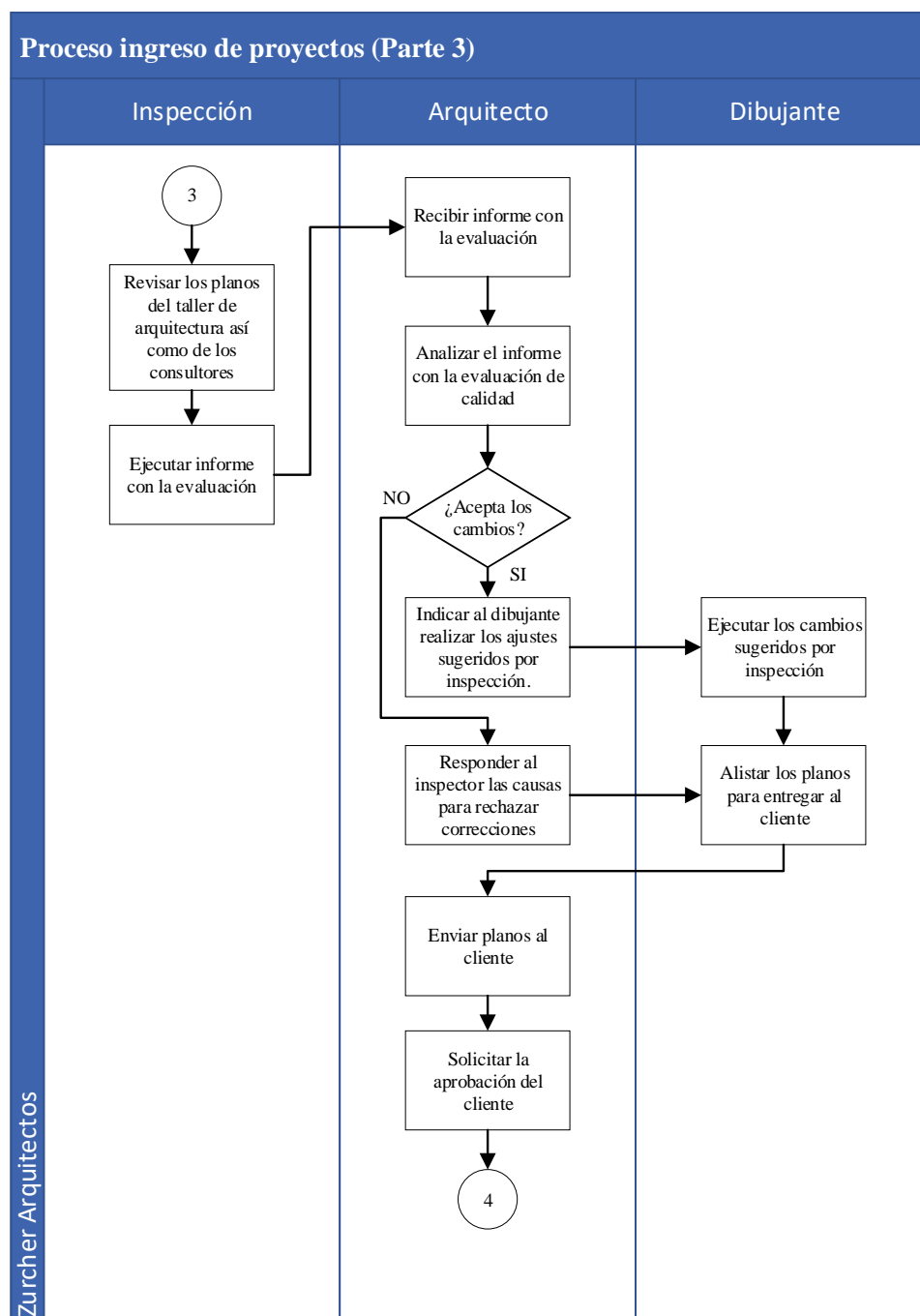
Figura No 28 Diagrama ingreso proyectos (Parte II)



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 28 representa el diagrama de la segunda parte de la ejecución de proyectos, la cual comprende la interacción entre Arquitecto – Dibujante - Consultores.

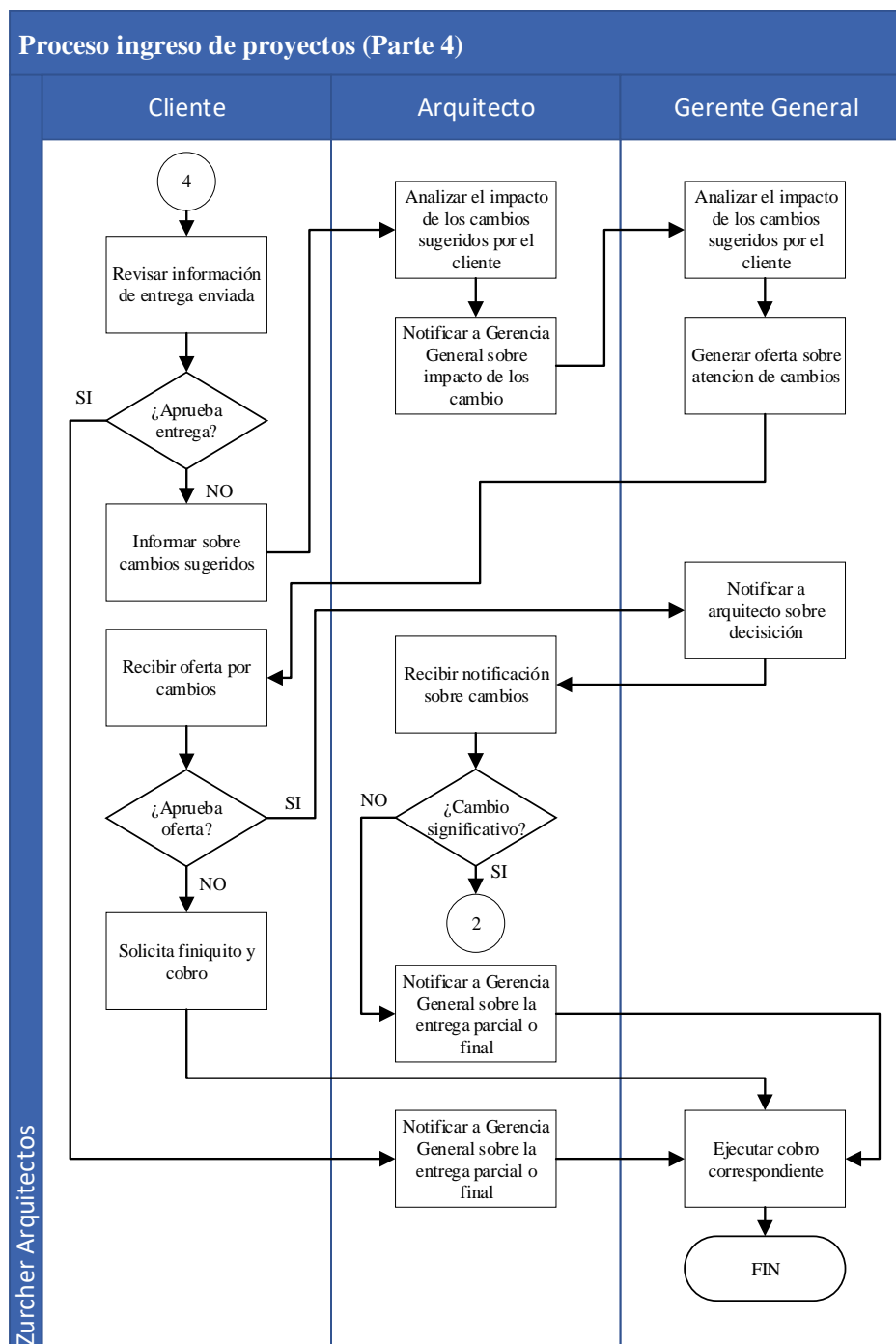
Figura No 29 Diagrama ingreso proyectos (Parte III)



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 29 representa el diagrama de la tercera parte de la ejecución de proyectos, la cual comprende la interacción entre Inspección - Arquitecto – Dibujante.

Figura No 30 Diagrama ingreso proyectos (Parte IV)



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 30 representa el diagrama de la cuarta parte de la ejecución de proyectos, la cual comprende la interacción entre Cliente – Arquitecto – Gerente General.

Como se observa en la Figura No 27, Figura No 28, Figura No 29 y Figura No 30, correspondientes al desarrollo de los proyectos en Zürcher Arquitectos, es posible apreciar la relación existente entre los diferentes departamentos a la hora de realizar un proyecto. Este comienza por la solicitud del cliente y la aprobación de la oferta; luego pasa por las labores de presidencia, gerencia, diseño, control de proyectos y el área financiera con la finalidad de entregar al cliente el producto terminado, en este caso específico, un juego de planos constructivos.

Proceso actual de control de proyectos

Como se observa en los apartados anteriores, una parte del desarrollo del proceso de planos constructivos se encuentra estructurado por las actividades del área de Control de Proyectos, la cual desempeña una importante labor a la hora de controlar el avance y duración en la ejecución de los proyectos realizados por Zürcher Arquitectos. Sin bien esta empresa cuenta con el área de Control de Proyectos, el proceso por el cual pretende controlar el desarrollo de los proyectos no se encuentra documentado, de ahí que se procede a realizar la documentación de este.

A continuación, por medio de la

Tabla No 4 se enumeran las actividades realizadas actualmente por el área de Control de Proyectos en Zürcher Arquitectos para llevar a cabo el control en el desarrollo de los diferentes proyectos.

Tabla No 4 Control de Proyectos

Responsable	Actividad
Gerencia General	1. Facilitar el alcance del proyecto.
Coordinador de Proyectos	2. Crear código de proyecto e ingresar datos a la plataforma Praesto. 3. Solicitar al encargado del proyecto la fase en que se comenzará a desarrollar el proyecto. 4. Enviar código de proyecto generado al arquitecto o solicitante.
Gerente General	5. Solicitar información correspondiente a metraje del proyecto al Gerente General de Zürcher Arquitectos o al arquitecto designado para el desarrollo del proceso de proyecto. 6. Brindar información necesaria requerida por Coordinador de Proyectos.

Responsable	Actividad
Coordinador de Proyectos	7. Establecer el tipo de proyecto para la búsqueda de proyectos con características similares. 8. Realizar comparación de áreas con proyectos de similares características y metrajes en bitácora con proyectos terminados. 9. Generar un estimado de horas para el desarrollo del proyecto por medio del promedio de proyectos similares. 10. Establecer el tiempo estimado en meses para el desarrollo del proyecto.
Arquitecto	11. Revisar estimado de horas proyectadas con el encargado del proyecto.
Coordinador de Proyectos	12. Estimar fecha aproximada para ingreso de planos constructivos a revisión de Control de calidad 13. Revisar bisemanalmente que los colaboradores ingresen sus correspondientes horas laboradas al sistema de registro de horas por proyecto.
Gerente General	14. Solicitar reportes de horas invertidas en proyectos específicos.
Coordinador de Proyectos	15. Generar reporte de horas acorde a lo ingresado en el sistema de registro de horas. 16. Enviar reporte de horas en formato PDF a gerencia. 17. Documentar mensualmente con cada arquitecto el estado y avance de los proyectos.
	18. Fin

Nota: César Zúñiga Vargas

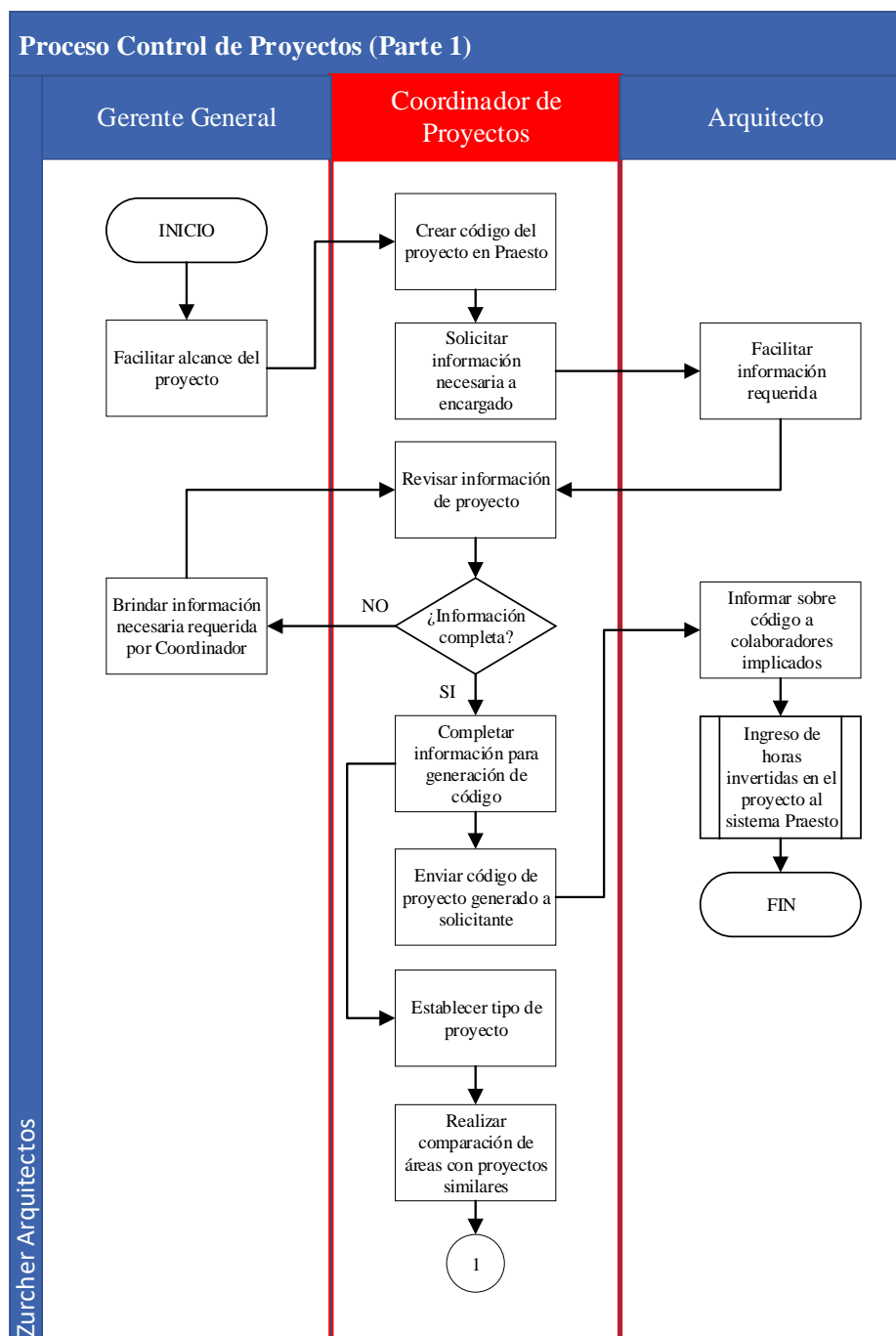
En la

Tabla No 4 de actividades para Control de Proyectos, se presentan en la columna de la izquierda los responsables de llevar a cabo las actividades y en la columna de la derecha, las actividades por realizar que deben efectuar los responsables.

Diagrama de flujo de proceso actual control de proyectos

Desde el inicio del desarrollo de los planos constructivos en los diferentes proyectos, el área de Control de Proyectos se hace presente en el proceso; pues, esta se encarga de la creación de los códigos que se brindan a los proyectos. Además, es el área de mayor enfoque del estudio. Por ello y con el fin de ilustrar el proceso llevado a cabo para el desarrollo de los proyectos en Zürcher Arquitectos, se presenta a continuación dicho proceso en 2 diferentes diagramas de acuerdo con la relación entre sus participantes por medio de la Figura No 31 y la Figura No 32.

Figura No 31 Control de Proyectos (Parte 1)

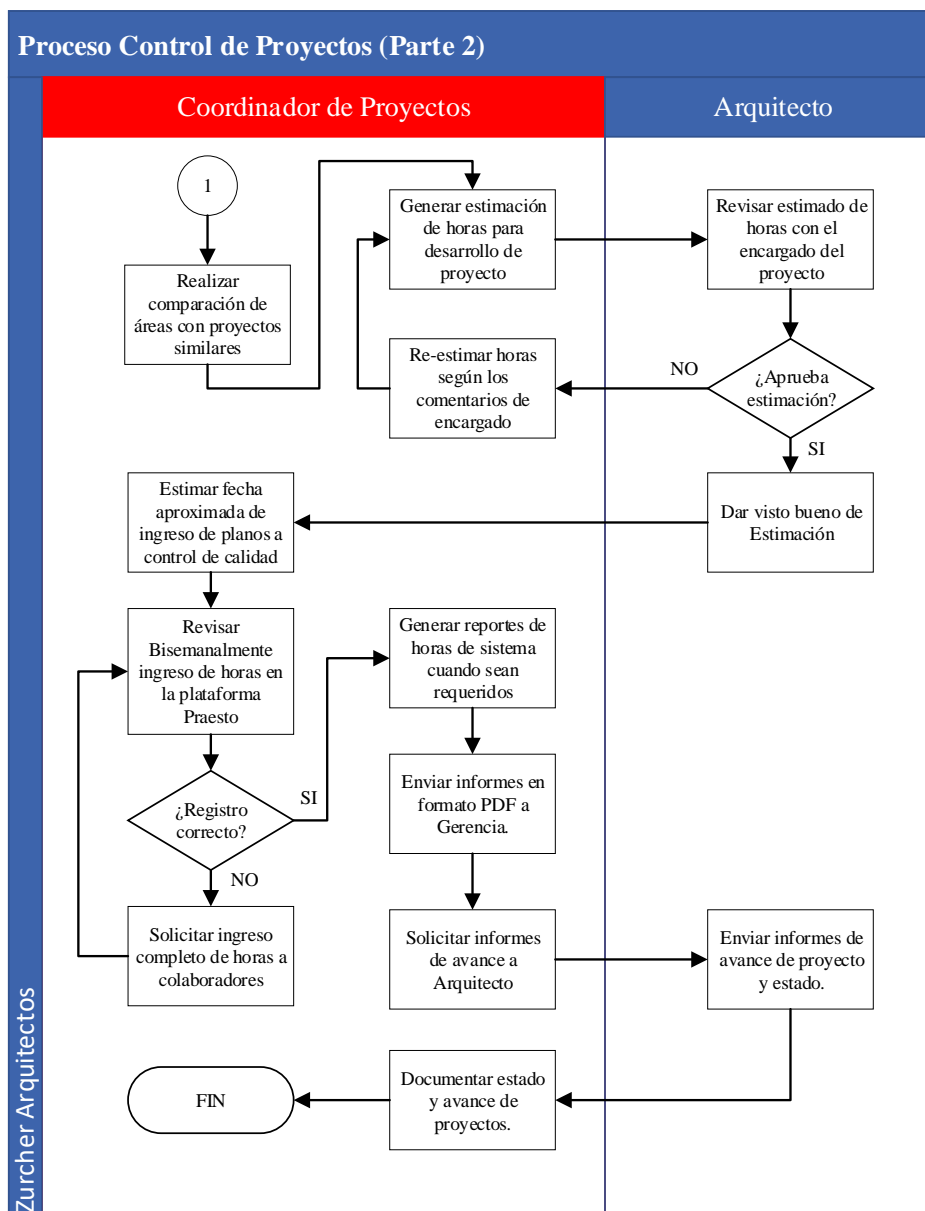


Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 31 representa el diagrama correspondiente a la primera parte del Proceso de Control de proyectos, la cual comprende la interacción entre Gerente General – Coordinador de

Proyectos. Como esta comprende el área de intervención de este estudio se encuentra resaltado en color rojo – Arquitecto.

Figura No 32 Control de Proyectos (Parte 2)



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 32 representa el diagrama correspondiente a la segunda parte del Proceso de Control de proyectos, la cual comprende la interacción entre Coordinador de Proyectos. Además, esta comprende el área de intervención de este estudio y se encuentra resaltado en color rojo – Arquitecto.

De acuerdo con lo presentado en la Figura No 31 y Figura No 32, se muestra el desarrollo de la labor realizada por el Departamento de Control de Proyectos. Este interviene en aspectos del desarrollo del proceso partiendo desde la creación del código; también, en la plataforma controla el ingreso de horas y que estos se mantengan actualizados. Además, realiza el planteamiento del estimado de horas a invertir en el proyecto es el encargado de velar por que los proyectos tengan un grado de avance y de presentar los reportes a gerencia.

Descripción de causas del problema

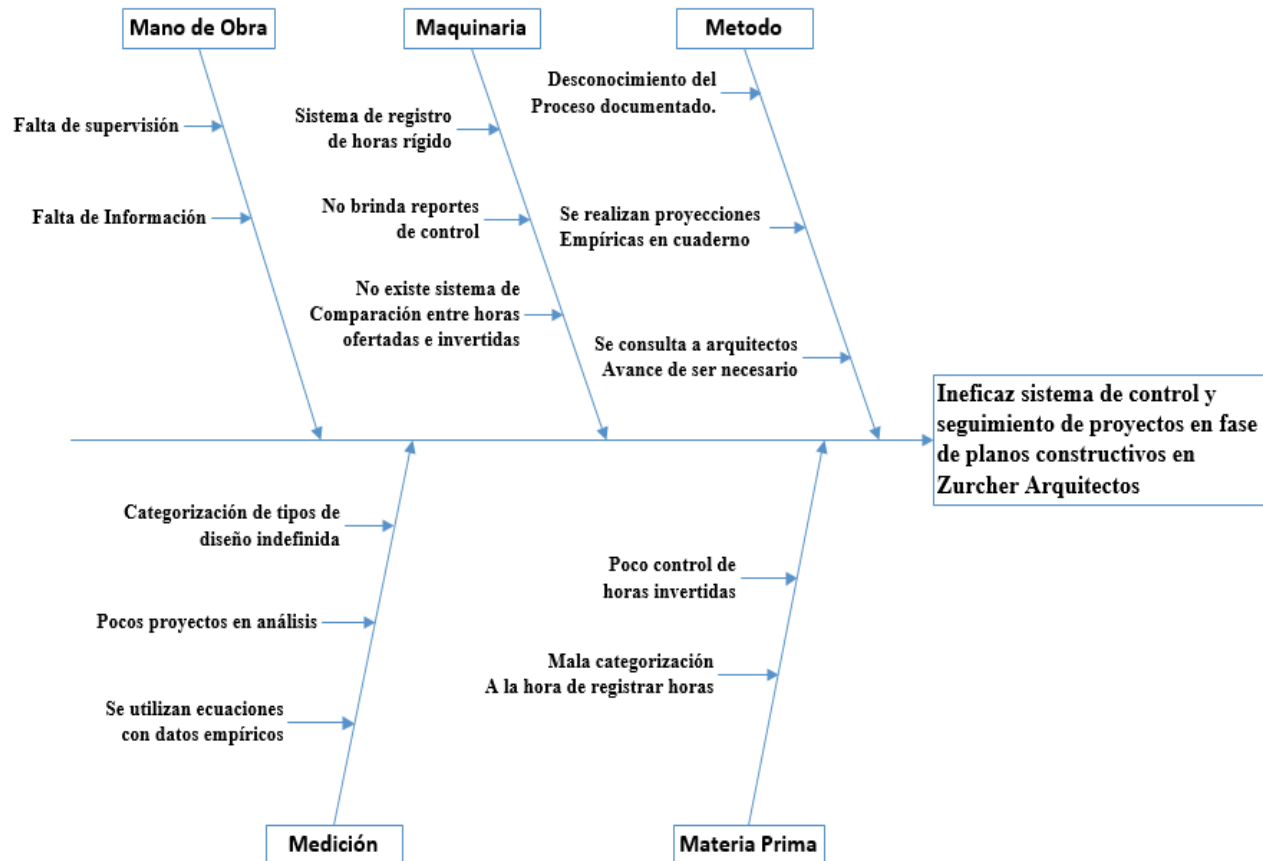
Durante el desarrollo de la documentación de las actividades que componen el proceso de planos constructivos, se determina que el desarrollo de la labor de control actual se ve truncada o entorpecida por una serie de factores. Estos impiden llevar a cabo este proceso o hacen que este proceso sea deficiente. Además, estos brindan fundamento al problema de esta investigación.

Para determinar estos factores, se realiza un análisis basado en la observación y la utilización de herramientas a fin de identificar las causas por las cuales no es posible tener un control completo de todos los proyectos que son realizados en Zürcher Arquitectos en la fase de planos constructivos. Estos son presentados a continuación, clasificados en sus respectivas áreas de impacto por medio del diagrama causa-efecto.

Diagrama de causa efecto

Para llevar a cabo el estudio, se analizaron las causas que median el sistema de control de forma deficiente en Zürcher Arquitectos por medio de la observación y la lluvia de ideas. El diagrama expresado en la Figura No 33 pretende determinar las causas por las cuales el sistema de control de proyectos es deficiente y a su vez establecer las principales áreas de trabajo para estructurar un sistema confiable subsanando estas causas.

Figura No 33 Diagrama Ishikawa



Nota: César Zúñiga Vargas

En la Figura No 33, se determina por medio del método de las 6M las causas por las cuales es necesario un sistema de control de proyectos, las cuales se enumeran a continuación:

a. Mano de Obra:

1. Falta de supervisión: Al encontrarse los colaboradores en tiempo ocioso por falta de supervisión ingresan horas de manera arbitraria.
2. Falta de información: El desconocimiento de la fase en la cual se encuentra el proyecto, no permite que se dé el cambio oportuno a la fase de planos constructivos.

b. Maquinaria:

1. Sistema de registro de horas rígidas: El sistema de ingreso de horas no permite flexibilidad en su manejo de datos para la extracción de información.

2. No brinda reportes de control: El sistema únicamente registra las horas invertidas para el proyecto en desarrollo. Si bien se puede ingresar un estimado, no indica porcentajes de avance o muestra estos datos en los reportes que se pueden extraer.
3. No existe sistema de comparación: El método de comparación únicamente se lleva a cabo por medio de la experticia del Coordinador de Proyectos y la búsqueda de la información de proyección está basada en datos empíricos.

c. Método:

1. Desconocimiento del proceso documentado: El proceso llevado a cabo no se encuentra actualizado y se desconoce su documentación por lo cual es variable en sus actividades. Esto causa que el proceso se pueda interrumpir y sea postergado, con lo cual puede llegar a olvidarse completar.
2. Proyecciones empíricas: A la hora de realizarse las proyecciones, estas se llevan a cabo por medio de la comparación empírica de diferentes proyectos de igual naturaleza sin un proceso establecido para realizarlas.
3. Consulta a arquitectos por avance: Se consulta por el avance del proyecto a los arquitectos, sin embargo, estos no siempre están al tanto de los proyectos en los que se encuentran asignados y en las fases en las cuales el proyecto se desarrolla. Se confía en lo que el arquitecto especificó y pocas veces se compara con las horas proyectadas.

d. Medición:

1. Categorización de tipos de diseño indefinida: No Existe una categorización homogénea definida para los diferentes tipos de proyecto ni el comportamiento en relación a horas de diseño y dibujo con metros cuadrados del proyecto.
2. Pocos proyectos en análisis: Tanto en los proyectos que se encuentran en la bitácora como aquellos que se utilizan en el cotizador, no son representativos ya que actualmente se establecen 10 proyectos para realizar las estimaciones.
3. Ecuaciones con datos empíricos: Las ecuaciones planteadas para las estimaciones y para otras actividades como ofertas y demás, se alimentan de factores empíricos o producto de arrastre por estudios o análisis de colaboradores que ya no se encuentran laborando para Zürcher Arquitectos.

e. Materia prima:

1. Control de horas invertidas: El ingreso de horas se ve viciado debido al ingreso de horas no productivas ante la falta de supervisión, además de no contar con una cantidad específica destinada para cada proyecto. No se limita la cantidad de horas que se puede destinar al proyecto. Además, hay un factor de miedo por parte del colaborador a indicar que se encuentra sin trabajo en la tarea que se le asignó.
2. Mala categorización en registro de horas: La inexperiencia o la falta de información hacen que las fases en las cuales se trabaja, parezcan homogéneas, por lo que no se diferencia entre las fases anteriores y el momento en el que se establece la fase de planos constructivos por el proceso burocrático de revisión o corrección en algunos de los proyectos que impiden cerrar la fase tras la entrega.

Matriz Vester

Con la finalidad de priorizar los problemas encontrados por medio de la observación y colaboración de los implicados en el proceso que media la ineficacia del control de proyectos en Zürcher Arquitectos, se procede a realizar una Matriz Vester. Esta permite, por medio de la relación entre los mismos problemas, identificar su importancia y criticidad a fin de priorizar su atención en este estudio.

A continuación, por medio de la Tabla No 5 se presenta la Matriz Vester con los problemas anteriormente representados en el Diagrama de Ishikawa por medio de la Figura No 33 procedentes de la observación y categorización en las diferentes ramas de causalidad de causas del método de las 6M.

Tabla No 5 Matriz Vester

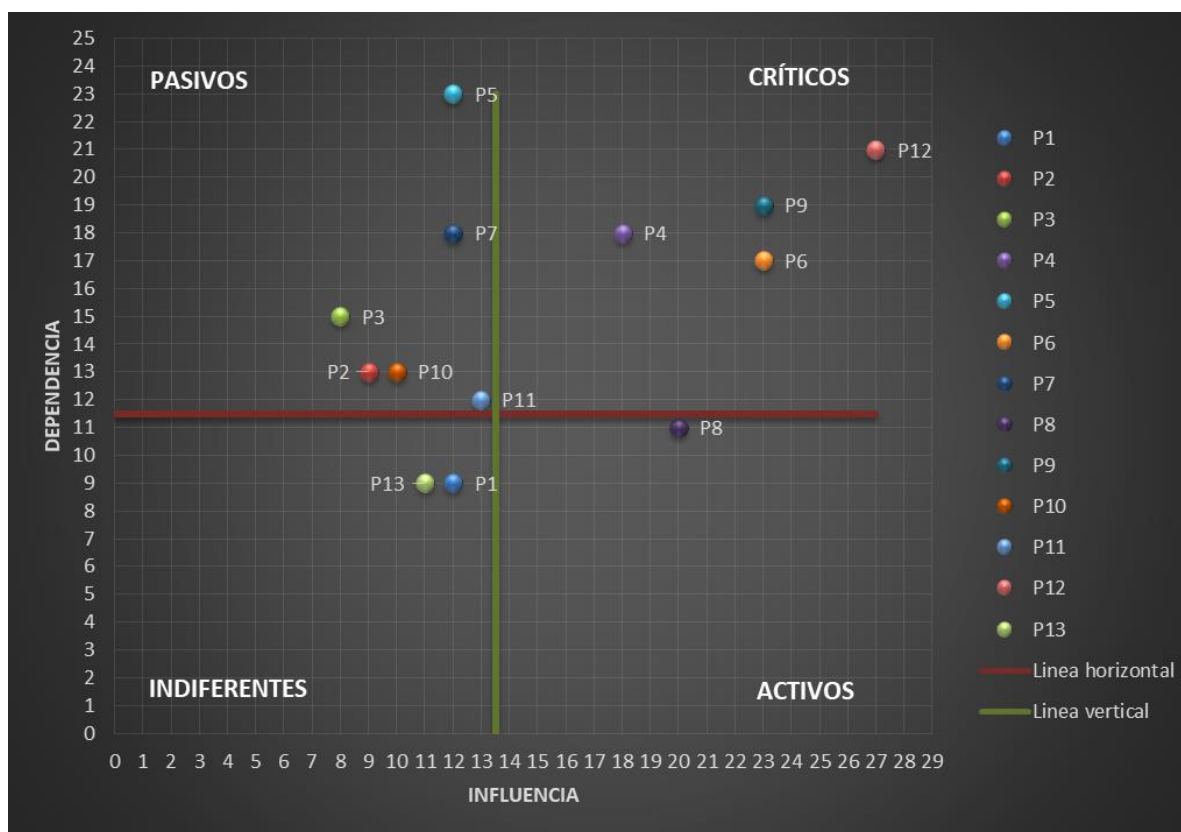
Código	Variable	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	INF.
P1	Falta de supervisión	0	1	0	2	2	2	0	0	1	0	1	3	0	12
P2	Falta de información	0	0	0	1	1	2	0	0	1	0	0	2	2	9
P3	Sistema de registro rígido	0	0	0	1	2	0	1	0	1	1	0	1	1	8
P4	No hay reportes de control	0	1	3	0	3	1	1	2	2	1	1	2	1	18
P5	No existe sistema de comparación	1	0	1	1	0	2	1	1	1	1	1	2	0	12
P6	No hay seguimiento o implementación de procesos	2	2	1	2	3	0	1	3	2	2	2	2	1	23
P7	Proyecciones empíricas	0	0	1	1	1	1	0	1	2	1	1	2	1	12
P8	Avance por expertiz	0	1	2	1	3	2	3	0	2	2	1	2	1	20
P9	Categorización de tipos de diseño indefinida	0	3	2	3	2	2	3	1	0	2	2	3	0	23
P10	Pocos proyectos en análisis	0	0	1	1	1	1	2	1	2	0	1	0	0	10
P11	Ecuaciones con datos empíricos	0	1	1	1	2	1	3	1	1	1	0	1	0	13
P12	Control de horas invertidas	3	2	3	3	3	2	2	1	3	1	2	0	2	27
P13	Mala categorización de fases	3	2	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	11
DEPENDENCIA		9	13	15	18	23	17	18	11	19	13	12	21	9	113

Nota: César Zúñiga Vargas

Por medio de la Tabla No 5 se presenta la matriz Vester. En la primera columna, aparece el código que corresponde al número de problema y en la segunda columna, la variable en la cual se hace mención al problema identificado por medio de la observación y la lluvia de ideas. En contraposición con los mismos códigos de problema en la primera fila, se determina la matriz de consecuencia y causalidad, en la cual se genera la relación entre problemas por medio de índices de “0” hasta “3”, siendo “0” la relación más baja entre problemas y “3” la relación más alta.

Acorde a lo especificado en la matriz presentada en la Tabla No 5, se procede a ubicar los datos en un plano cartesiano por medio de la gráfica presentada en la Figura No 34. En esta, se puede observar la ubicación de los problemas en los diferentes cuadrantes del plano, lo cual permite priorizarlos para atenderlos.

Figura No 34 Grafica de clasificación Vester



Nota: César Zúñiga Vargas

Por medio de la Figura No 34, se representan ubicados en el plano cartesiano por medio de coordenadas especificadas por la influencia y la dependencia, los problemas que median el ineficaz sistema de control y seguimiento de proyectos en Zürcher Arquitectos. De esta manera, se presentan los problemas priorizados de la siguiente manera:

- a. *Problemas críticos:* Son problemas causados por otros y a su vez causantes de problemas. Estos se deben priorizar para la búsqueda de su solución:
 - i. P4- No hay reportes de control.
 - ii. P6- Desconocimiento del proceso.
 - iii. P9- Categorización de tipos de diseño indefinido.
 - iv. P12- Control de horas invertidas.
- b. *Problemas activos:* No son problemas causados por otros, pero estos influyen en los demás problemas:
 - v. P8- Avance de proyectos por experticia.

- c. *Problemas pasivos*: Presentan poca influencia de causa para otros; al intervenir los problemas críticos o activos, estos deberían ser mermados o solucionados. En estos problemas, se ubican:
- vi. P2- Falta de información.
 - vii. P3- Sistema de registro de horas rígido.
 - viii. P5- No existe sistema de comparación.
 - ix. P7- Proyecciones empíricas.
 - x. P10- Pocos proyectos en análisis.
 - xi. P11- Ecuaciones con datos empíricos.
- d. *Problemas Indiferentes*: Estos no son causados ni son causantes de otros problemas, además estos se consideran de baja prioridad dentro del sistema analizado. En este cuadrante, se ubican los siguientes problemas:
- xii. P1. Falta de supervisión.
 - xiii. P13. Mala categorización de fases.

Problemas críticos

De acuerdo con el análisis de problemas y su priorización por medio de la Matriz Vester expresada en la Tabla No 5, a continuación, se procederá a detallar cada uno de estos problemas y determinar sus características. Esto con la finalidad de determinar el porqué de su omisión o desconocimiento para un posterior análisis.

Reportes de control

Actualmente no se realizan reportes de control, únicamente se solicitan las horas que han sido invertidas en los proyectos tras solicitud expresa por parte del área financiera o de la Gerencia para determinar resultados. Estos reportes de horas salen del sistema de ingreso de horas Praesto y únicamente presentan las horas invertidas sin ninguna comparación con respecto a las horas que se deberían destinar a la realización del proyecto.

El control de los proyectos se realiza de manera empírica por parte del Coordinador de Proyectos, quien solicita a los arquitectos un avance estimado según su percepción del desarrollo de los planos mientras este se encuentra en ejecución. Por otra parte, se estima si el proyecto se finalizó con buen rendimiento hasta que es entregado el 100% de este y son comparadas las horas invertidas con la utilidad de este.

Desconocimiento del proceso

Durante el desarrollo del proceso de planos constructivos, cada uno de los proyectos es tratado de manera similar por la cultura propia del área de trabajo y por la experticia generada por los años de experiencia en el desarrollo de este tipo de productos por parte de los involucrados a lo largo del desarrollo de planos constructivos. Por lo tanto, el proceso en términos generales cumple con un comportamiento similar a la hora de ser realizado. De esta manera, por parte de los colaboradores se cree que el proceso no se encuentra estipulado o documentado.

Sin embargo, por medio de la recolección de datos y análisis de documentación, se encuentra que dentro de los protocolos de desarrollo de los proyectos de Zürcher Arquitectos, el proceso se encuentra debidamente documentado como resultado de un estudio previo del año 2014. Sin embargo, únicamente fue documentado, pero no se ha dado el seguimiento por lo cual se ha generado la omisión de este.

Este documento contiene el proceso de desarrollo de planos constructivos (ver apéndice A), el cual es revisado y se determina que, por la falta de seguimiento u omisión de este, contiene puntos que actualmente no se realizan o ya no forman parte del proceso.

Categorización de tipos de diseño

Zürcher Arquitectos cuenta con una amplia cartera de proyectos, los mismos se registran en el sistema de registro de horas (Praesto), en virtud de la naturaleza de los proyectos de manera generalizada como se indica a continuación:

- a. Comercial
- b. Educativo
- c. Gubernamental
- d. Industrial
- e. Recreacional
- f. Salud
- g. Turístico
- h. Uso mixto

Sin embargo, debido a la naturaleza del estudio, es importante destacar que la manera en la cual se categoriza la cartera de proyectos en el sistema de registro de horas, contempla de manera

general la naturaleza de que en cada uno de estos, pero no se realiza acorde a las características o necesidades para el fin en el que es realizado el diseño. Por lo tanto, la distribución que se encuentra registrada o documentada no es específica con las características de cada edificación, ya que dentro de un mismo proyecto se pueden encontrar diferentes edificaciones con fines diversos.

Para realizar una categorización que represente de manera más específica la finalidad del diseño de cada uno de los espacios, se consulta y entrevista tanto a la Gerente de Zürcher Arquitectos como al encargado de Coordinación de Proyectos. Este último encargado de la realización de las proyecciones y sobre la manera en que se separan los proyectos por tipo de diseño. La categorización acorde a las características de diseño se encuentra determinada de la siguiente manera:

- a. Residencias
- b. Spa o Club de playa
- c. Hoteles
- d. Condominios
- e. Centros Comerciales
- f. Restaurantes
- g. Accesos
- h. Auditorios/ Educación

De esta manera, de acuerdo con la categorización por tipo de diseño, con la cual se trabaja de manera empírica, es que se procede a categorizar y desarrollar las estimaciones y categorización de los proyectos para su análisis.

Control de horas invertidas

Como se comentó en apartados anteriores, los registros de horas únicamente son utilizados para extraer información con el fin de generar cobros o para realizar un estudio de rentabilidad del proyecto al finalizar este. Sin embargo, no se plantea un control que indique si se están invirtiendo muchas horas durante el proceso o un parámetro que permita saber cuántas horas serán destinadas para el desarrollo de los proyectos; por esto, los proyectos únicamente se enfocan en ser entregados en las fechas pactadas sin importar las horas invertidas.

Con lo anterior, se determina que, por la falta de conocimiento en la inversión de horas durante el desarrollo de los proyectos, es imposible llevar a cabo un control eficaz de estos; pues,

la base de cualquiera de los productos que se desarrollan en Zürcher Arquitectos está basada en la cantidad de horas invertidas.

Por otra parte, la inversión de horas está profundamente relacionada con cada una de las categorías de diseño según lo comentado por los encargados y por lo observado en el proceso de análisis, ya que estos pueden variar en duración de una categoría de diseño a otra en la misma cantidad de metros cuadrados de diseño. Por esta razón, se procederá a determinar el comportamiento de la inversión de horas a lo largo del histórico de datos comprendido desde 2014 hasta julio 2018.

Análisis de datos

El proceso de planos constructivos es uno de los productos desarrollados por Zürcher Arquitectos que se encuentra más sólido en cuanto a metrajes y características del proyecto; pues, en las fases anteriores, el diseño conceptual y de anteproyecto, es donde se da forma e identidad al diseño. Por ello, se consideran como fases amorfas en las cuales las variaciones de metrajes y otras características que a la hora de llegar a la fase de planos constructivos ya se encuentran subsanadas.

Para llevar a cabo el desarrollo de un modelo que permita brindar un parámetro de comparación para controlar y dar seguimiento al proceso de planos constructivos de Zürcher Arquitectos, es necesario identificar el volumen y relevancia de esta fase para la organización en la actualidad determinando los proyectos que se encuentran activos en la actualidad. Se toma la base de datos del Sistema Praesto, de la cual se extraen los datos correspondientes a los meses de junio, julio y agosto del año 2018. En la Tabla No 6, se especifican la cantidad de proyectos acorde a las fases en las cuales se ubican.

Tabla No 6 Proyectos activos

FASE	H. INVERTIDAS	# CÓDIGOS	# FASES
Anteproyecto	4223	28	29
Planos Constructivos	2822	19	28
Diseño Conceptual	1999,5	6	21
Rediseño	1428,5	11	17
Ingeniería de Valor	887	2	2
Proyecto Riesgo	474	2	10
Asesoría Diseño	352	3	12
Plan Maestro	282,5	2	2
Diseño Esquemático	224	3	3
Arquitectura Interior Planos	41	1	1
Remodelación	36,5	1	1
Licitación	6	1	1
TOTAL	12776	79	127

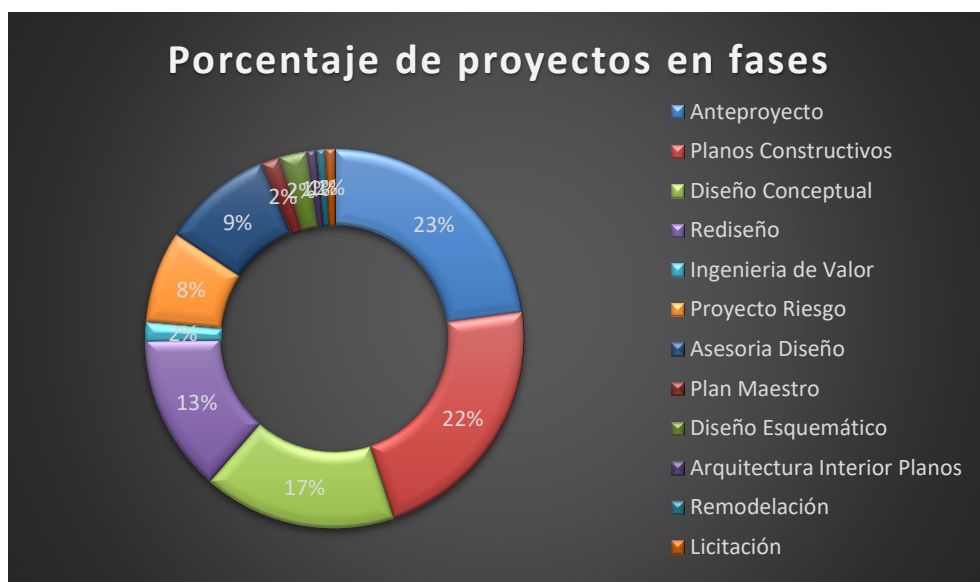
Nota: César Zúñiga Vargas

Como se observa en la Tabla No 6, actualmente Zürcher Arquitectos cuenta con un total de 12 diferentes fases en las cuales se agrupan los proyectos de acuerdo a la etapa de diseño en la que se encuentran. De esta manera, se detallan 79 códigos con 127 fases activas. Esto porque algunos códigos de proyecto pueden tener más de un subproyecto ubicado en alguna de las categorías de fases. Además, se detalla una inversión de 12 776 horas entre arquitectos y dibujantes en el periodo de junio, julio y agosto del año 2018.

Distribución según fases en proyectos activos

De acuerdo con los datos sobre los proyectos activos mostrados en la Tabla No 6, se determina el porcentaje de representación por cantidad que contiene cada una de las diferentes fases del total de los 79 proyectos y de las 127 fases subsecuentes por medio del gráfico de porcentaje de fases presentado en la Figura No 35.

Figura No 35 Grafico porcentaje de fases



Nota: César Zúñiga Vargas

En la Figura No 35, correspondiente al gráfico de porcentaje de fases, se representan las 127 fases, 28 de estas corresponden a la fase de planos constructivos como se especifica en la Tabla No 6, lo cual representa un 22% del total de los proyectos. Por lo tanto, esta fase es la segunda en importancia de cantidad, por debajo de la fase de anteproyecto.

Horas invertidas por fase en proyectos activos

De acuerdo con la Tabla No 6 de proyectos activos en el periodo de junio, julio y agosto de 2018, se grafica la incidencia que representa por medio de la 36 la inversión de horas cada una de las diferentes fases del total de los 79 proyectos y de las 127 fases subsecuentes.

Figura No 36 Horas invertidas por fase

Nota: César Zúñiga Vargas

En la 36 correspondiente a las horas invertidas en las diferentes fases de los proyectos activos en Zürcher Arquitectos, es posible apreciar el impacto de las diferentes fases. Se evidencia que la fase de planos constructivos se encuentra en segundo lugar de importancia de inversión de horas con un total de 2822 horas invertidas. Esto muestra la importancia de la fase dentro de los productos activos de la cartera proyectos de Zürcher Arquitectos.

Proyectos con datos completos

De acuerdo con la cantidad de proyectos que se encuentran en fase de planos constructivos en el periodo desde junio hasta agosto de 2018 considerados como proyectos activos, se analiza cuántos de estos cumplen con el registro de los datos necesarios para la incorporación de proyectos en Zürcher Arquitectos, según la forma Z1-000 (ver apéndice B). Esta debe llenarse por políticas de la empresa a la hora de ingresar cada proyecto indistintamente de la fase en la que comience y tiene que ser registrada esta información en la plataforma de registro de horas Praesto.

También, se revisa si se ha realizado el estimado de horas a invertir por parte del Coordinador de Proyectos o por el cotizador y que debe estar registrada en la hoja de Administrador ubicada para cada uno de los proyectos en la carpeta de documentos. A continuación, en la Tabla

No 7, se detalla el resumen del registro Z1-000 con los datos básicos recopilados para el ingreso de proyectos a Zürcher Arquitectos en los proyectos activos (ver apéndice C).

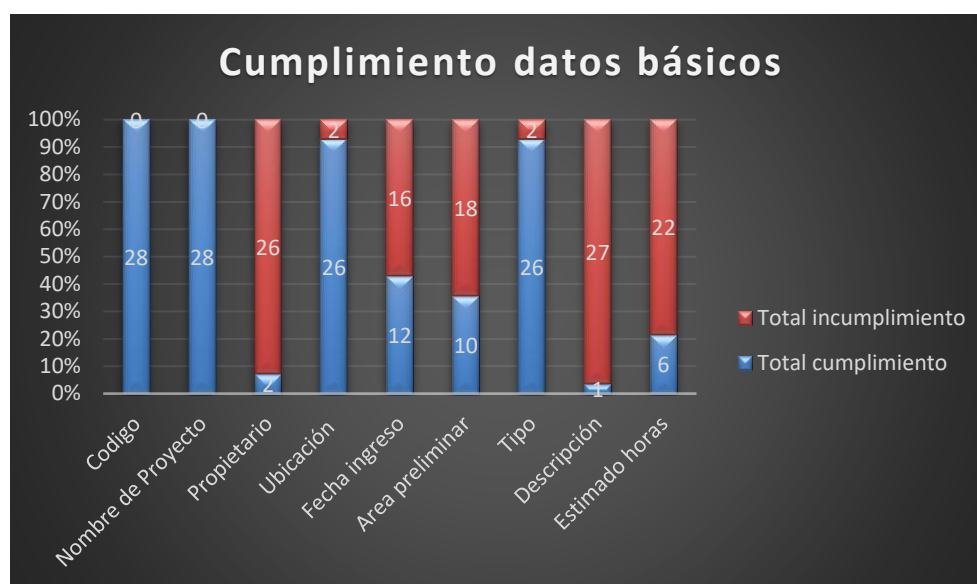
Tabla No 7. Resumen de cumplimiento de datos básicos

	Cumplimiento	Incumplimiento
Código	28	0
Nombre de Proyecto	28	0
Propietario	2	26
Ubicación	26	2
Fecha ingreso	12	16
Área preliminar	10	18
Tipo	26	2
Descripción	1	27
Estimado de horas	6	22

Nota: César Zúñiga Vargas

En la Tabla No 7, se especifica el resumen del total de proyectos ubicados en la etapa de planos constructivos, según lo ingresado a Praesto. Se registra el cumplimiento de los datos básicos especificados en la forma Z1-000, en la cual se observan como requisitos: el código de proyecto, nombre del proyecto, el propietario, la ubicación del proyecto, la fecha de ingreso al proceso de planos constructivos en Zürcher Arquitectos, el área contratada inicial, el tipo de proyecto, la descripción de los requerimientos arquitectónicos del diseño. Estos dos últimos son de suma importancia para la determinación de una estimación de horas. Además, se determina como parte del proceso de Control de Proyectos, si este proyecto activo cuenta con una proyección de horas a invertir.

Acorde a los datos especificados en la Tabla No 7 de resumen de cumplimiento de datos básicos, se grafica el cumplimiento del registro de cada uno de los datos especificados para cada uno de los proyectos a continuación en la Figura No 37.

Figura No 37 Gráfico cumplimiento datos básicos**Nota: César Zúñiga Vargas**

Como se detalla en la Figura No 37, para cada uno de los requerimientos planteados como básicos, los 28 proyectos que actualmente se encuentran en fase de planos constructivos únicamente cumplen con los datos de Código y Nombre del proyecto, por lo cual ninguno de los 28 proyectos cumple con el programa completo especificado en la forma Z1-000. Además, como se muestra en la Tabla No 8, únicamente 6 proyectos de los 28 cuentan con un estimado de horas.

Tabla No 8 Cumplimiento de estimación

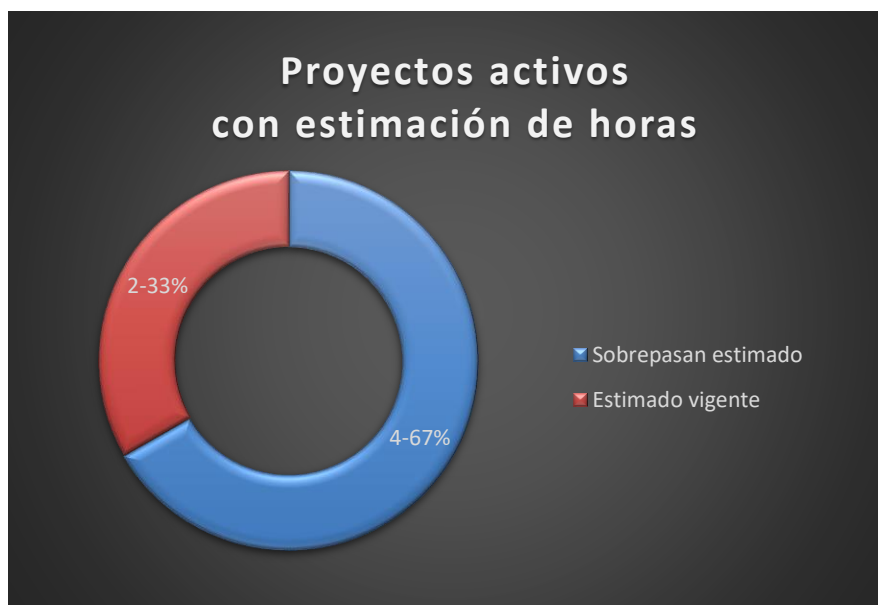
Código y fase	Cuenta con estimado	Estimado vigente
1276-Documentos Construcción	SI	SI
1427-CD BOH	SI	NO
1427-CD Custom Home (corner units)	SI	NO
1427-CD Estate Home	SI	NO
1427-CD Privated Villa 3bedroom (mini villa)	SI	NO
1484-Documentos Construcción	SI	SI
Total	6	2

Nota: César Zúñiga Vargas

En la Tabla No 8, se especifican los proyectos activos a los cuales previamente se les realizó una estimación de horas a invertir. En la primera columna, se detalla el nombre de la fase y el código de proyecto; en la segunda columna, se muestra que estas fases, las cuales suman 6, cuentan con una estimación. En la última columna, se establece que 4 de los 6 proyectos que cuentan con esta estimación ya han sobrepasado la cantidad de horas proyectada.

Acorde a los datos especificados en la Tabla No 8 y por medio de Figura No 38, se grafica la relación entre la cantidad de proyectos activos que cuentan con una estimación de horas y aquellos que ya han sobrepasado dicha estimación.

Figura No 38 Cumplimiento de estimación actual



Nota: César Zúñiga Vargas

En la Figura No 38, se detalla la relación entre la cantidad de proyectos activos con una estimación previa y cuántos de ellos ya han sobrepasado dicha estimación. De ahí, se observa que el 67%, comprendido por 4 de los 6 proyectos, ya sobrepasaron las horas estimadas previamente y únicamente en un 33% (2 proyectos) el estimado aún se mantiene vigente.

Proyectos para análisis

Con el fin de realizar el modelo que permita estimar la cantidad de horas que serán requeridas para llevar a cabo el desarrollo de los proyectos en la fase de planos constructivos, se analizan en el histórico de proyectos de la base de datos y de Praesto, los proyectos que han sido entregados o completados en el periodo comprendido desde 2014 hasta el mes de julio del año 2018. El 2014 es la fecha aproximada de cambio en tecnología de dibujo en dos dimensiones a modelado en tres dimensiones. Asimismo, se estudian los proyectos más representativos utilizados para estimaciones, los cuales ascienden a la cantidad de 101 proyectos terminados e incluidos en el análisis (ver apéndice D).

Estos proyectos son separados por categorías de diseño según lo establecido en las entrevistas sobre el tema. En la Tabla No 9, se detalla en resumen la cantidad de proyectos que fueron tomados en cuenta para realizar el análisis del comportamiento de las diferentes categorías de diseño.

Tabla No 9. Resumen proyectos analizados

Tipo de Proyecto	# Proyectos	%	% Acumulado
Residencias + 500mts	23	22.8%	22.8%
Spa/Club de playa	18	17.8%	40.6%
Hoteles	14	13.9%	54.5%
Condominios	13	12.9%	67.3%
Residencias - 500mts	12	11.9%	79.2%
Centro Comercial	11	10.9%	90.1%
Restaurantes	6	5.9%	96.0%
Accesos	2	2.0%	98.0%
Auditorios	2	2.0%	100.0%
Total general	101	100%	

Nota: César Zúñiga Vargas

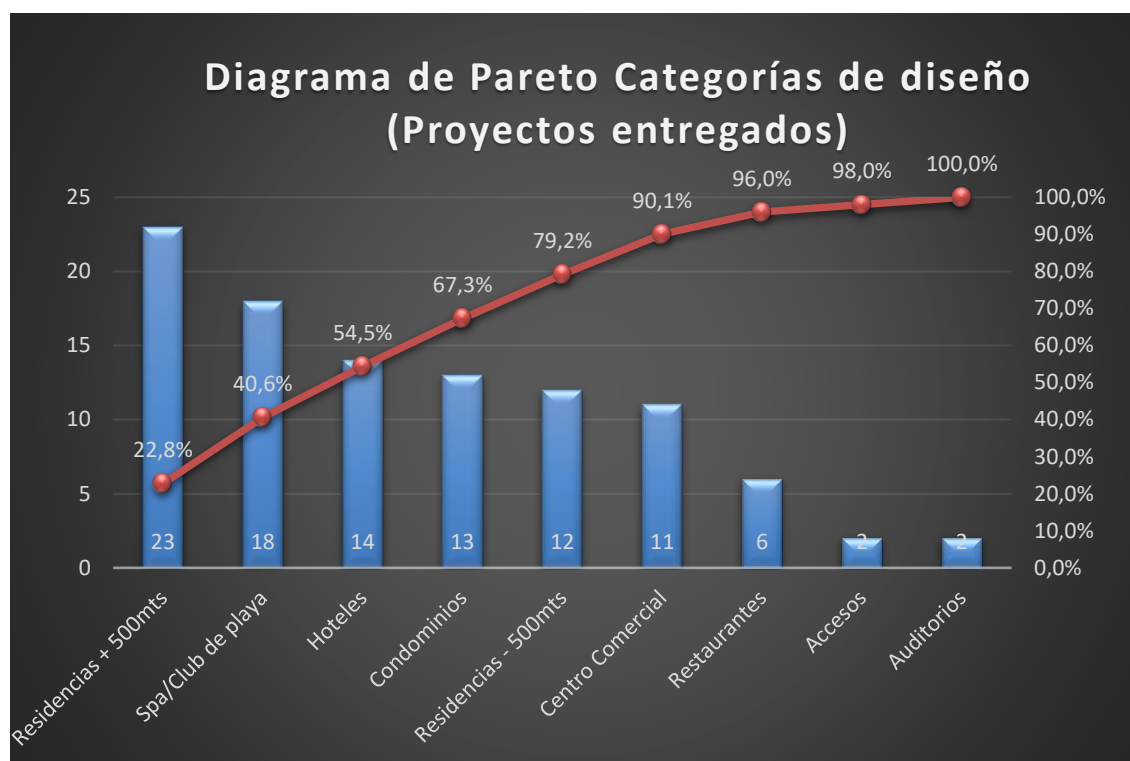
En la Tabla No 9, se puede observar la cantidad de proyectos distribuidos en cada una de las categorías de diseño. Además, se muestra el porcentaje de representación de cada una de las categorías en la totalidad de proyectos finalizados en la fase de planos constructivos.

Diagrama de Pareto de tipos de proyectos

Acorde a la información mostrada en la Tabla No 9 sobre la representación de los proyectos y las cantidades de estos en la totalidad de proyectos entregados en el periodo comprendido desde

2014 hasta julio 2018, se establecen las categorías de diseño más representativas según el principio de Pareto mostrado en la Figura No 39.

Figura No 39 Diagrama de Pareto categorías de diseño



Nota: César Zúñiga Vargas

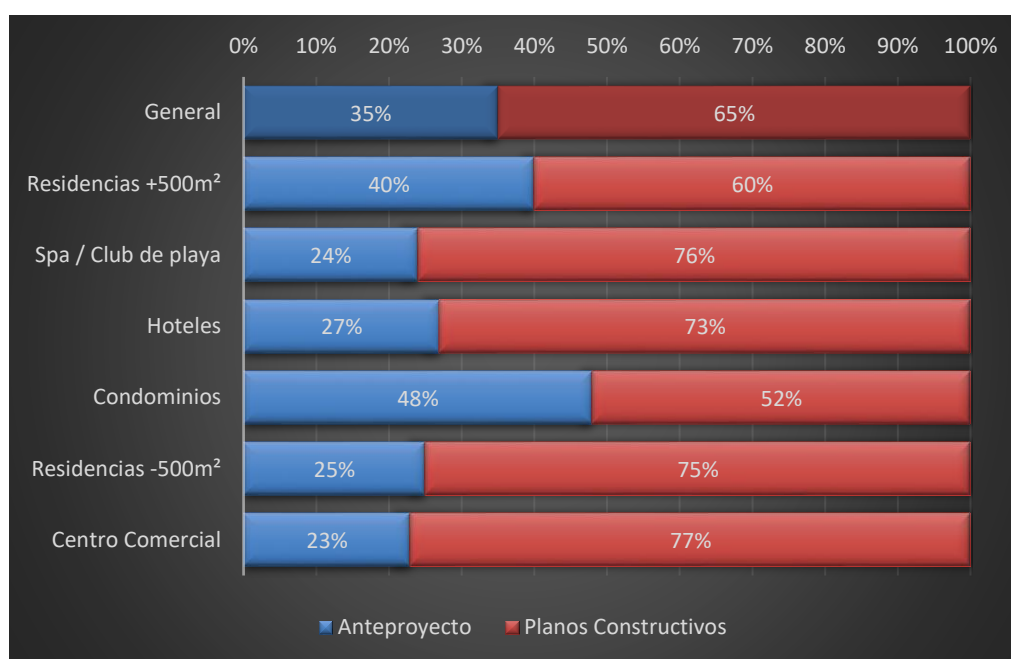
Como se puede observar en Figura No 39 donde se presenta el diagrama de Pareto con las categorías de diseño, se muestra que el 80% de los proyectos finalizados en la fase de planos constructivos, se encuentran en las categorías, según orden de importancia: Residencias de +500 m², Spa/Club de playa, Hoteles, Condominios y Residencias -500m². A partir de esto, se pretende priorizar el estudio en estas categorías.

Porcentaje inversión de horas en planos constructivos por categoría de diseño

Por medio de los datos históricos recopilados y con el fin de determinar el porcentaje de horas invertidas en planos constructivos durante el desarrollo del proyecto, es posible separar la cantidad de horas invertidas en planos constructivos de la fase de anteproyecto. De esta manera, se procede a agrupar los proyectos en las diferentes categorías de diseño determinadas en el presente estudio.

De acuerdo con la categorización de los proyectos y la agrupación de horas en planos constructivos y de anteproyecto, es posible determinar los porcentajes de estas fases en cada categoría de diseño con el fin de establecer el peso de la fase de planos constructivos, tal como se muestra en la Figura No 40.

Figura No 40 Porcentaje de fase según Categorías de Diseño



Nota: César Zúñiga Vargas

En la Figura No 40, se muestran los porcentajes que conforman la distribución de horas según las fases de anteproyecto y planos constructivos. Es posible observar que la fase de planos constructivos es la fase de mayor inversión de horas tanto de manera general con un 65% de las horas invertidas como en las diferentes categorías de diseño planteadas en este estudio acorde a los datos extraídos del análisis de los datos históricos.

Comportamiento de categorías de diseño

Tras realizar la segregación de los diferentes proyectos que se encuentran en la base de datos de Zürcher Arquitectos en las distintas categorías de diseño, se procede a realizar un análisis lineal que permita describir la relación entre las variables de metros cuadrados y horas invertidas por los arquitectos y dibujantes.

Con ello, se pretende determinar el comportamiento que puedan presentar al incrementarse los metros cuadrados de diseño con estos dos parámetros (horas arquitecto y horas dibujante). Además, se desea establecer un modelo de estimación de regresión lineal basado en los datos históricos de los proyectos entregados acorde a cada categoría de diseño presentado a continuación.

Análisis de proyectos tipo Residencias de +500m²

A continuación, se presentan, por medio de la Tabla No 10, los datos correspondientes a los proyectos de tipo Residencias de +500m² entregados en fase de planos constructivos, los cuales provienen de la base de datos de Zürcher Arquitectos.

Tabla No 10. Residencias +500m²

ÁREA	Código Proyecto	Horas Arq.	Horas Dib.
506	940	122	780
528	1463	79	356
584,82	1333	263	32
659,75	1465	86	384,5
694	1302	69	350
712	1414	95	408
714	1077	54	538
716,5	1406	46	457
720	779	74	487
735	1383	100	1245
742,7	1490	55	842
793	1171	53	738
840	1384	119	593,5
900	1184	76	666
916	1458	81	489
935,64	1424	73	514
1024	1344	140	884
1080,67	1305	167,5	1462,5
1088	1276	8	263
1140	1242	281	749
1155,05	1490	77,5	956
1190	1152	136	878

Nota: César Zúñiga Vargas

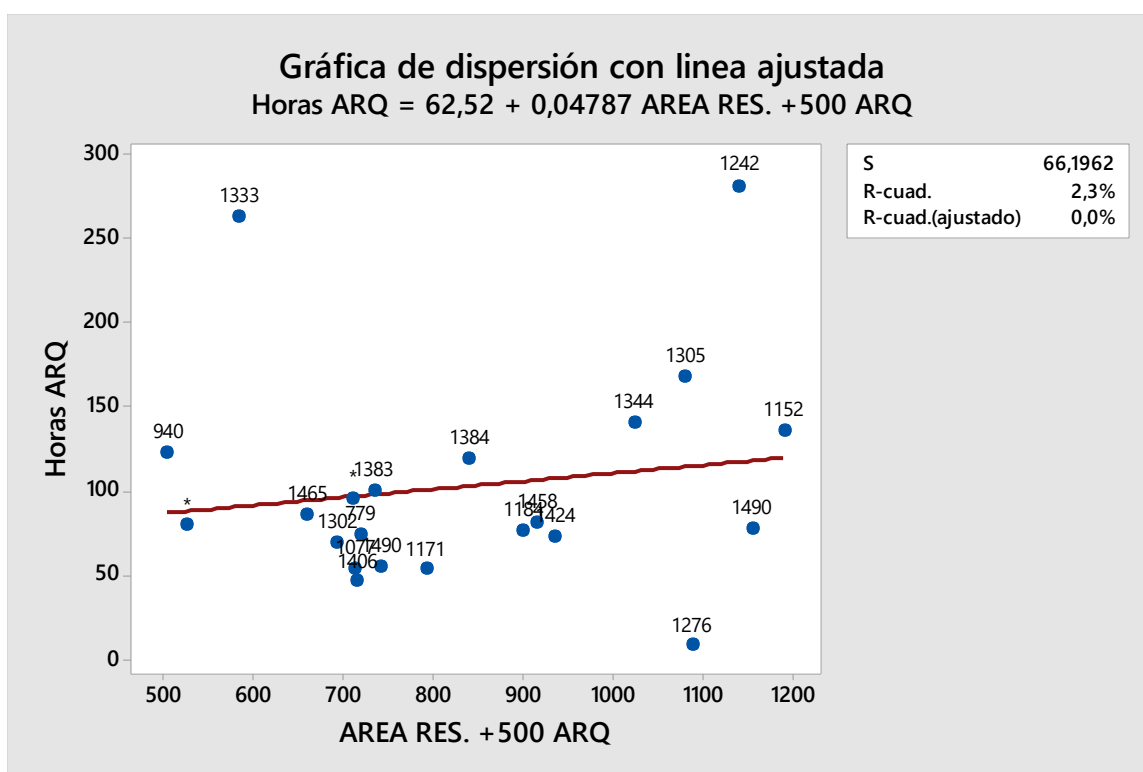
En la Tabla No 10, se muestran los proyectos de tipo Residencias de +500m², recolectados del periodo comprendido desde enero 2014 hasta julio 2018. En la primera columna, se muestra el

código de proyecto; en la segunda, el área que comprende el proyecto. Seguidamente, se detallan las horas invertidas en diseño por parte de los arquitectos. En la última columna, aparecen las horas invertidas por los dibujantes en el desarrollo de los proyectos.

Análisis horas arquitecto en proyectos tipo Residencias de +500m²

Se realiza el análisis de datos correspondientes a horas arquitecto en los proyectos de tipo Residencias de + 500m² especificados en la Tabla No 10 por medio de la utilización del *software* estadístico Minitab con la aplicación del asistente de regresión para determinar las características y el comportamiento de los datos. Acorde a este análisis, se obtiene la gráfica de dispersión entre otros datos representada en la Figura No 41.

Figura No 41 Gráfico Horas Arq. Residencias +500m²



Nota: César Zúñiga Vargas

En la gráfica de dispersión presentada en la Figura No 41, se representan las horas arquitecto invertidas en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal se detallan los metros cuadrados de diseño del proyecto, con lo cual se ubica cada uno de los proyectos analizados por medio de puntos

con su respectivo código. Además, se representa la línea de regresión, la cual es una media entre todos los datos representados y se define en la ecuación mostrada en la Figura No 42.

Figura No 42 Ecuación Línea de regresión

$$\text{Horas Arquitecto} = 62.52 + 0.04787 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 42 determina las horas arquitecto necesarias para llevar a cabo el desarrollo de proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. Además, el análisis por medio de la herramienta estadística provee el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 43.

Figura No 43 Correlación

Correlación de Pearson 0.151

Valor p 0.502

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 43 determina el coeficiente de correlación muy próximo al valor “0” y alejado del valor óptimo de relación “1”, con lo cual se establece que no existe una relación entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas arquitecto invertidas.

Como parte del análisis, se evidencian también aquellos datos que tienen una distancia significativa de la media de datos, la cual es llamada residuo, y son calificados como poco comunes. Estos datos son destacados por medio de la Tabla No 11 para su análisis independiente en busca de causas asignables que puedan explicar su atipicidad.

Tabla No 11 Observaciones poco comunes

Código	H. Arq.	M ²	Observación
940	122	506	Muy pocas horas registradas. Proyecto ACad
1333	32	584.82	Muy pocas horas registradas
1242	281	1140	Muy pocas horas registradas
1276	8	1088	Muy pocas horas registradas

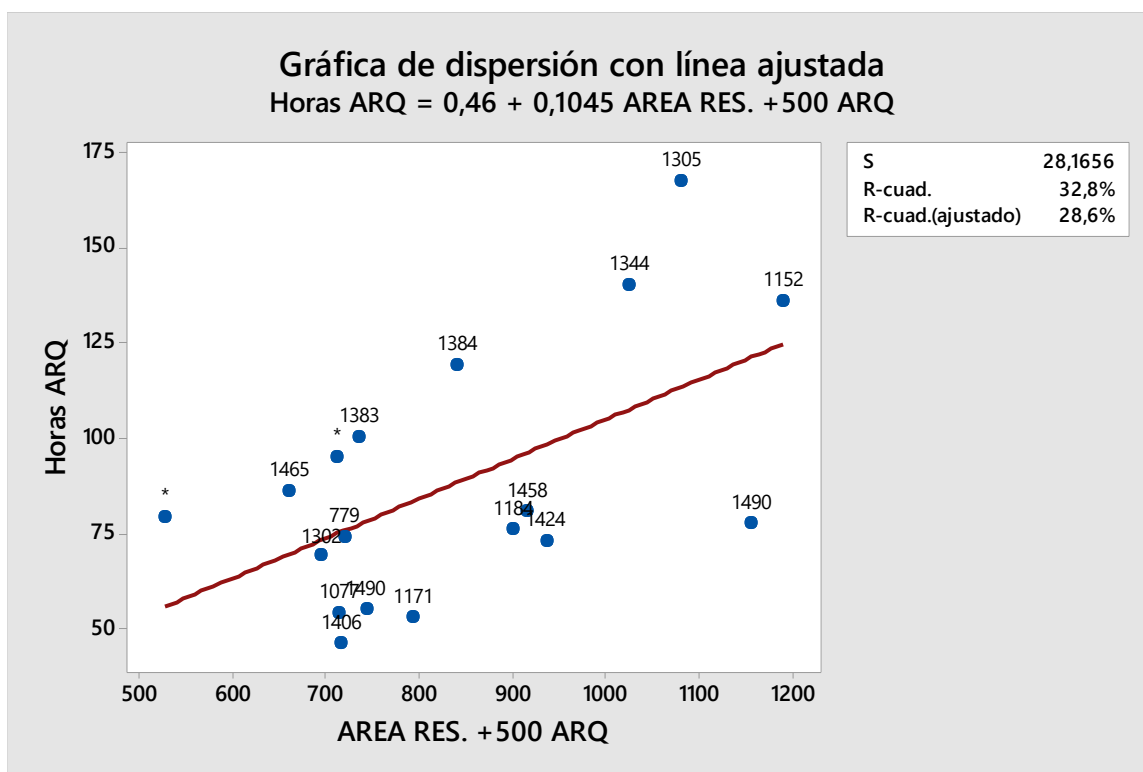
Nota: César Zúñiga Vargas

Por medio de la Tabla No 11, se muestra en la primera columna el código de los proyectos que se estiman como poco comunes; en la segunda columna, las horas que se invirtieron en el proyecto analizado, seguido del metraje correspondiente al proyecto. Por último, aparece la observación correspondiente a la causa por la cual no se contemplará el dato para ajustar el modelo.

Ajustes horas arquitecto en proyectos de tipo Residencias de +500m²

Se realiza el análisis de los datos poco comunes presentados en la Tabla No 11 y se determina que los proyectos con los códigos 940, 1333, 1242 y 1276 presentan muy pocas horas en relación a los metros cuadrados del proyecto. Se efectúa la revisión de los datos y se establece que el registro de horas para estos proyectos no es preciso por parte de los arquitectos. Por tanto, se procede a realizar el ajuste del modelo descartando estos datos de horas, con lo cual se obtiene la gráfica ajustada presentada en la Figura No 44.

Figura No 44 Gráfico Ajustado Horas Arq. Residencias +500m²



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 44 representa la gráfica de dispersión ajustada para horas arquitecto en Residencias de +500m², Se descartan los valores de los códigos anteriormente descritos y se ajusta la línea de regresión, cuya ecuación se representa en la Figura No 45.

Figura No 45 Ecuación de regresión ajustada

$$\text{Horas Arquitecto} = 0.46 + 0,1045 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 45 determina las horas arquitecto necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. También, como producto del ajuste, se analiza de nuevo el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 46.

Figura No 46 Correlación ajustada

Correlación de Pearson	0,573
Valor p	0,013

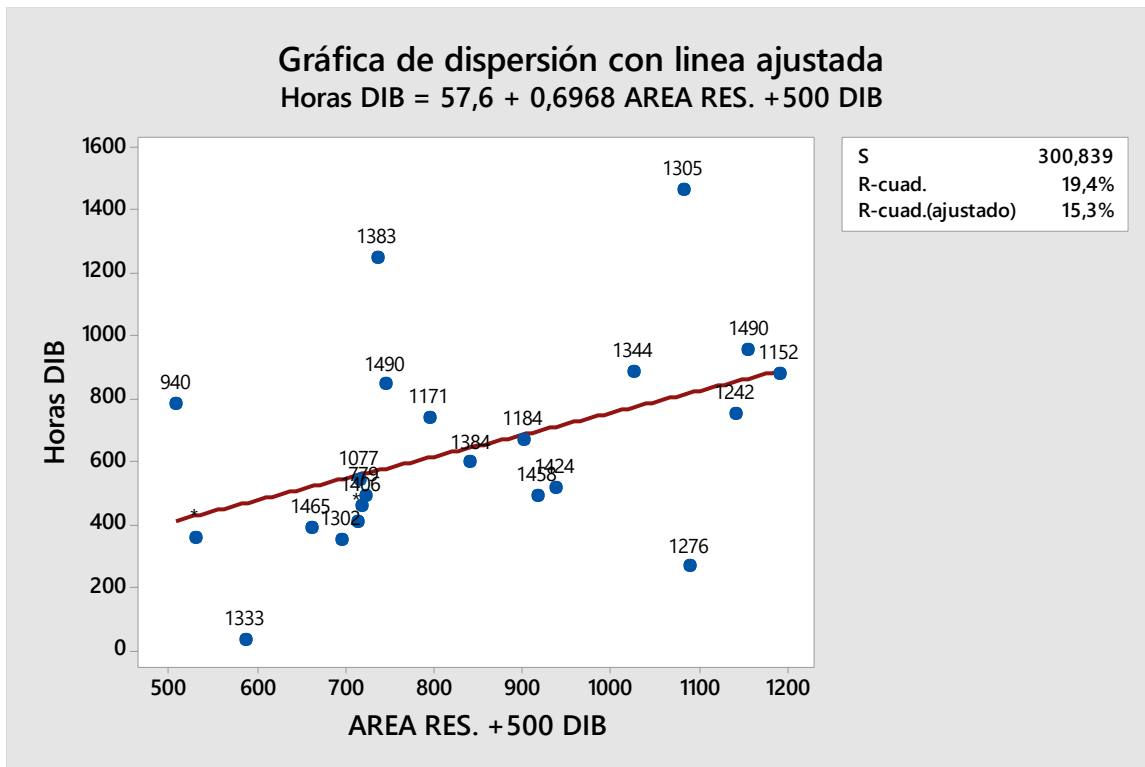
Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 46 determina que el coeficiente de correlación mejora con el ajuste, lo cual representa una relación moderada superior “0.5”. Esto indica que en cuanto el valor de metros cuadrados aumente, el valor de horas arquitecto invertidas también aumentará. Además, establece por medio del “Valor p” el cual es menor de “0.05” que la relación entre ambas variables es estadísticamente significativa entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas arquitecto invertidas.

Análisis de horas dibujante en proyectos tipo Residencias de +500m²

Se realiza el análisis de datos correspondientes a horas dibujante en los proyectos de tipo Residencias de + 500m² especificados en la Tabla No 10 por medio de la utilización del *software* estadístico Minitab con la aplicación del asistente de regresión para determinar las características y el comportamiento de los datos. Acorde a este análisis se obtiene la gráfica de dispersión entre otros datos representada en la Figura No 47.

Figura No 47 Gráfico Horas Dib. Residencias +500m²



Nota: César Zúñiga Vargas

En la gráfica de dispersión presentada en Figura No 47, se representan las horas dibujante invertidas en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal los metros cuadrados de diseño del proyecto, con lo cual se ubican cada uno de los proyectos analizados por medio de puntos con su respectivo código. Además, se representa la línea de regresión la cual es una media entre todos los datos representados y se define en la ecuación mostrada en la Figura No 48.

Figura No 48 Ecuación Línea de regresión

$$\text{Horas Dibujante} = 57.6 + 0.6968 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 48 determina las horas dibujante necesarias para llevar a cabo el desarrollo de proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. Además, el análisis por medio de la herramienta estadística provee el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 49.

Figura No 49 Correlación

Correlación de Pearson 0.440

Valor p 0.040

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 49 determina el coeficiente de correlación muy próximo al valor “0” y alejado del valor óptimo de relación “1”, con lo cual se determina que no existe una relación fuerte entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas dibujante invertidas.

Como parte del análisis se evidencian también aquellos datos que tienen una distancia significativa de la media de datos, la cual es llamada residuo, y son calificados como poco comunes. Estos datos son destacados por medio de la Tabla No 12 para su análisis independiente en busca de causas asignables que puedan explicar su atipicidad.

Tabla No 12. Observaciones poco comunes

Código	H. Dib.	M ²	Observación
1383	1254	735	Muchas horas registradas, rediseños coordinación
1305	1462.5	1080.67	Muchas horas registradas, rediseños coordinación
940	780	506	Muchas horas registradas, proyecto en ACad
1276	263	1088	Muy pocas horas registradas
1333	32	584.82	Muy pocas horas registradas

Nota: César Zúñiga Vargas

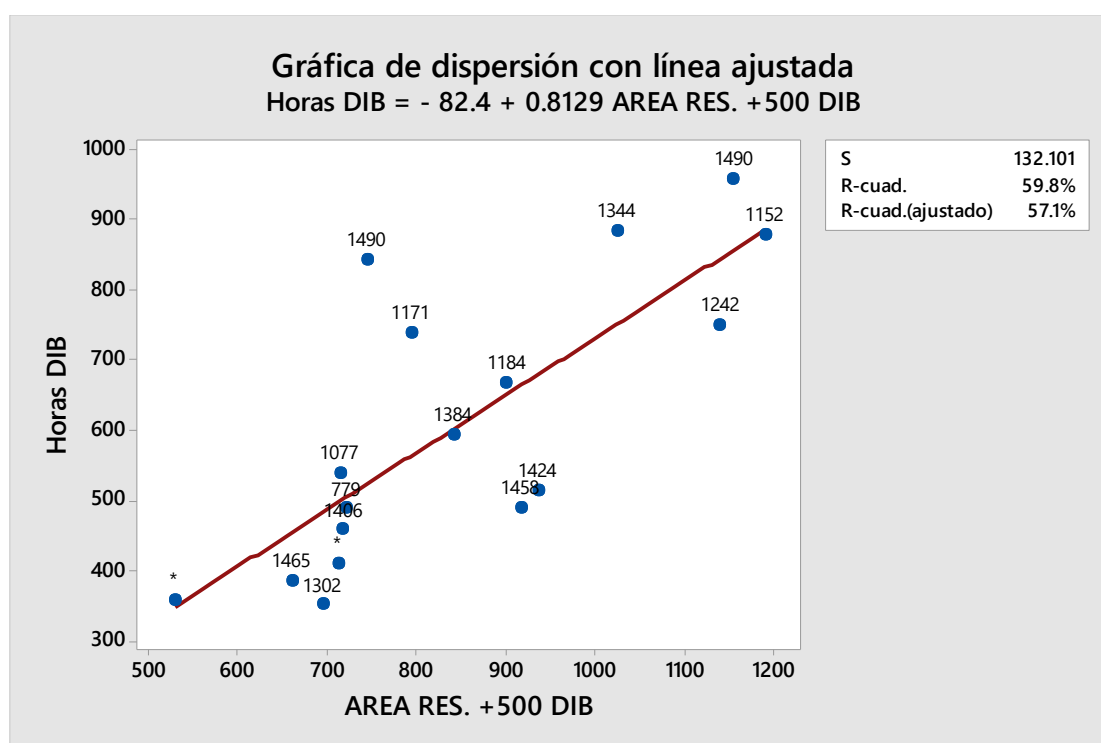
En la Tabla No 12, se muestra en la primera columna el código de los proyectos que se estiman como poco comunes; en la segunda columna, las horas que se invirtieron en el proyecto analizado. Seguidamente, se detalla el metraje correspondiente al proyecto y por último la observación correspondiente a la causa por la cual no se contemplará el dato para ajustar el modelo.

Ajustes de horas dibujante en proyectos de tipo Residencias de +500m²

Se realiza el análisis de los datos poco comunes presentados en la Tabla No 12 y se determina que los proyectos con los códigos 1383 y 1305 presentan muchas horas registradas atribuidas a modificaciones de diseño o mala coordinación con lo cual se generaron reprocesos. También, está el proyecto 940, el cual se genera en la plataforma de dibujo anterior al cambio de

tecnología ACad. Por otra parte, se encuentran los proyectos 1276 y 1333, en los cuales se presentan pocas horas que pueden estar ligadas a omisión de registro de horas o por compartir labores con el arquitecto. Por lo tanto, se procede a realizar el ajuste del modelo descartando estos datos de horas, con lo cual se obtiene la gráfica ajustada presentada en la Figura No 50.

Figura No 50 Gráfico Ajustado Horas Dib. Residencias +500m²



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 50 representa la gráfica de dispersión ajustada para horas dibujante en Residencias de +500m². Se descartan los valores anteriormente descritos, de la misma manera se ajusta la línea de regresión cuya ecuación se representa en la Figura No 51.

Figura No 51 Ecuación de regresión ajustada

$$\text{Horas Dibujante} = -82.4 + 0,8129 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 51 determina las horas dibujante necesarias para llevar a cabo el desarrollo de proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. También como producto del ajuste, se analiza de nuevo el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 52.

Figura No 52 Correlación ajustada

Correlación de Pearson 0,773

Valor p 0,000

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 52 determina que el coeficiente de correlación mejora con el ajuste, lo cual representa una relación moderada superior “0.5”. Esto indica que en cuanto el valor de metros cuadrados aumente, el valor de horas dibujante invertidas también aumentará. Además, establece por medio del “Valor p”, el cual es menor de “0.05”, que la relación entre ambas variables es estadísticamente significativa entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas dibujante invertidas.

Análisis de proyectos tipo Spa/ Club de playa

A continuación, se presentan, por medio de la Tabla No 13, los datos correspondientes a los proyectos de tipo Spa/ Club de playa entregados en fase de planos constructivos, los cuales provienen de la base de datos de Zürcher Arquitectos.

Tabla No 13. Spa/ Club de playa

ÁREA	Código Proyecto	Horas Arq.	Horas Dib.
110	919	22	286
160	866	4	166
261	1443	15,5	159
296	1422	13	398,5
365,01	1512	28	297
619	2858	304,7	1054,82
789	1424	100	524
797	1429	164,24	432,875
1094	937	351	1907
1167	949	317	1256
1182	859	380	1430
1200	788	258	978
1500	805	225	4360
1934	1092	382	1816
1956	639	98	2235
2833	1101	112	1739
3444	1261	110	2068

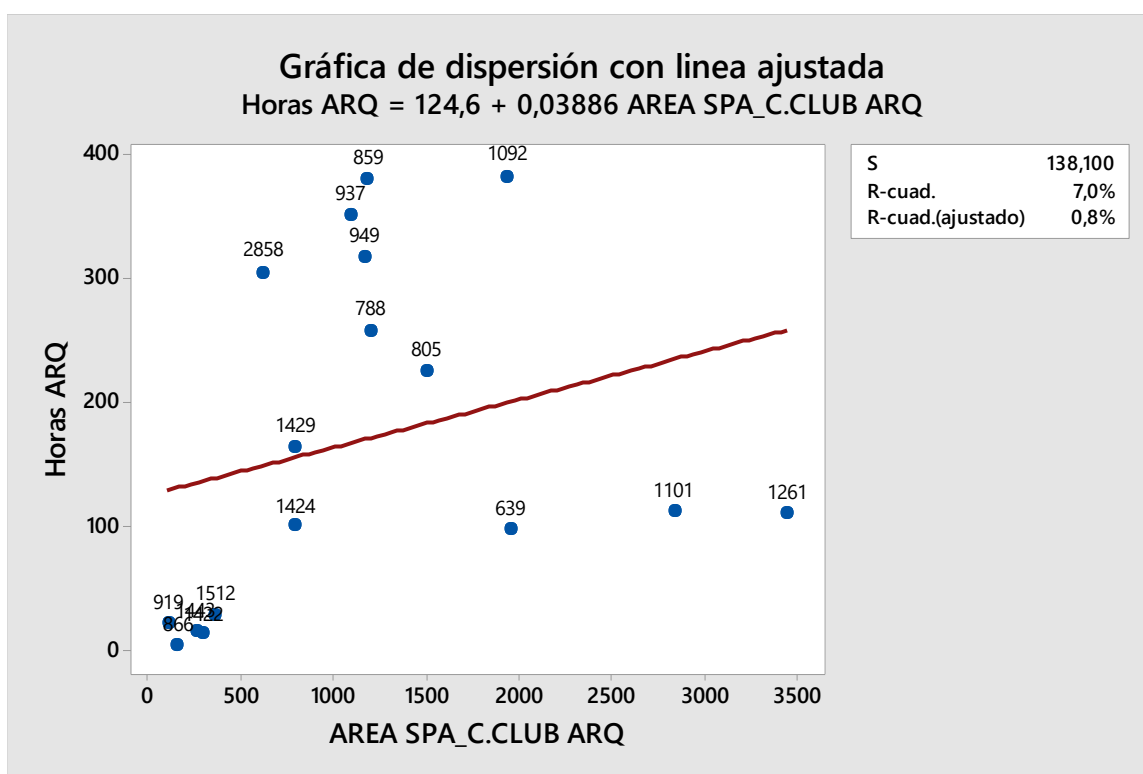
Nota: César Zúñiga Vargas

En la Tabla No 13, se muestran los proyectos de tipo Spa/ Club de playa recolectados del periodo comprendido desde 2014 hasta julio 2018. En la primera columna, se muestra el código de proyecto; en la segunda, el área que comprende el proyecto. Seguidamente, se detallan las horas invertidas en diseño por parte de los arquitectos y en la última fila las horas invertidas por los dibujantes en el desarrollo de los proyectos.

Análisis de horas arquitecto en proyectos de tipo Spa / Club de playa

Se realiza el análisis de datos correspondientes a horas arquitecto en los proyectos de tipo Spa / Club de playa especificados en la Tabla No 13 por medio de la utilización del *software* estadístico Minitab con la aplicación del asistente de regresión para determinar las características y el comportamiento de los datos. Acorde a este análisis, se obtiene la gráfica de dispersión entre otros datos representada en la Figura No 53.

Figura No 53 Gráfico Horas Arq. Spa / Club de playa



Nota: César Zúñiga Vargas

En la gráfica de dispersión presentada en la Figura No 53, se representan las horas arquitecto invertidas en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal los metros cuadrados de diseño del

proyecto, con lo cual se ubican cada uno de los proyectos analizados por medio de puntos con su respectivo código. Además, se representa la línea de regresión, la cual es una media entre todos los datos representados y se define en la ecuación mostrada en la Figura No 54.

Figura No 54 Ecuación Línea de regresión

$$\text{Horas arquitecto} = 124.6 + 0.03886 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 54 determina las horas arquitecto necesarias para llevar a cabo el desarrollo de proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. Además, el análisis por medio de la herramienta estadística provee el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 55.

Figura No 55 Correlación

Correlación de Pearson 0.264

Valor p 0.305

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 55 determina el coeficiente de correlación muy próximo al valor “0” y alejado del valor óptimo de relación “1”, con lo cual se determina que no existe una relación entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas arquitecto invertidas.

Como parte del análisis, se evidencian también aquellos datos que tienen una distancia significativa de la media de datos, la cual es llamada residuo, y son calificados como poco comunes. Estos datos son destacados por medio de la

Tabla No 14 para su análisis independiente en busca de causas asignables que puedan explicar su atipicidad.

Tabla No 14. Observaciones poco comunes

Código	H. Arq.	M ²	Observación
639	98	1956	Muy pocas horas registradas. Proyecto ACad
1101	112	2833	Muy pocas horas registradas
1261	110	3444	Muy pocas horas registradas

Nota: César Zúñiga Vargas

En la

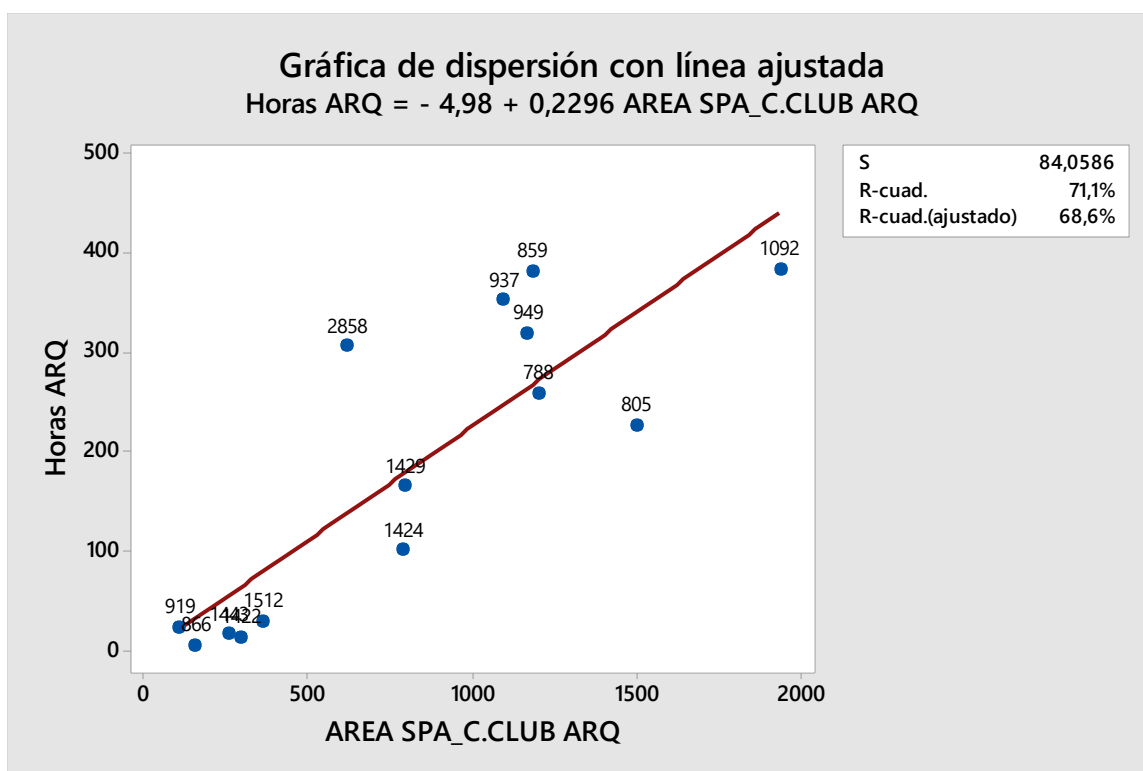
Tabla No 14, se muestra en la primera columna el código de los proyectos que se estiman como poco comunes; en la segunda columna, las horas que se invirtieron en el proyecto analizado. Luego, se detalla el metraje correspondiente al proyecto y por último la observación correspondiente a la causa por la cual no se contemplará el dato para ajustar el modelo.

Ajuste de horas arquitecto en proyectos de tipo Spa / Club de playa

Se realiza el análisis de los datos poco comunes presentados en la

Tabla No 14 y se determina que los proyectos con los códigos 1101 y 1261 presentan muy pocas horas en relación a los metros cuadrados del proyecto. Se realiza la revisión de los datos y se determina que el registro de horas para estos proyectos no es preciso por parte de los arquitectos, los cuales posiblemente omitieron el registro de horas correspondiente. También, se revisa el proyecto código 639 y se establece que se realizó en la plataforma de dibujo anterior ACad. Por tanto, se procede a realizar el ajuste del modelo descartando estos datos de horas, con lo cual se obtiene la gráfica ajustada presentada en la Figura No 56.

Figura No 56 Gráfico Ajustado Horas Arq. Spa / Club de playa



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 56 representa la gráfica de dispersión para horas arquitecto en Spa / Club de playa ajustada descartando los valores de los códigos anteriormente descritos. De la misma manera, se ajusta la línea de regresión, cuya ecuación se representa en la Figura No 57.

Figura No 57 Ecuación de regresión ajustada

$$\text{Horas arquitecto} = -4.98 + 0,2296 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 57 determina las horas arquitecto necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. También, como producto del ajuste, se analiza de nuevo el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 58.

Figura No 58. Correlación ajustada

Correlación de Pearson	0,843
Valor p	0,000

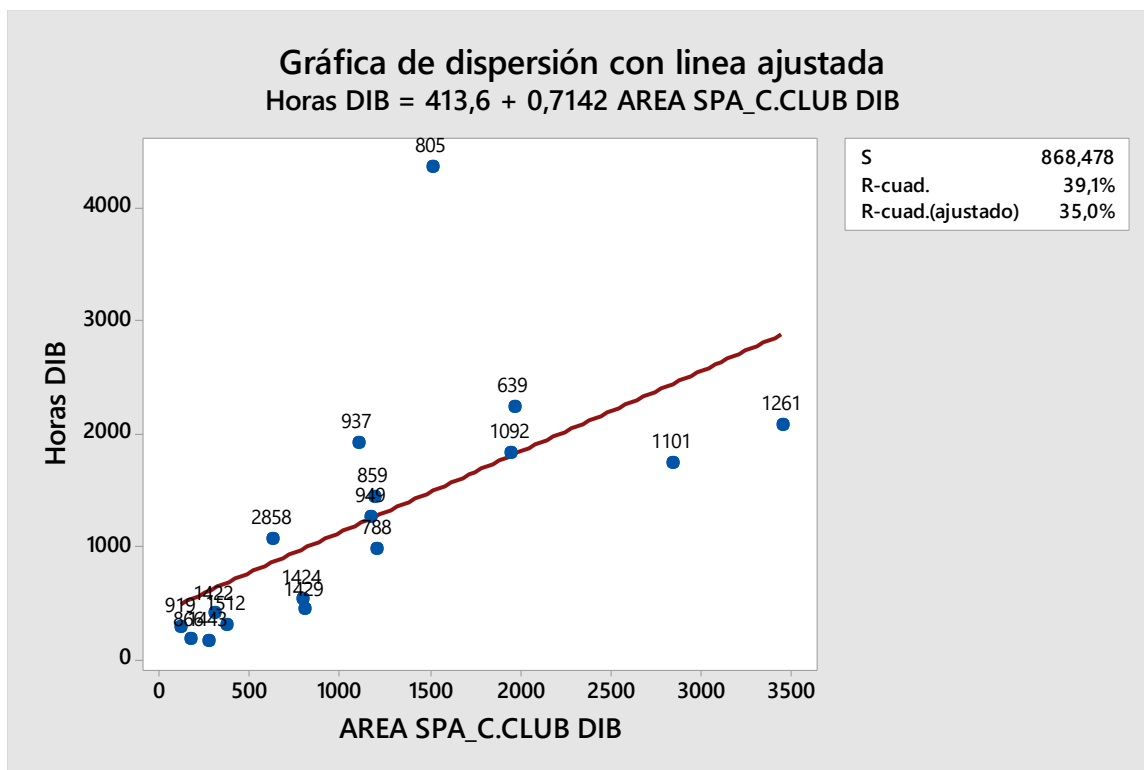
Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 58 determina que el coeficiente de correlación mejora con el ajuste, lo cual representa una relación moderada superior a “0.5” y muy próximo a “1”. Esto indica que en cuanto el valor de metros cuadrados aumente, el valor de horas arquitecto invertidas también aumentará. Además, establece por medio del “Valor p”, el cual es menor de “0.05”, que la relación entre ambas variables es estadísticamente significativa entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas arquitecto invertidas.

Análisis de horas dibujante en proyecto de tipo Spa / Club de playa

Se realiza el análisis de datos correspondientes a horas dibujante de los proyectos de tipo Spa / Club de playa especificados en la Tabla No 13 por medio de la utilización del *software* estadístico Minitab con la aplicación del asistente de regresión para determinar las características y el comportamiento de los datos. Acorde a este análisis, se obtiene la gráfica de dispersión entre otros datos representada en la Figura No 59 mostrada a continuación.

Figura No 59 Gráfico Horas Dib. Spa/ Club de playa



Nota: César Zúñiga Vargas

En la gráfica de dispersión presentada en Figura No 59, se representan las horas dibujante invertidas en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal los metros cuadrados de diseño del proyecto, con lo cual se ubican cada uno de los proyectos analizados por medio de puntos con su respectivo código. Además, se representa la línea de regresión, la cual es una media entre todos los datos representados y se define en la ecuación mostrada en la Figura No 60.

Figura No 60 Ecuación Línea de regresión

$$\text{Horas dibujante} = 413,6 + 0,7142 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 60 determina las horas dibujante necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. Además, el análisis por medio de la herramienta estadística provee el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 61.

Figura No 61 Correlación

Correlación de Pearson 0.625

Valor p 0.007

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 61 establece que el coeficiente de correlación es significativo superior a “0.5”, con lo cual se determina que existe una relación moderada entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas dibujante invertidas.

Como parte del análisis se evidencian también aquellos datos que tienen una distancia significativa de la media de datos, la cual es llamada residuo, y son calificados como poco comunes. Estos datos son destacados por medio de la Tabla No 15 para su análisis independiente en busca de causas asignables que puedan explicar su atipicidad.

Tabla No 15. Observaciones poco comunes

Código	H. Dib.	M ²	Observación
805	4360	1500	Muy pocas horas registradas. Proyecto ACad
1101	1739	2833	Muy pocas horas registradas
1261	2068	3444	Muy pocas horas registradas

Nota: César Zúñiga Vargas

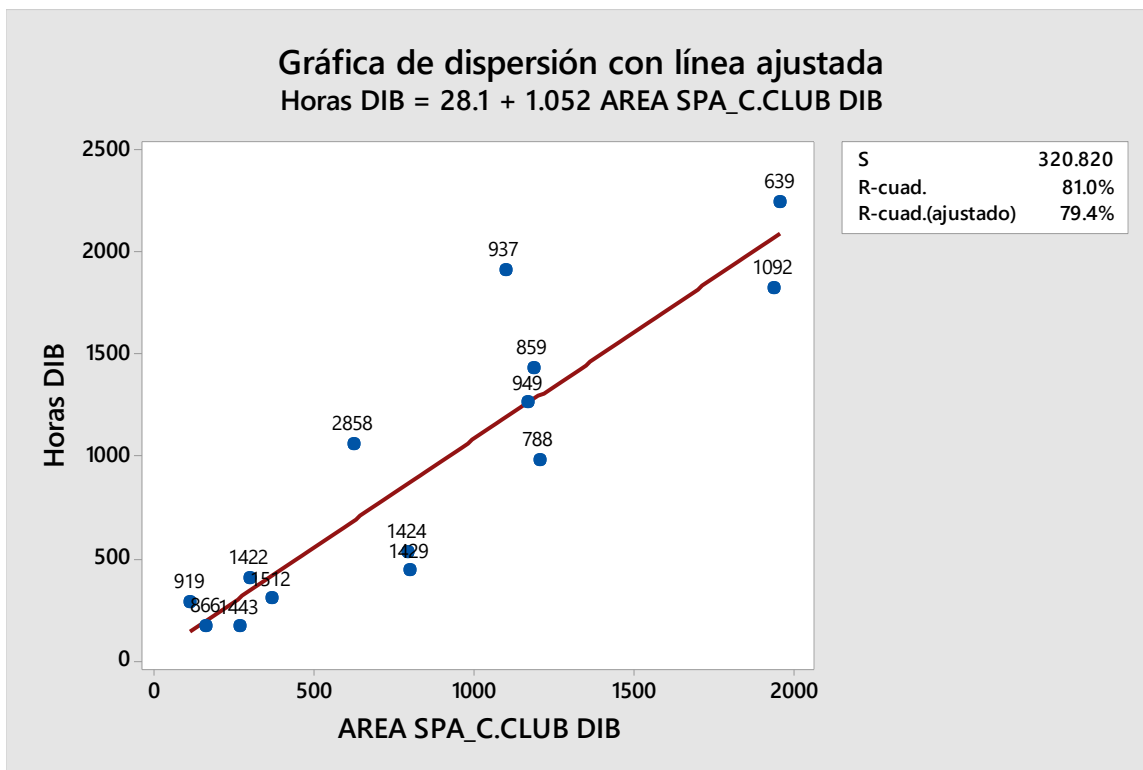
En la Tabla No 15, se muestra en la primera columna el código de los proyectos que se estiman como poco comunes; en la segunda columna, las horas que se invirtieron en el proyecto analizado. Luego, se detalla el metraje correspondiente al proyecto y por último la observación correspondiente a la causa por la cual no se contemplará el dato para ajustar el modelo.

Ajustes de horas dibujante en proyectos de tipo Spa / Club de playa

Se realiza el análisis de los datos poco comunes presentados en la Tabla No 15 y se determina que los proyectos con los códigos 1101 y 1261 presentan muy pocas horas en relación a los metros cuadrados del proyecto. Se realiza la revisión de los datos y se determina que el registro de horas para estos proyectos no es preciso por parte de los dibujantes o que atípicamente los tiempos se redujeron. También, se revisa el proyecto código 805 y se determina que se realizó en la plataforma de dibujo anterior ACad. Por tanto, se procede a realizar el ajuste del modelo

descartando estos datos de horas, con lo cual se obtiene la gráfica ajustada presentada en la Figura No 62.

Figura No 62 Gráfico Ajustado Horas Dib. Spa/ Club de playa



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 62 representa la gráfica de dispersión para horas dibujante en Spa / Casa Club ajustada descartando los valores anteriormente descritos. De la misma manera se ajusta la línea de regresión, cuya ecuación se representa en la Figura No 63.

Figura No 63 Ecuación de regresión ajustada

$$\text{Horas Dibujante} = 28.1 + 1.052 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 63 determina las horas dibujante necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. También, como producto del ajuste, se analiza de nuevo el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 64.

Figura No 64 Correlación ajustada

Correlación de Pearson 0,900

Valor p 0,000

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 64 determina que el coeficiente de correlación mejora con el ajuste, lo cual representa una relación moderada superior a “0.5”. Esto indica que en cuanto el valor de metros cuadrados aumente, el valor de horas dibujante invertidas también aumentará. Además, establece por medio del “Valor p”, el cual es menor de “0.05”, que la relación entre ambas variables es estadísticamente significativa entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas dibujante invertidas.

Análisis de proyectos tipo Hoteles

A continuación, se presentan, por medio de la Tabla No 16, los datos correspondientes a los proyectos de tipo Hoteles entregados en fase de planos constructivos provenientes de la base de datos de Zürcher Arquitectos.

Tabla No 16. Hoteles

ÁREA	Código Proyecto	Horas Arq.	Horas Dib.
993,57	1483	14	558
1406	1429	279,95	850,56
2865	804	270	755
3493	1429	436,73	1277,13
6344,47	1271	1151,5	5555
8203	1429	433,73	1126,64
8913,92	1435	1151	3251,5
9740	1114	630	2624
10371	1197	507	3821
12125	1319	278	2684
14915,92	1164	943,75	4841,5
22461	1006	1922	7508
37850	1292	368	5008

Nota: César Zúñiga Vargas

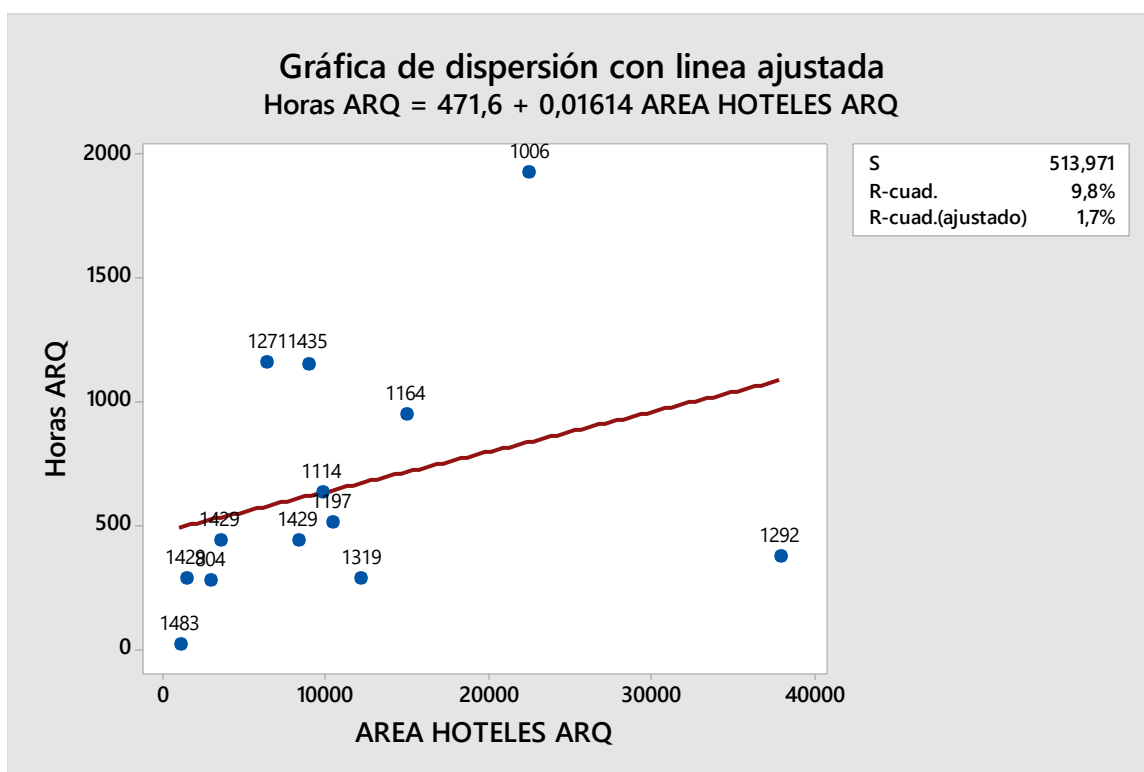
En la Tabla No 16, se muestran los proyectos de tipo Hoteles recolectados del periodo comprendido desde 2014 hasta julio 2018. En la primera columna, se muestra el código de proyecto; en la segunda, el área que comprende el proyecto. Seguidamente, se detallan las horas

que se invirtieron en diseño por parte de los arquitectos y en la última fila las horas invertidas por los dibujantes en el desarrollo de los proyectos.

Análisis de horas arquitecto en proyectos de tipo Hoteles

Se realiza el análisis de datos correspondientes a horas arquitecto de los proyectos de tipo Hoteles especificados en la Tabla No 16 por medio de la utilización del *software* estadístico Minitab con la aplicación del asistente de regresión para determinar las características y el comportamiento de los datos. Acorde a este análisis, se obtiene la gráfica de dispersión entre otros datos representada en la Figura No 65.

Figura No 65 Gráfico Horas Arq. Hoteles



Nota: César Zúñiga Vargas

En la gráfica de dispersión presentada en la Figura No 65, se representan las horas arquitecto invertidas en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal los metros cuadrados de diseño del proyecto, con lo cual se ubican cada uno de los proyectos analizados por medio de puntos con su respectivo código. Además, se representa la línea de regresión, la cual es una media entre todos los datos representados y se define en la ecuación mostrada en la Figura No 66.

Figura No 66 Ecuación Línea de regresión

$$\text{Horas arquitecto} = 471.6 + 0.01614 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 66 determina las horas arquitecto necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. Además, el análisis por medio de la herramienta estadística provee el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 67.

Figura No 67 Correlación

Correlación de Pearson 0.314

Valor p 0.296

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 67 determina el coeficiente de correlación muy próximo al valor “0” y alejado del valor óptimo de relación “1”, con lo cual se determina que no existe una relación entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas arquitecto invertidas.

Como parte del análisis se evidencian también aquellos datos que tienen una distancia significativa de la media de datos, la cual es llamada residuo, y son calificados como poco comunes. Estos datos son destacados por medio de la Tabla No 17 para su análisis independiente en busca de causas asignables que puedan explicar su atipicidad.

Tabla No 17. Observaciones poco comunes

Código	H. Arq.	M ²	Observación
1292	368	37850	Muy pocas horas registradas
1319	278	12125	Muy pocas horas registradas

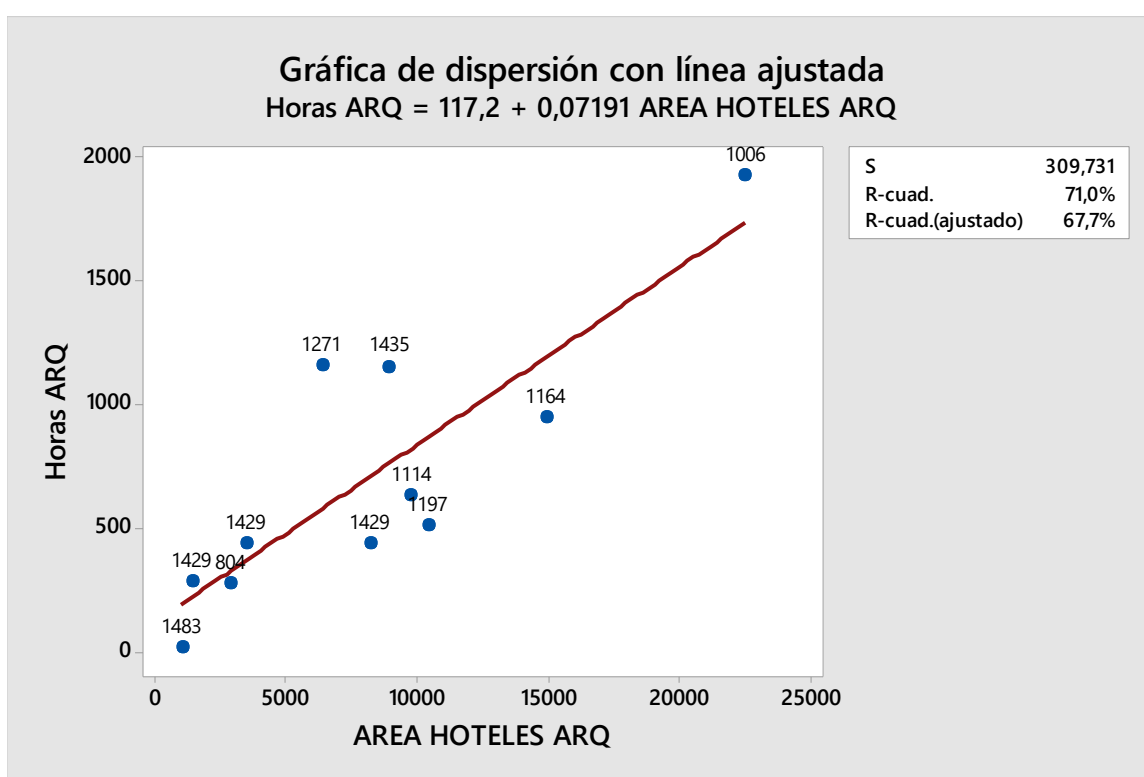
Nota: César Zúñiga Vargas

Por medio de la Tabla No 17, se muestra en la primera columna el código de los proyectos que se estiman como poco comunes; en la segunda columna, las horas que se invirtieron en el proyecto analizado. Luego, se detalla el metraje correspondiente al proyecto y por último la observación correspondiente a la causa por la que no se contemplará el dato para ajustar el modelo.

Ajuste de horas arquitecto en proyectos de tipo Hoteles

Se realiza el análisis de los datos poco comunes presentados en la Tabla No 16 y se determina que los proyectos con los códigos 1292 y 1319 presentan muy pocas horas en relación a los metros cuadrados del proyecto. Se realiza la revisión de los datos y se determina que el registro de horas para estos proyectos no es preciso por parte de los arquitectos. Por tanto, se procede a realizar el ajuste del modelo descartando estos datos de horas, con lo cual se obtiene la gráfica ajustada presentada en la Figura No 68.

Figura No 68 Gráfico Ajustado Horas Arq. Hoteles



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 68 representa la gráfica de dispersión ajustada para horas arquitecto en Hoteles descartando los valores de los códigos anteriormente descritos. De la misma manera, se ajusta la línea de regresión cuya ecuación se representa en la Figura No 69.

Figura No 69 Ecuación de regresión ajustada

$$\text{Horas arquitecto} = 117.2 + 0.07191 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 69 determina las horas arquitecto necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. También, como producto del ajuste, se analiza de nuevo el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 70.

Figura No 70 Correlación ajustada

Correlación de Pearson	0,842
Valor p	0,001

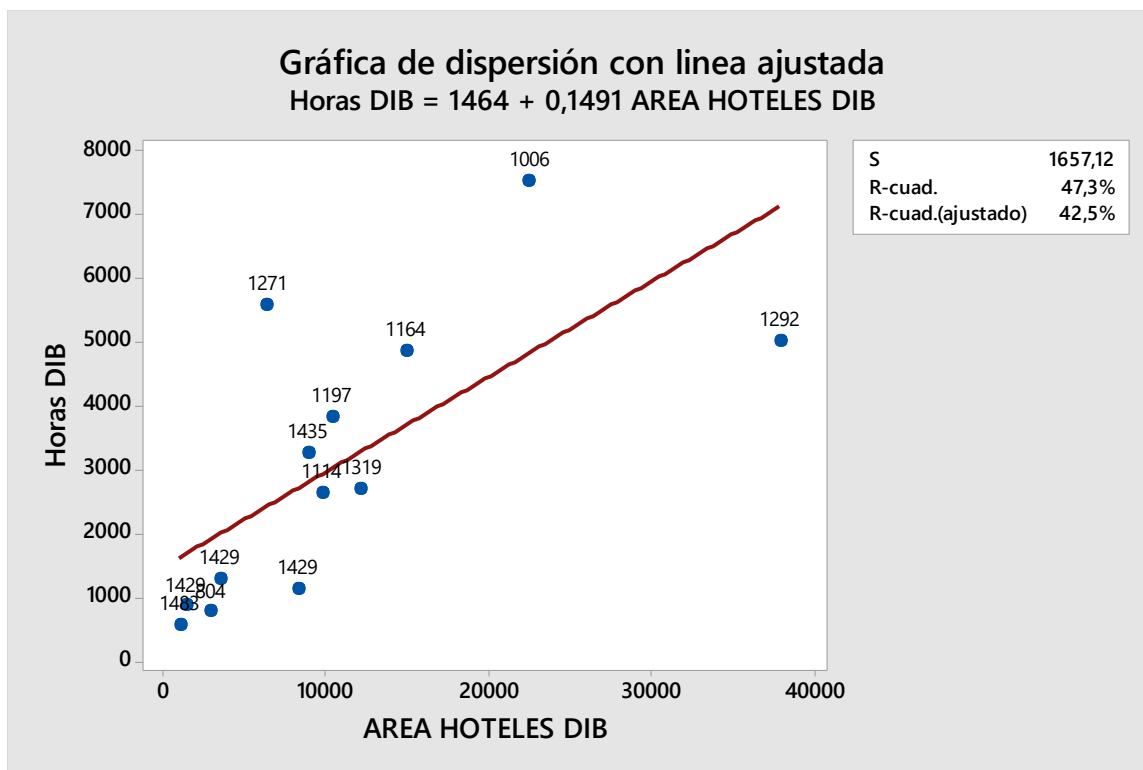
Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 70 determina que el coeficiente de correlación mejora con el ajuste, lo cual representa una buena relación de “0.5”. Esto indica que en cuanto el valor de metros cuadrados aumente, el valor de horas arquitecto invertidas también aumentará. Además, establece por medio del “Valor p”, el cual es menor de “0.05”, que la relación entre ambas variables es estadísticamente significativa entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas arquitecto invertidas.

Análisis de horas dibujante en proyectos de tipo Hoteles

Se realiza el análisis de datos correspondientes a horas dibujante de los proyectos de tipo Hoteles especificados en la Tabla No 16 por medio de la utilización del *software* estadístico Minitab con la aplicación del asistente de regresión para determinar las características y el comportamiento de los datos. Acorde a este análisis se obtiene la gráfica de dispersión entre otros datos representada en la Figura No 71.

Figura No 71 Gráfico Horas Dib. Hoteles



Nota: César Zúñiga Vargas

En la gráfica de dispersión presentada en la Figura No 71, se representan las horas dibujante invertidas en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal los metros cuadrados de diseño del proyecto, con lo cual se ubican cada uno de los proyectos analizados por medio de puntos con su respectivo código. Además, se representa la línea de regresión, la cual es una media entre todos los datos representados y se define en la ecuación mostrada en la Figura No 72.

Figura No 72 Ecuación Línea de regresión

$$\text{Horas Dibujante} = 1464 + 0.1491 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 72 determina las horas Dibujante necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. Además, el análisis por medio de la herramienta estadística provee el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 73.

Figura No 73 Correlación

Correlación de Pearson 0.688

Valor p 0.009

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 73 determina el coeficiente de correlación superior a “0.5”, con lo cual se establece que existe una relación moderada entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas dibujante invertidas.

Como parte del análisis se evidencian también aquellos datos que tienen una distancia significativa de la media de datos, la cual es llamada residuo, y son calificados como poco comunes. Estos datos son destacados por medio de la Tabla No 18 para su análisis independiente en busca de causas asignables que puedan explicar su atipicidad.

Tabla No 18. Observaciones poco comunes

Código	H. Dib.	M ²	Observación
1292	5008	37850	Muy pocas horas registradas
1271	5555	6344.5	Muchas horas registradas, rediseños coordinación

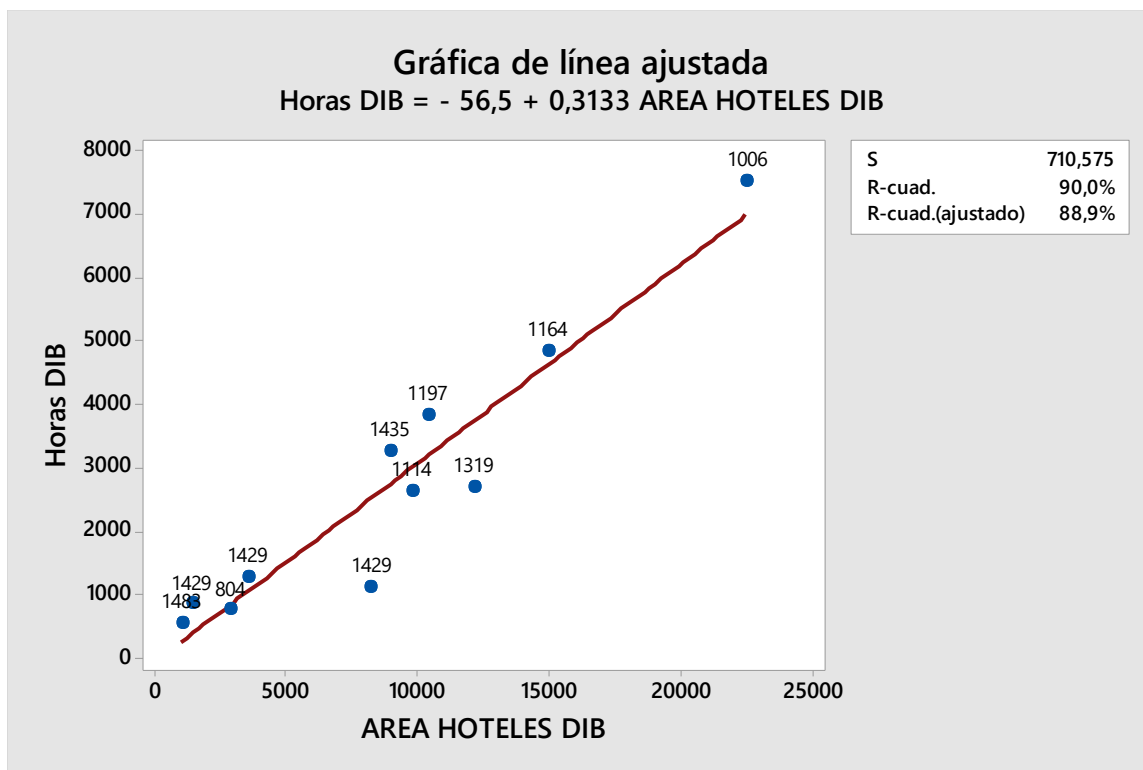
Nota: César Zúñiga Vargas

En la Tabla No 18, se muestra en la primera columna el código de los proyectos que se estiman como poco comunes; en la segunda columna, las horas que se invirtieron en el proyecto analizado. Luego, se detalla el metraje correspondiente al proyecto y por último la observación correspondiente a la causa por la que no se contemplará el dato para ajustar el modelo.

Ajustes de horas dibujante en proyectos de tipo Hoteles

Se realiza el análisis de los datos poco comunes presentados en la Tabla No 18 y se determina que el proyecto con el código 1292 presenta muy pocas horas en relación a los metros cuadrados del diseño, los cuales pueden estar ligados a condiciones atípicas del proceso. Para el proyecto con el código 1271, se le atribuyen muchas horas registradas, esto debido a múltiples modificaciones de diseño y mala coordinación en obras propias del proyecto. Por tanto, se procede a realizar el ajuste del modelo descartando estos datos de horas, con lo cual se obtiene la gráfica ajustada presentada en la Figura No 74.

Figura No 74 Gráfico Ajustado Horas Dib. Hoteles



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 74 representa la gráfica de dispersión ajustada para horas dibujante en Hoteles descartando los valores anteriormente descritos. De la misma manera, se ajusta la línea de regresión cuya ecuación se representa en la Figura No 75.

Figura No 75 Ecuación de regresión ajustada

$$\text{Horas Dibujante} = 56.5 + 0.3133 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 75 determina las horas dibujante necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. También, como producto del ajuste, se analiza de nuevo el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 76.

Figura No 76 Correlación

Correlación de Pearson	0,949
Valor p	0,000

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 76 determina que el coeficiente de correlación mejora con el ajuste, lo cual representa una relación muy cercana al valor óptimo de correlación “1”. Esto indica que en cuanto el valor de metros cuadrados aumente, el valor de horas dibujante invertidas también aumentará. Además, establece por medio del “Valor p”, el cual es menor de “0.05”, que la relación entre ambas variables es estadísticamente significativa entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas dibujante invertidas.

Análisis de proyectos tipo Condominios

A continuación, se presentan, por medio de la Tabla No 19, los datos correspondientes a los proyectos de tipo Condominios entregados en fase de planos constructivos, los cuales provienen de la base de datos de Zürcher Arquitectos.

Tabla No 19. Condominios

ÁREA	Código Proyecto	Horas Arq.	Horas Dib.
778,8	1490	49,5	594
896,94	1490	50,5	891,5
897,01	1512	59,5	381,5
1219,5	1490	58,5	904
1311	1424	274	2030,5
1640	1443	175	941
4094,82	1293	204,5	538
5455,22	1220	48	1475,25
13075	1273	539	2871
14412	1422	214,5	2612
16671,61	1315	280,5	1534
57571,04	1159	495,5	4316,5

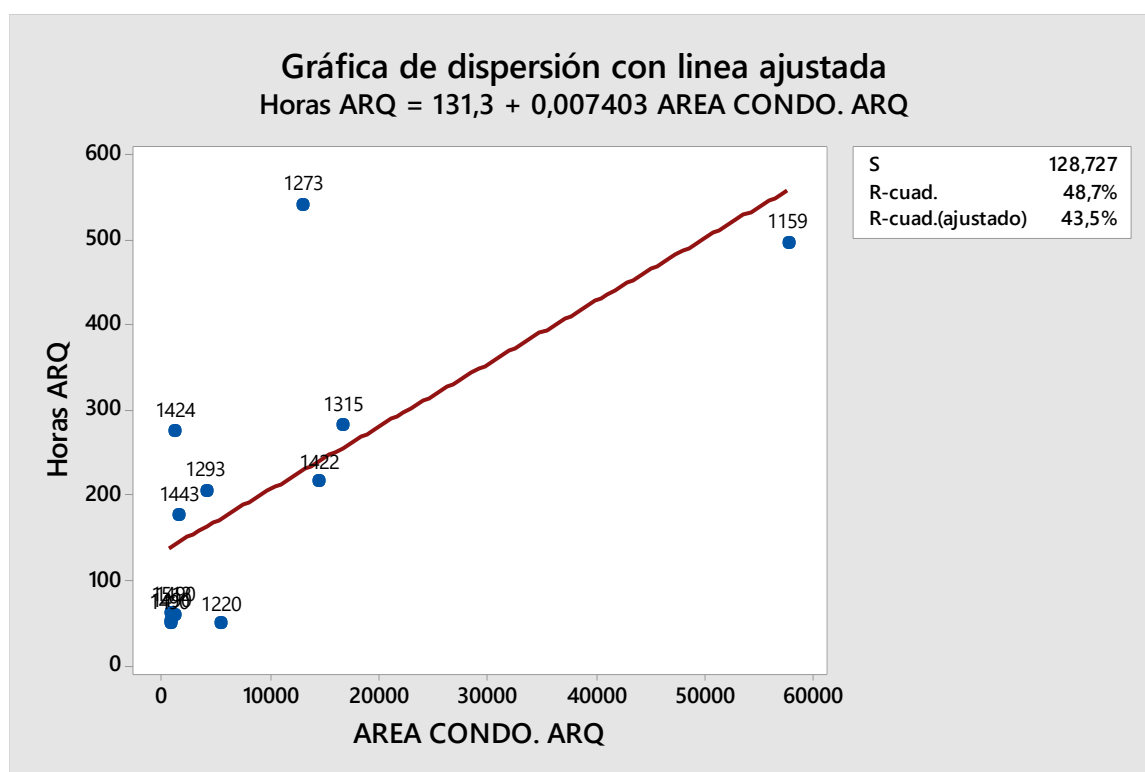
Nota: César Zúñiga Vargas

En la Tabla No 19, se muestran los proyectos de tipo Condominios recolectados del periodo comprendido desde 2014 hasta julio 2018. En la primera columna, se muestra el código de proyecto; en la segunda, el área que comprende el proyecto. Seguidamente, las horas que se invirtieron en diseño por parte de los arquitectos y en la última fila las horas invertidas por los dibujantes en el desarrollo de los proyectos.

Análisis de horas arquitecto en proyectos de tipo Condominios

Se realiza el análisis de datos correspondientes a horas arquitecto de los proyectos de tipo Condominios especificados en la Tabla No 19 por medio de la utilización del *software* estadístico Minitab con la aplicación del asistente de regresión para determinar las características y el comportamiento de los datos. Acorde a este análisis se obtiene la gráfica de dispersión entre otros datos representada en la Figura No 77.

Figura No 77 Gráfico Horas Arq. Condominios



Nota: César Zúñiga Vargas

En la gráfica de dispersión presentada en la Figura No 77, se representan las horas arquitecto invertidas en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal los metros cuadrados de diseño del proyecto, con lo cual se ubican cada uno de los proyectos analizados por medio de puntos con su respectivo código. Además, se representa la línea de regresión la cual media entre todos los datos representado definiendo la ecuación representada en la Figura No 78.

Figura No 78 Ecuación Línea de regresión

$$\text{Horas Arquitecto} = 131.3 + 0.007403 \times \text{m}^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 78 determina las horas arquitecto necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. Además, el análisis por medio de la herramienta estadística provee el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 79.

Figura No 79 Correlación

Correlación de Pearson	0.698
Valor p	0.012

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 79 determina el coeficiente de correlación superior a “0.5”, lo cual indica que en los valores se encuentra una relación moderada entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas arquitecto invertidas.

Como parte del análisis se evidencian también aquellos datos que tienen una distancia significativa de la media de datos, la cual es llamada residuo, y son calificados como poco comunes. Estos datos son destacados por medio de la Tabla No 20 para su análisis independiente en busca de causas asignables que puedan explicar su atipicidad.

Tabla No 20. Observaciones poco comunes

Código	H. Arq.	M²	Observación
1273	539	13075	Muchas horas registradas para metraje
1220	48	5455.22	Muy pocas horas registradas para metraje

Nota: César Zúñiga Vargas

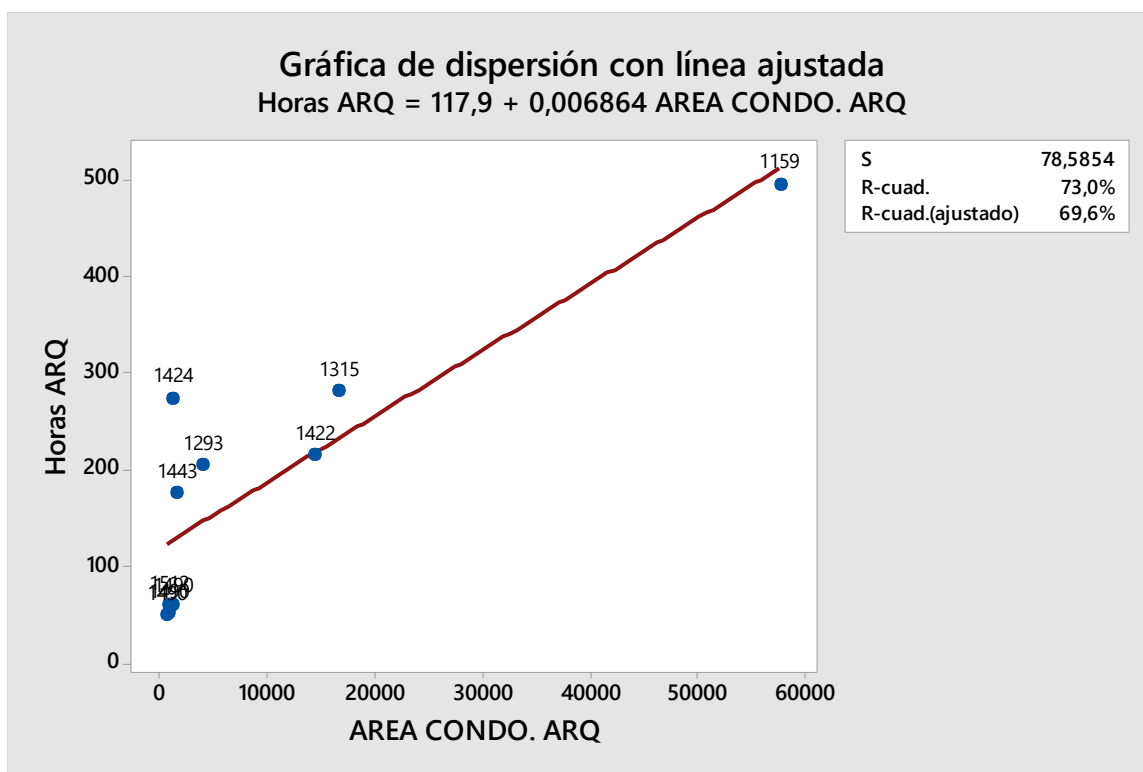
En la Tabla No 20, se muestra en la primera columna el código de los proyectos que se estiman como poco comunes; en la segunda columna, las horas que se invirtieron en el proyecto analizado. Luego, se detalla el metraje correspondiente al proyecto y por último la observación correspondiente a la causa por la que no se contemplará el dato para ajustar el modelo.

Ajuste de horas arquitecto en proyectos de tipo Condominio

Se realiza el análisis de los datos poco comunes presentados en la Tabla No 20 y se determina que el proyecto con el código 1220, presenta muy pocas horas en relación a los metros

cuadrados del proyecto. Se realiza la revisión de los datos y se determina que el registro de horas para este proyecto no es preciso por parte de los arquitectos. Además, para el proyecto 1273, se determina que las horas invertidas en este pueden haber estado influenciadas por la complejidad o curva de aprendizaje del arquitecto. Por tanto, se procede a realizar el ajuste del modelo descartando estos datos de horas, con lo cual se obtiene la gráfica ajustada presentada en la Figura No 80.

Figura No 80 Gráfico Ajustado Horas Arq. Condominios



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 80 representa la gráfica de dispersión ajustada para horas arquitecto en Condominio descartando los valores de los códigos anteriormente descritos. De la misma manera, se ajusta la línea de regresión cuya ecuación se representa en la Figura No 81.

Figura No 81 Ecuación de regresión ajustada

$$\text{Horas Arquitecto} = 117 + 0,006864 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 81 determina las horas arquitecto necesarias para llevar a cabo el desarrollo de proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto.

También, como producto del ajuste, se analiza de nuevo el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 82.

Figura No 82 Correlación ajustada

Correlación de Pearson	.854
Valor p	0,002

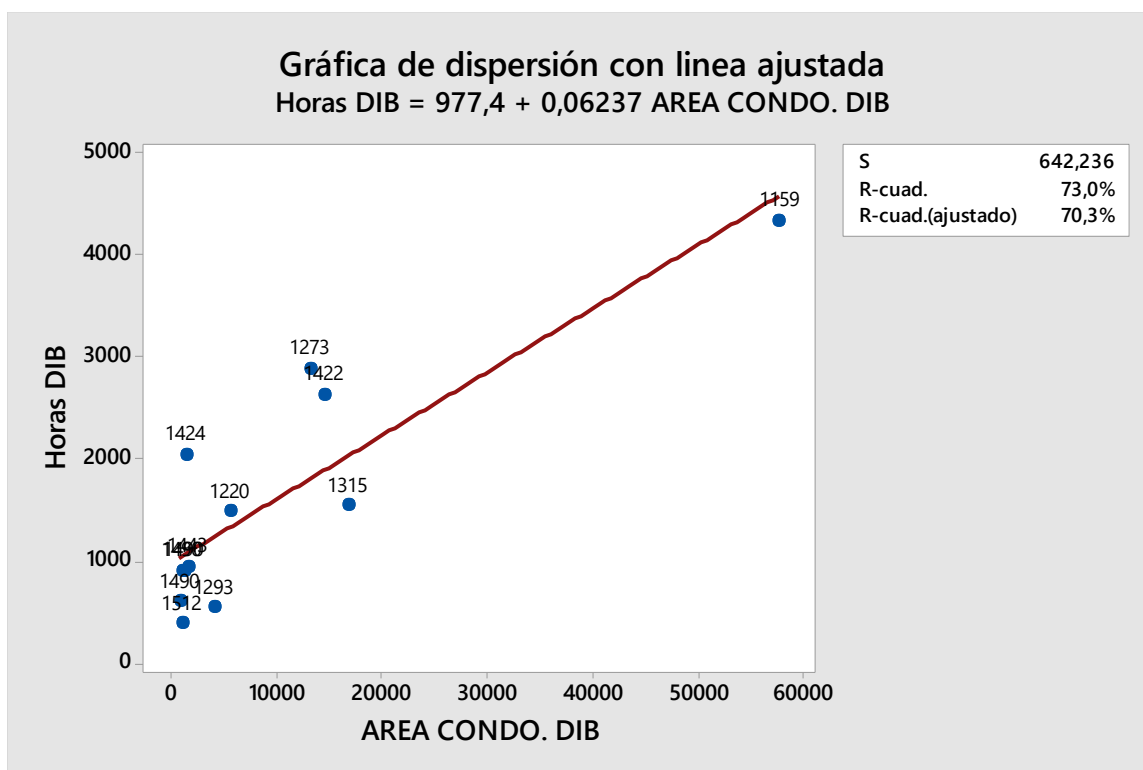
Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 82 determina que el coeficiente de correlación mejora con el ajuste, lo cual representa una buena relación entre factores. Esto indica que en cuanto el valor de metros cuadrados aumente, el valor de horas arquitecto invertidas también aumentará. Además, establece por medio del “Valor p”, el cual es menor de “0.05”, que la relación entre ambas variables es estadísticamente significativa entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas arquitecto invertidas.

Análisis de horas dibujante en proyectos de tipo Condominio

Se realiza el análisis de datos correspondientes a horas dibujante en los proyectos de tipo Condominio especificados en la Tabla No 19 por medio de la utilización del *software* estadístico Minitab con la aplicación del asistente de regresión para determinar las características y el comportamiento de los datos. Acorde a este análisis se obtiene la gráfica de dispersión entre otros datos representada en la Figura No 83.

Figura No 83 Gráfico Horas Dib. Condominios



Nota: César Zúñiga Vargas

En la gráfica de dispersión presentada en la Figura No 83, se representan las horas dibujante invertidas en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal los metros cuadrados de diseño del proyecto, con lo cual se ubican cada uno de los proyectos analizados por medio de puntos con su respectivo código. Además, se representa la línea de regresión la cual es una media entre todos los datos representados y se define en la ecuación mostrada en la Figura No 84.

Figura No 84 Ecuación Línea de regresión

$$\text{Horas Dibujante} = 977.4 + 0.06237 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 84 determina las horas dibujante necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. Además, el análisis por medio de la herramienta estadística provee el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 85.

Figura No 85 Correlación

Correlación de Pearson	0.854
Valor p	0.000

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 85 determina el coeficiente de correlación alto, muy próximo al valor óptimo de correlación “1”, con lo cual se determina que existe una buena relación entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas dibujante invertidas.

Como parte del análisis, se evidencian también aquellos datos que tienen una distancia significativa de la media de datos, la cual es llamada residuo, y son calificados como poco comunes. Estos datos son destacados por medio de la Tabla No 21 para su análisis independiente en busca de causas asignables que puedan explicar su atipicidad.

Tabla No 21. Observaciones poco comunes

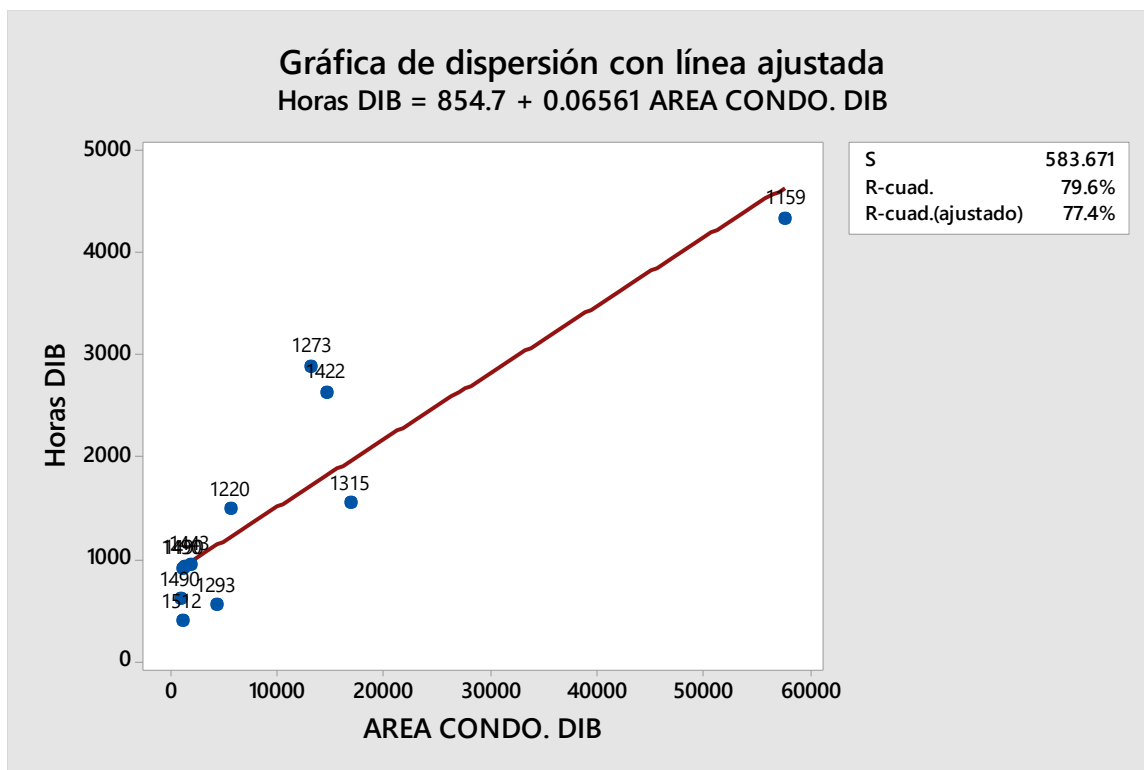
Código	H. Dib.	M ²	Observación
1424	1311	2030.50	Muchas horas registradas, rediseños coordinación

Nota: César Zúñiga Vargas

Por medio de la Tabla No 21 se muestra en la primera columna el código del proyecto que se estima como poco común; en la segunda columna, las horas que se invirtieron en el proyecto analizado. Luego, se detalla el metraje correspondiente al proyecto y por último la observación correspondiente a la causa por la que no se contemplará el dato para ajustar el modelo.

Ajuste de horas dibujante en proyectos de tipo Condominio

Se realiza el análisis de los datos poco comunes presentados en la Tabla No 21 y se determina que el proyecto con el código 1424 presenta muchas horas registradas atribuidas a modificaciones de diseño o mala coordinación, con lo cual se generaron reprocesos. Por tanto, se procede a realizar el ajuste del modelo descartando estos datos de horas, con lo cual se obtiene la gráfica ajustada presentada en la Figura No 86.

Figura No 86 Gráfico Ajustado Horas Dib. Condominios

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 86 representa la gráfica de dispersión ajustada para horas dibujante en Condominio descartando los valores anteriormente descritos. De la misma manera, se ajusta la línea de regresión cuya ecuación se representa en la Figura No 87.

Figura No 87 Ecuación de regresión ajustada

$$\text{Horas Dibujante} = 854.7 + 0,06561 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 87 determina las horas dibujante necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. También, como producto del ajuste, se analiza de nuevo el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 88.

Figura No 88 Correlación ajustada

Correlación de Pearson 0,892

Valor p 0,000

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 88 determina que el coeficiente de correlación mejora con el ajuste, lo cual representa una buena relación, con esto se indica que en cuanto el valor de metros cuadrados aumente, el valor de horas dibujante invertidas también aumentará. Además, establece por medio del “Valor p”, el cual es menor de “0.05”, que la relación entre ambas variables es estadísticamente significativa entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas dibujante invertidas.

Análisis de proyectos tipo Residencias -500m²

A continuación, se presentan, por medio de la Tabla No 22, los datos correspondientes a los proyectos de tipo Residencias de -500m² entregados en fase de planos constructivos provenientes de la base de datos de Zürcher Arquitectos.

Tabla No 22 Residencias -500m²

ÁREA	Código Proyecto	Horas Arq.	Horas Dib.
200	1382	65	200
247	1443	39	426,5
303	1095	74	260
305	1484	186	163
351,35	1512	31,5	278
360	1354	38	283
400	1861	121	789
417,13	1512	37	277
418	1443	72	424
449	1407	62	322
457	1407	28	390
497	913	100	394

Nota: César Zúñiga Vargas

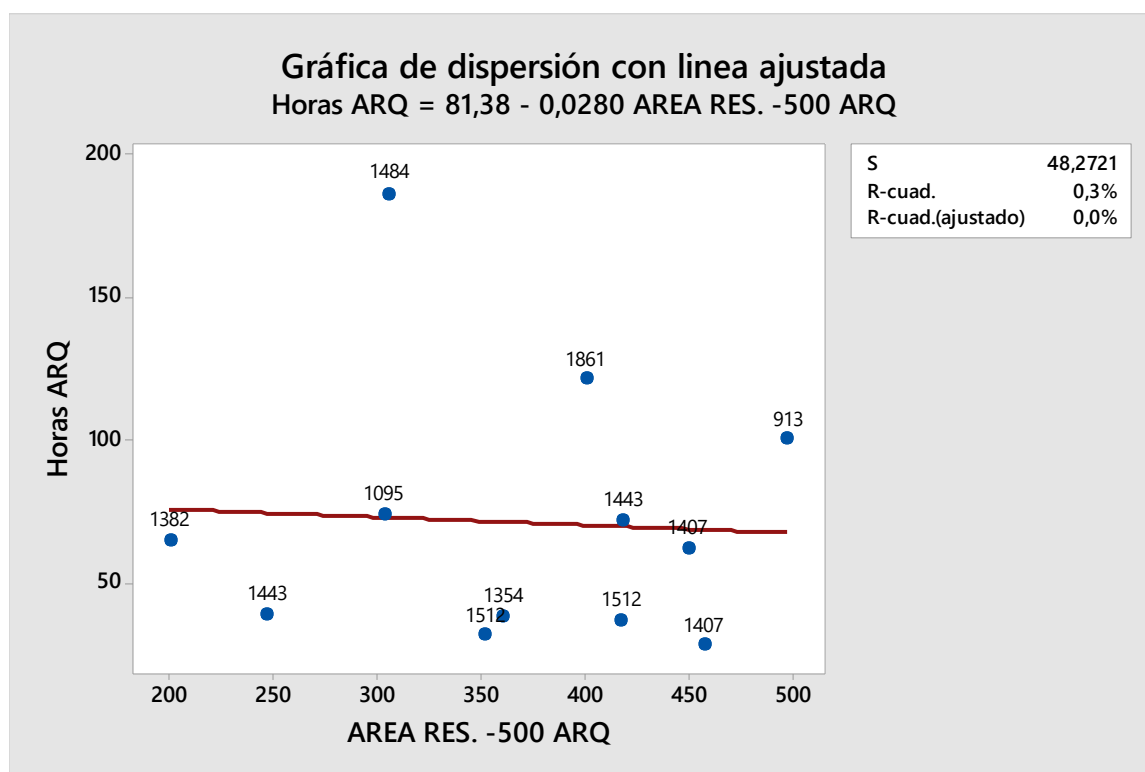
En la Tabla No 22, se muestran los proyectos de tipo Residencias de -500m² recolectados del periodo comprendido desde 2014 hasta julio 2018. En la primera columna, se muestra el código de proyecto; en la segunda, el área que comprende el proyecto. Seguidamente, las horas que se

invertieron en diseño por parte de los arquitectos y en la última fila las horas invertidas por los dibujantes en el desarrollo de los proyectos.

Análisis de horas arquitecto en proyectos de tipo Residencias de -500m²

Se realiza el análisis de datos correspondientes a horas arquitecto de los proyectos de tipo Residencias de - 500m² especificados en la Tabla No 22 por medio de la utilización del *software* estadístico Minitab con la aplicación del asistente de regresión para determinar las características y el comportamiento de los datos. Acorde a este análisis se obtiene la gráfica de dispersión entre otros datos representada en la Figura No 89.

Figura No 89 Gráfico Horas Arq. Residencias -500m²



Nota: César Zúñiga Vargas

En la gráfica de dispersión presentada en la Figura No 89, se representan las horas arquitecto invertidas en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal los metros cuadrados de diseño del proyecto, con lo cual se ubican cada uno de los proyectos analizados por medio de puntos con su respectivo código. Además, se representa la línea de regresión la cual es una media entre todos los datos representados y se define en la ecuación mostrada en la Figura No 90.

Figura No 90 Ecuación Línea de regresión

$$\text{Horas arquitecto} = 81.38 + 0.0280 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 90 determina las horas arquitecto necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. Además, el análisis por medio de la herramienta estadística provee el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 91.

Figura No 91 Correlación

Correlación de Pearson -0.054

Valor p 0.867

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 91 determina el coeficiente de correlación muy próximo al valor “0” y alejado del valor óptimo de relación “-1”, con lo cual se determina que no existe una relación entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas arquitecto invertidas.

Como parte del análisis se evidencian también aquellos datos que tienen una distancia significativa de la media de datos, la cual es llamada residuo, y son calificados como poco comunes. Estos datos son destacados por medio de la Tabla No 23 para su análisis independiente en busca de causas asignables que puedan explicar su atipicidad.

Tabla No 23. Observaciones poco comunes

Código	H. Arq.	M ²	Observación
1484	186	305	Muchas horas, problemas de coordinación
1512	37	417	Muy pocas horas registradas
1407	28	457	Muy pocas horas registradas
1861	121	400	Muchas horas, problemas de coordinación, rediseño

Nota: César Zúñiga Vargas

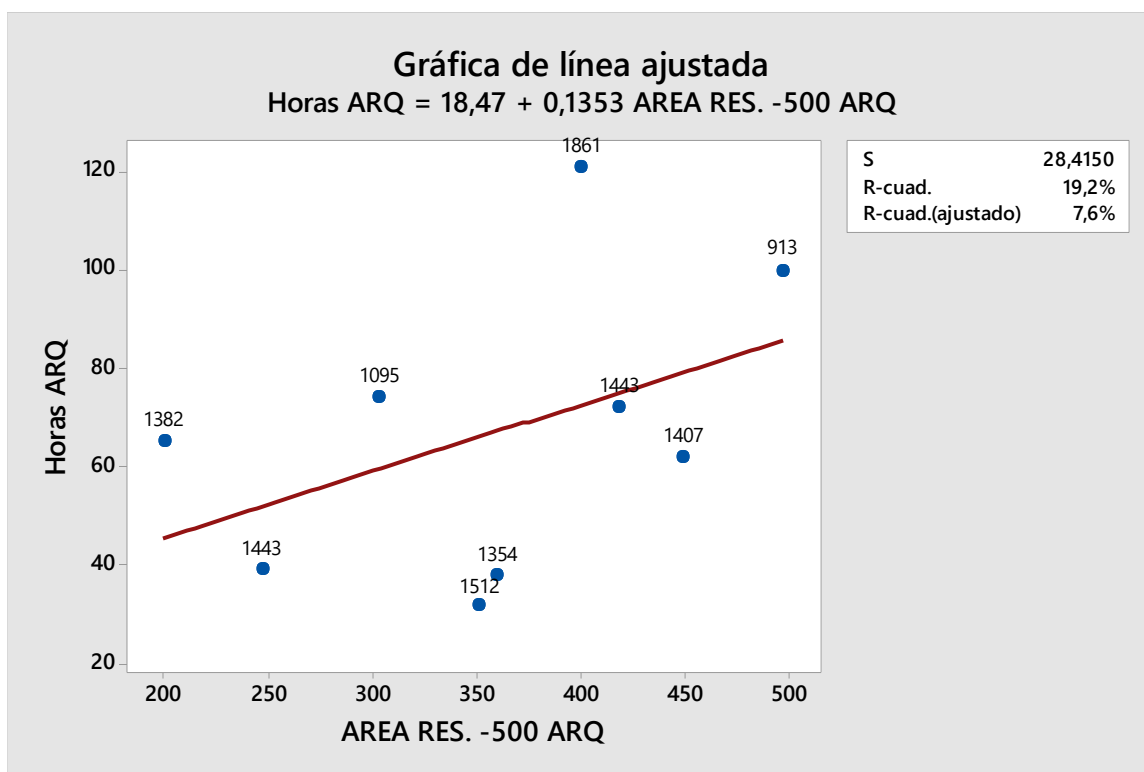
En la Tabla No 23, se muestra en la primera columna el código de los proyectos que se estiman como poco comunes; en la segunda columna, las horas que se invirtieron en el proyecto

analizado. Luego, se detalla el metraje correspondiente al proyecto y por último la observación correspondiente a la causa por la cual no se contemplará el dato para ajustar el modelo.

Ajuste de horas arquitecto en proyectos de tipo Residencias de -500m²

Se realiza el análisis de los datos poco comunes presentados en la Tabla No 23 y se determina que los proyectos con los códigos 1512 y 1407 presentan muy pocas horas en relación a los metros cuadrados del proyecto. Se realiza la revisión de los datos y se determina que el registro de horas para estos proyectos no es preciso por parte de los arquitectos. También, se analizan las causas que median los proyectos con los códigos 1484 y 1861, los cuales contienen gran cantidad de horas acorde al metraje de diseño, esto debido a problemas de coordinación. Por tanto, se procede a realizar el ajuste del modelo descartando estos datos de horas, con lo cual se obtiene la gráfica ajustada presentada en la Figura No 92.

Figura No 92 Gráfico Horas Ajustado Arq. Residencias -500m²



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 92 representa la gráfica de dispersión ajustada para horas arquitecto en Residencias de +500m² descartando los valores de los códigos anteriormente descritos. De la misma manera, se ajusta la línea de regresión cuya ecuación se representa en la Figura No 93.

Figura No 93 Ecuación de regresión ajustada

$$\text{Horas Arquitecto} = 18.47 + 0,1353 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 93 determina las horas arquitecto necesarias para llevar a cabo el desarrollo de proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. También, como producto del ajuste, se analiza de nuevo el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 94.

Figura No 94 Correlación ajustada

Correlación de Pearson	0,438
Valor p	0,238

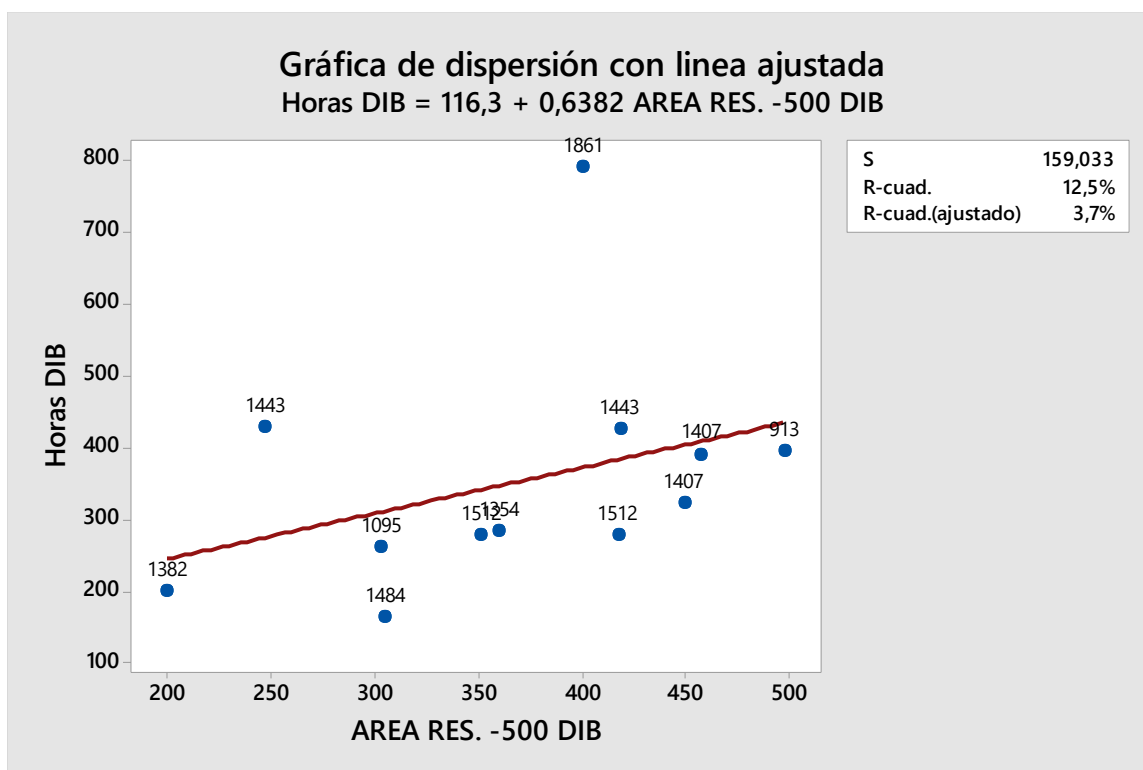
Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 94 determina el coeficiente de correlación bajo, sin embargo, se tiene en cuenta la poca cantidad de datos logrados recopilar. De igual manera, se someterá a comparación con el modelo actual y se mantendrá bajo análisis incrementando la muestra conforme finalicen más proyectos de esta categoría de diseño.

Análisis de horas dibujante en proyectos de tipo Residencias de -500m²

Se realiza el análisis de datos correspondientes a horas dibujante de los proyectos de tipo Residencias de - 500m² especificados en la Tabla No 22 por medio de la utilización del *software* estadístico Minitab con la aplicación del asistente de regresión para determinar las características y el comportamiento de los datos. Acorde a este análisis se obtiene la gráfica de dispersión entre otros datos representada en la Figura No 95.

Figura No 95 Gráfico Horas Dib. Residencias -500m²



Nota: César Zúñiga Vargas

En la gráfica de dispersión presentada en Figura No 95, se representan las horas dibujante invertidas en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal los metros cuadrados de diseño del proyecto, con lo cual se ubican cada uno de los proyectos analizados por medio de puntos con su respectivo código. Además, se representa la línea de regresión, la cual es una media entre todos los datos representados y se define en la ecuación mostrada en la Figura No 96.

Figura No 96 Ecuación Línea de regresión

$$\text{Horas Dibujante} = 116.3 + 0.6382 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 96 determina las horas dibujante necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. Además, el análisis por medio de la herramienta estadística provee el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 97.

Figura No 97 Correlación

Correlación de Pearson 0.353

Valor p 0.260

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 97 determina el coeficiente de correlación muy próximo al valor “0” y alejado del valor óptimo de relación “1”, con lo cual se establece que no existe una relación entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas dibujante invertidas.

Como parte del análisis, se evidencian también aquellos datos que tienen una distancia significativa de la media de datos, la cual es llamada residuo, y son calificados como poco comunes. Estos datos son destacados por medio de la Tabla No 24 para su análisis independiente en busca de causas asignables que puedan explicar su atipicidad.

Tabla No 24. Observaciones poco comunes

Código	H. Dib.	M ²	Observación
1861	789	400	Muchas horas registradas, rediseños coordinación
1484	163	305	Muy pocas horas registradas
1443	424	418	Muchas horas registradas, rediseños coordinación
1443	426	247	Muchas horas registradas, rediseños coordinación

Nota: César Zúñiga Vargas

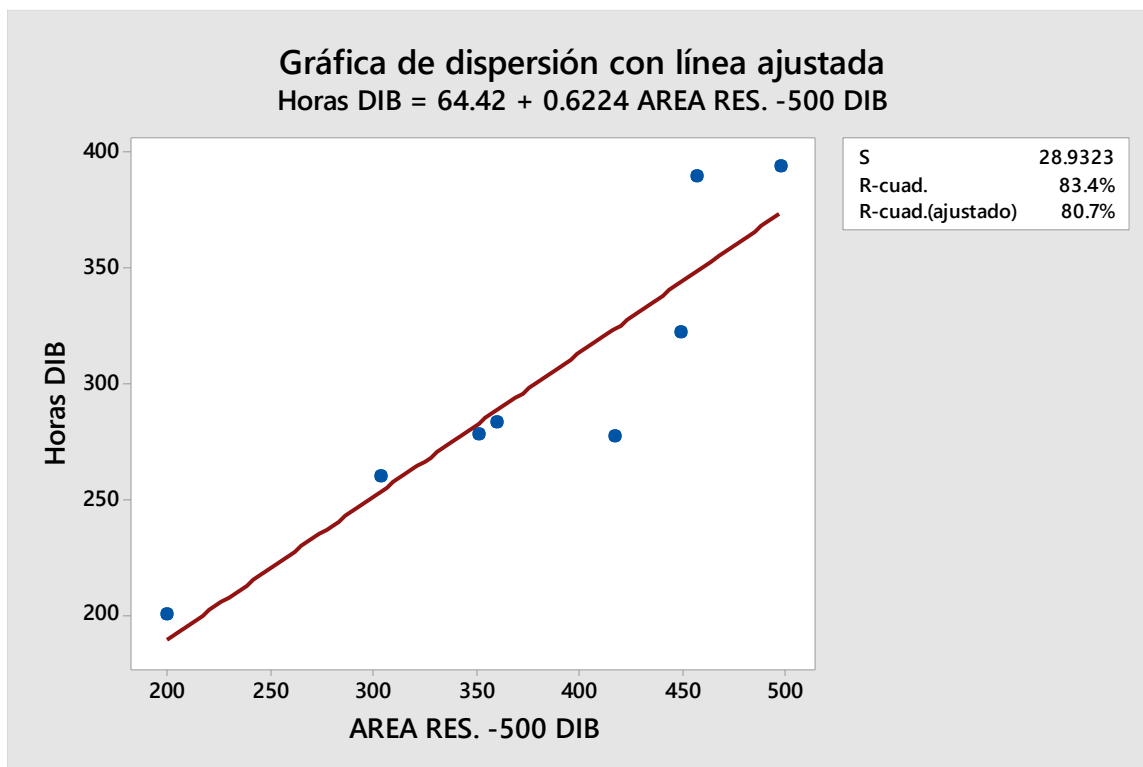
En la Tabla No 24, se muestra en la primera columna el código de los proyectos que se estiman como poco comunes; en la segunda columna, las horas que se invirtieron en el proyecto analizado. Luego, se detalla el metraje correspondiente al proyecto y por último la observación correspondiente a la causa por la que no se contemplará el dato para ajustar el modelo.

Ajuste de horas dibujante en proyectos de tipo Residencias de -500m²

Se realiza el análisis de los datos poco comunes presentados en la Tabla No 24 y se determina que los proyectos con los códigos 1891, 1443 y 1443 presentan muchas horas registradas atribuidas a modificaciones de diseño o mala coordinación generando reproceso. Por otra parte, se encuentra el proyecto 1484, en el cual se presentan pocas horas que pueden estar ligadas a omisión

de registro de horas o por compartir labores con el arquitecto. Por tanto, se procede a realizar el ajuste del modelo descartando estos datos de horas, con lo cual se obtiene la gráfica ajustada presentada en la Figura No 98.

Figura No 98 Gráfico Horas Dib. Residencias -500m²



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 98 representa la gráfica de dispersión para horas dibujante en Residencias de +500m² ajustada descartando los valores anteriormente descritos. De la misma manera, se ajusta la línea de regresión cuya ecuación se representa en la Figura No 99.

Figura No 99 Ecuación de regresión ajustada

$$\text{Horas Dibujante} = -64.42 + 0.6224 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 99 determina las horas dibujante necesarias para llevar a cabo el desarrollo de proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. También, como producto del ajuste, se analiza de nuevo el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 100.

Figura No 100 Correlación ajustada

Correlación de Pearson 0,913

Valor p 0,002

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 100 determina que el coeficiente de correlación mejora con el ajuste, lo cual representa una buena relación casi alcanzando el valor óptimo de correlación “1”. Esto indica que en cuanto el valor de metros cuadrados aumente, el valor de horas dibujante invertidas también aumentará. Además, establece por medio del “Valor p”, el cual es menor de “0.05”, que la relación entre ambas variables es estadísticamente significativa entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas dibujante invertidas.

Análisis de proyectos tipo Centro Comercial

A continuación, se presentan por medio de la Tabla No 25 los datos correspondientes a los proyectos de tipo Condominios entregados en fase de planos constructivos, los cuales provienen de la base de datos de Zürcher Arquitectos.

Tabla No 25. Centro Comercial

ÁREA	Código Proyecto	Horas Arq.	Horas Dib.
391	1443	7	381
452	1177	37	186
2253	485	28	831
2257	1226	55	1604
3376	1392	103,5	1118,5
3900	1451	152,5	1229
5374	1044	283	1467
11190	1449	268	3148,5
17618	1049	276	1617
44000	1283	1392	10128
97936	912	383	1133

Nota: César Zúñiga Vargas

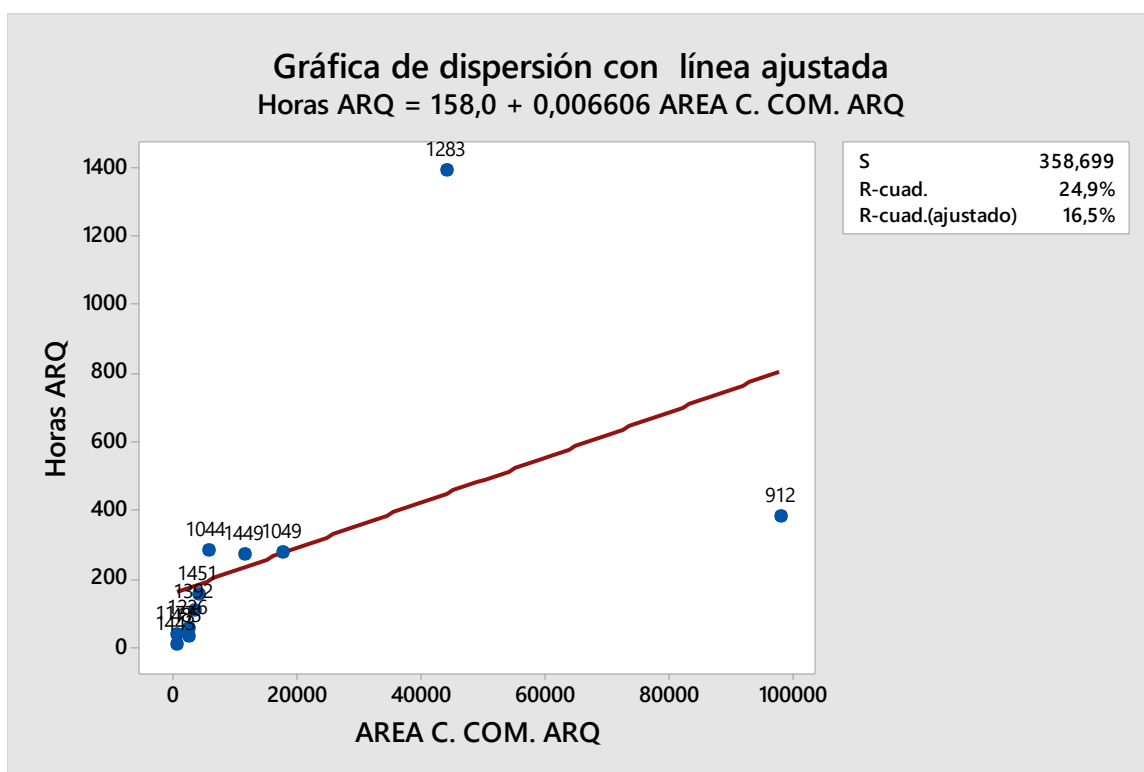
En la Tabla No 25, se muestran los proyectos de tipo Centro Comercial recolectados del periodo comprendido desde 2014 hasta julio 2018. En la primera columna, se muestra el código de proyecto; en la segunda, el área que comprende el proyecto. Seguidamente, las horas que se

invertieron en diseño por parte de los arquitectos y en la última fila las horas invertidas por los dibujantes en el desarrollo de los proyectos.

Análisis de horas arquitecto en proyectos de tipo Centro Comercial

Se realiza el análisis de datos correspondientes a horas arquitecto de los proyectos de tipo Centro Comercial especificados en la Tabla No 25 por medio de la utilización del *software* estadístico Minitab con la aplicación del asistente de regresión para determinar las características y el comportamiento de los datos. Acorde a este análisis se obtiene la gráfica de dispersión entre otros datos representada en la Figura No 101.

Figura No 101 Gráfico Horas Arq. Centro Comercial



Nota: César Zúñiga Vargas

En la gráfica de dispersión presentada en la Figura No 101, se representan las horas Arquitecto invertidas en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal los metros cuadrados de diseño del proyecto, con lo cual se ubican cada uno de los proyectos analizados por medio de puntos con su respectivo código. Además se representa la línea de regresión la cual es una media entre todos los datos representados y se define en la ecuación mostrada en la Figura No 102.

Figura No 102 Ecuación Línea de regresión

$$\text{Horas arquitecto} = 158.0 + 0.006606 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 102 determina las horas arquitecto necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. Además, el análisis por medio de la herramienta estadística provee el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 103.

Figura No 103 Correlación

Correlación de Pearson 0.499

Valor p 0.118

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 103 determina el coeficiente de correlación inferior a “0.5”, cercano a “0”, lo cual indica que en los valores no se encuentra una relación entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas arquitecto invertidas.

Como parte del análisis se evidencian también aquellos datos que tienen una distancia significativa de la media de datos, la cual es llamada residuo, y son calificados como poco comunes. Estos datos son destacados por medio de la Tabla No 26 para su análisis independiente en busca de causas asignables que puedan explicar su atipicidad.

Tabla No 26. Observaciones poco comunes

Código	H. Arq.	M ²	Observación
912	383	97936	Muy pocas horas registradas para metraje.

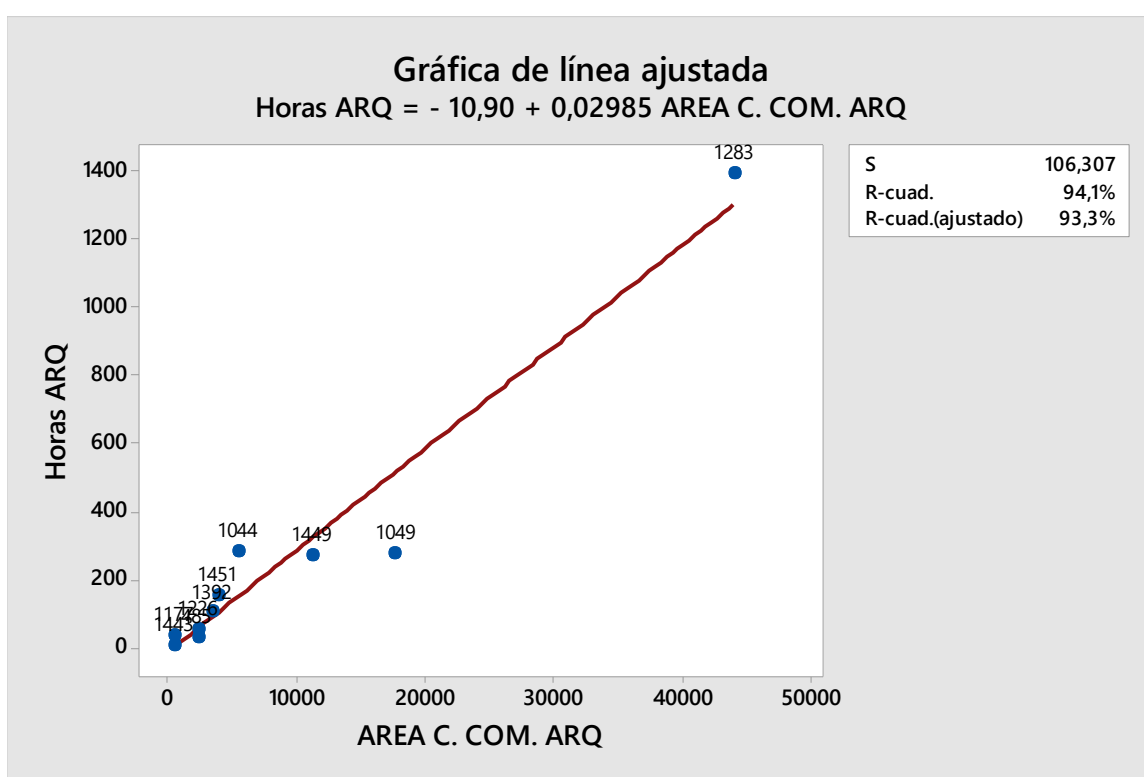
Nota: César Zúñiga Vargas

Por medio de la Tabla No 26 se muestra en la primera columna el código del proyecto que se estima como poco común; en la segunda columna, las horas que se invirtieron en el proyecto analizado. Luego, se detalla el metraje correspondiente al proyecto y por último la observación correspondiente a la causa por la que no se contemplará el dato para ajustar el modelo.

Ajuste de horas arquitecto en proyectos de tipo Centro Comercial

Se realiza el análisis de los datos poco comunes presentados en la Tabla No 26 y se determina que el proyecto con el número de código 912 es un proyecto en el cual se presentan muy pocas horas en relación a los metros cuadrados del proyecto, además de ser un proyecto desarrollado en la plataforma ACad. Por tanto, se procede a realizar el ajuste del modelo descartando estos datos de horas, con lo cual se obtiene la gráfica ajustada presentada en la Figura No 104.

Figura No 104 Gráfico Ajustado Horas Arq. Centro Comercial



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 104 representa la gráfica de dispersión para horas arquitecto en Centro Comercial ajustada descartando los valores de los códigos anteriormente descritos. De la misma manera, se ajusta la línea de regresión cuya ecuación se representa en la Figura No 104.

Figura No 105 Ecuación de regresión ajustada

$$\text{Horas arquitecto} = 10.90 + 0,02985 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 105 determina las horas arquitecto necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. También, como producto del ajuste, se analiza de nuevo el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 106.

Figura No 106 Correlación ajustada

Correlación de Pearson	0.970
Valor p	0,000

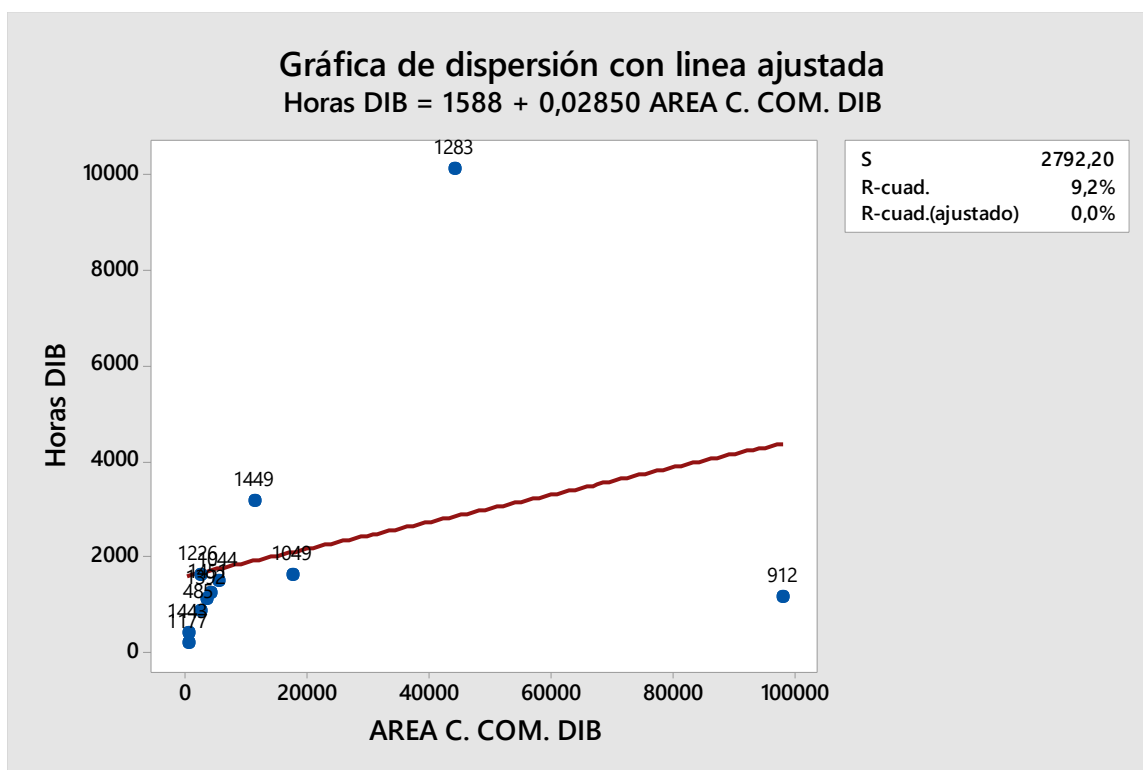
Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 106 determina que el coeficiente de correlación mejora con el ajuste, lo cual representa una buena relación entre factores. Esto indica que en cuanto el valor de metros cuadrados aumente, el valor de horas arquitecto invertidas también aumentará. Además, establece por medio del “Valor p”, el cual es menor de “0.05”, que la relación entre ambas variables es estadísticamente significativa entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas arquitecto invertidas.

Análisis de horas Dibujante en proyectos de tipo Centro Comercial

Se realiza el análisis de datos correspondientes a horas dibujante de los proyectos de tipo Centro Comercial especificados en la Tabla No 25 por medio de la utilización del *software* estadístico Minitab con la aplicación del asistente de regresión para determinar las características y el comportamiento de los datos. Acorde a este análisis se obtiene la gráfica de dispersión entre otros datos representada en la Figura No 107.

Figura No 107 Gráfico Horas Dib. Condominios



Nota: César Zúñiga Vargas

En la gráfica de dispersión presentada en Figura No 107, se representan las horas dibujante invertidas en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal los metros cuadrados de diseño del proyecto, con lo cual se ubican cada uno de los proyectos analizados por medio de puntos con su respectivo código. Además, se representa la línea de regresión la cual es una media entre todos los datos representados y se define en la ecuación mostrada en la Figura No 108.

Figura No 108 Ecuación Línea de regresión

$$\text{Horas Dibujante} = 1588 + 0.02850x \text{ m}^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 108 determina las horas dibujante necesarias para llevar a cabo el desarrollo de proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. Además, el análisis por medio de la herramienta estadística provee el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la Figura No 109.

Figura No 109 Correlación

Correlación de Pearson	0.304
Valor p	0.364

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 109 determina que el coeficiente de correlación inferior a “0.5”, cercano a “0”, lo cual indica que en los valores no encuentra una relación entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas dibujante invertidas.

Como parte del análisis se evidencian también aquellos datos que tienen una distancia significativa de la media de datos, la cual es llamada residuo, y son calificados como poco comunes. Estos datos son destacados por medio de la Tabla No 27 para su análisis independiente en busca de causas asignables que puedan explicar su atipicidad.

Tabla No 27. Observaciones poco comunes

Código	H. Dib.	M ²	Observación
912	383	97936	Muy pocas horas registradas para metraje.

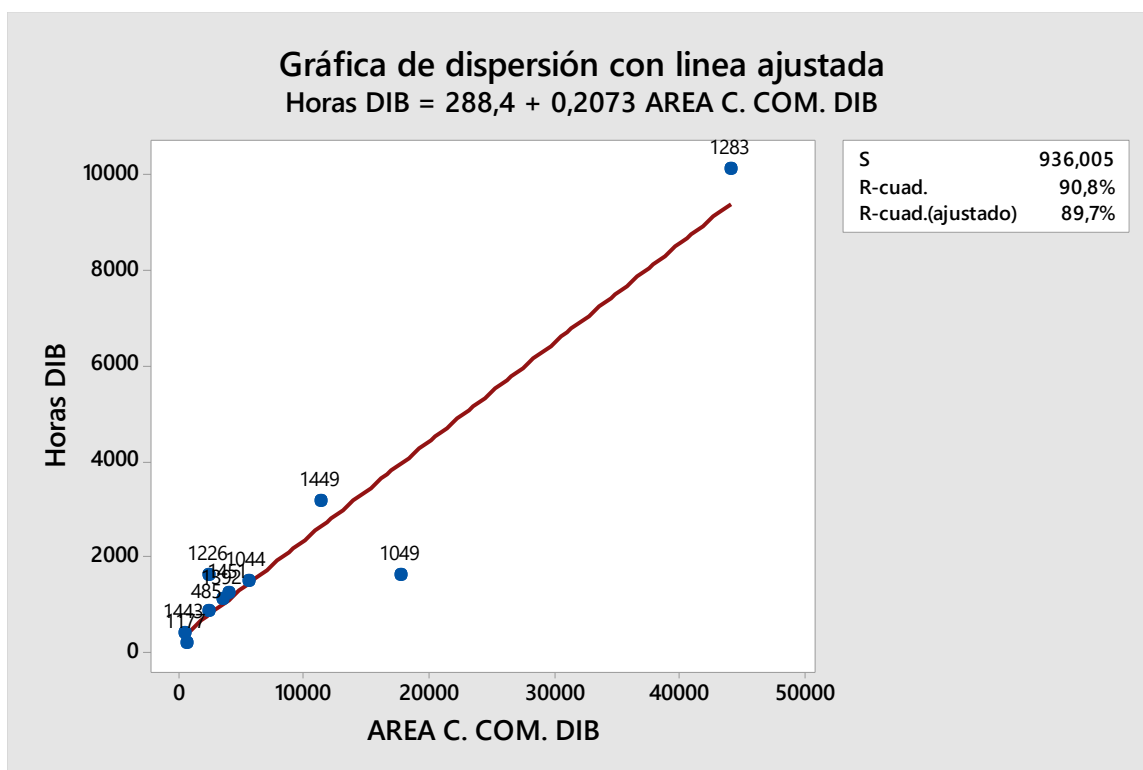
Nota: César Zúñiga Vargas

Por medio de la Tabla No 27, se muestra en la primera columna el código del proyecto que se estima como poco común; en la segunda columna, las horas que se invirtieron en el proyecto analizado. Luego, se detalla el metraje correspondiente al proyecto y por último la observación correspondiente a la causa por la que no se contemplará el dato para ajustar el modelo.

Ajuste de horas dibujante en proyectos de tipo Condominio

Se realiza el análisis de los datos poco comunes presentados en la Tabla No 27 y se determina que el proyecto con el número de código 912 es un proyecto en el cual se presentan muy pocas horas en relación a los metros cuadrados del proyecto, además de ser un proyecto desarrollado en la plataforma ACad. Por tanto, se procede a realizar el ajuste del modelo descartando estos datos de horas, con lo cual se obtiene la gráfica ajustada presentada en la Figura No 110.

Figura No 110 Gráfico Ajustado Horas Dib. Condominios



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 110 representa la gráfica de dispersión ajustada para horas dibujante en Condominio descartando los valores anteriormente descritos. De la misma manera, se ajusta la línea de regresión cuya ecuación se representa en la Figura No 111.

Figura No 111 Ecuación de regresión ajustada

$$\text{Horas dibujante} = 288,4 + 0,2073 \times m^2$$

Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 111 determina las horas dibujante necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto por medio de la sustitución de m^2 por los metros cuadrados de diseño del proyecto. También, como producto del ajuste, se analiza de nuevo el índice de correlación de Pearson, el cual determina para este conjunto de datos el valor representado en la

Figura No 112.

Figura No 112 Correlación ajustada

Correlación de Pearson	0,953
Valor p	0,000

Nota: César Zúñiga Vargas

La

Figura No 112 determina que el coeficiente de correlación mejora con el ajuste, lo cual representa una buena relación; con esto, se indica que en cuanto el valor de metros cuadrados aumente, el valor de horas dibujante invertidas también aumentará. Además, establece por medio del “Valor p”, el cual es menor de “0.05”, que la relación entre ambas variables es estadísticamente significativa entre los metros cuadrados del proyecto y la cantidad de horas dibujante invertidas.

De esta manera, se determinan por medio del análisis de correlaciones y la generación de modelos que describen la relación entre horas invertidas por arquitectos y dibujantes y metros cuadrados de diseño de las diferentes categorías que componen la fase de planos constructivos que se lleva a cabo en Zürcher Arquitectos.

Comparación con modelos actuales

Para la determinación de los costos de producción y determinación de ofertas, actualmente Zürcher Arquitectos utiliza modelos de estimación de horas basados en la experticia de la Gerente General y su equipo, basados en porcentajes generalizados y sin separación de categorías por diseño. En el presente apartado, se procederá a realizar la comparación por medio del análisis de errores de modelos estadísticos (ver apéndice E), el modelo matemático encontrado en Zürcher Arquitectos y los modelos generados por medio del presente estudio. Esto con el fin de determinar los modelos más adecuados para realizar estimaciones en este proceso de planos constructivos.

En la Tabla No 28, se presentan los errores de estimación, extraídos del cálculo de proyecciones para cada categoría de diseño en el apartado específico de arquitectos y dibujantes por medio de la implementación del modelo actual en contraposición con los modelos planteados mediante el análisis de correlaciones.

Tabla No 28. Comparación errores de estimación

Residencias + 500 m ²		MAD	MSE	MAPE	CALIFICACIÓN
Arquitectos	Modelo Actual	-92.84	9717.19	124%	0
	Estudio	-0.04	705.16	29%	3
Dibujantes	Modelo Actual	331.22	133374.04	52%	0
	Estudio	0.05	15397.74	16%	3
Spa / Club de playa		MAD	MSE	MAPE	CALIFICACIÓN
Arquitectos	Modelo Actual	-205.20	63745.91	252%	0
	Estudio	2.11	6463.06	86%	3
Dibujantes	Modelo Actual	530.54	487997.70	52%	0
	Estudio	-0.26	88221.89	37%	3
Hoteles		MAD	MSE	MAPE	CALIFICACIÓN
Arquitectos	Modelo Actual	-652.17	809440.61	98%	0
	Estudio	17.43	83289.66	34%	3
Dibujantes	Modelo Actual	572.22	939722.77	40%	0
	Estudio	-112.76	425828.92	31%	3
Condominios		MAD	MSE	MAPE	CALIFICACIÓN
Arquitectos	Modelo Actual	-1593.53	10933070.16	523%	0
	Estudio	0.91	4941.35	64%	3
Dibujantes	Modelo Actual	-1296.13	12364455.30	89%	0
	Estudio	-0.04	278731.16	39%	3
Residencias - 500 m ²		MAD	MSE	MAPE	CALIFICACIÓN
Arquitectos	Modelo Actual	-88.54	11360.45	212%	0
	Estudio	2.99	2147.24	59%	3
Dibujantes	Modelo Actual	111.05	33409.57	33%	0
	Estudio	57.68	24404.67	20%	3
Centro Comercial / Oficinas		MAD	MSE	MAPE	CALIFICACIÓN
Arquitectos	Modelo Actual	-942.50	2594834.66	435%	0
	Estudio	-21.77	9514.85	67%	3
Dibujantes	Modelo Actual	366.95	847598.43	51%	0
	Estudio	0.09	700884.12	37%	3

Nota: César Zúñiga Vargas

En la Tabla No 28, se presentan los diferentes errores de estimación calculados para cada variable en arquitectos y dibujantes. De esta manera, se evidencia que las estimaciones generadas

por los modelos desarrollados en el presente estudio tienen menor error de estimación en los 3 diferentes errores analizados que los modelos actuales utilizados; por ello, tiene mayor calificación en todas las categorías de diseño.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como parte del proceso de investigación, el presente capítulo se dedicará a exponer las conclusiones y recomendaciones encontradas por medio del desarrollo de este en este proyecto. Lo anterior para dar continuidad a la investigación a través de la exposición de los parámetros necesarios para generar una propuesta que solvente el objetivo principal de este estudio y permita brindar un sistema con el cual se pueda dar seguimiento y controlar la inversión de recursos en el proceso de confección de planos constructivos.

Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones obtenidas por medio del desarrollo y análisis realizado durante el desarrollo de la investigación:

- Por medio de los mapeos y flujos de proceso, se identifica el proceder del desarrollo de planos constructivos en Zürcher Arquitectos. Se determina no solo la manera actual en la cual este proceso se desarrolla de manera empírica, sino que también se encuentra documentación de estudios previos, en los cuales se especifica el desarrollo de este proceso y del que se ha dejado de dar seguimiento y medición, por lo cual se encuentra desactualizado. Como parte de este estudio, se procedió a revisar el proceso de desarrollo de planos constructivos, se documentó, se actualizó y mejoró el mismo. Acorde a este objetivo, dentro de la gama de productos, se establece la cantidad de proyectos que se encuentran en esta fase durante el periodo en estudio. Estos proyectos suman la cantidad de 28, lo cual representa un 22% de la totalidad de proyectos activos en Zürcher Arquitectos y se ubica en segundo lugar de importancia en cuanto a inversión de horas trabajadas entre los diferentes productos.
- Durante el proceso de desarrollo de planos constructivos y por medio del análisis de este, se determinan los datos básicos que todo proyecto en esta fase debe completar para poder llevarse a cabo y que permiten generar una estimación inicial. Además, se establecen los problemas críticos o de mayor relevancia para llevar a cabo un control eficaz de los proyectos, los cuales se destacan a continuación:
 - No hay reportes de control.
 - Desconocimiento del proceso.
 - Categorización de tipos de diseño indefinido.

- No hay seguimiento a las horas invertidas.

Se identifica, en el área de impacto de control de proyectos, que únicamente se realiza un registro de horas; no obstante, a estas no se les da seguimiento por medio de comparaciones con las estimaciones previas en los casos en las que cuales se lograron realizar.

Además, durante el proceso de desarrollo, se determinan los datos básicos que todo proyecto en esta fase debe completar para poder llevarse a cabo y que permiten generar una estimación inicial. Sin embargo, ninguno de los 28 proyectos que se encuentran en la fase de planos constructivos cumple con todos los datos mínimos. También, únicamente 6 de estos cuentan con una estimación de horas y en 4 de ellos ya ha sido superada sin haber terminado el proceso; esto evidencia que la estimación utilizada no es la que mejor se ajusta al proceso y es la genera brecha entre lo real y lo planificado.

- Dentro de la investigación, se determinan las categorías de diseño en las cuales se pueden clasificar los diferentes tipos de diseño de proyectos de acuerdo con sus características y finalidades. Estas se establecen por medio de la información obtenida en las entrevistas y el conocimiento del investigador. Se logran establecer 9 tipos diferentes de categorías de diseño, de las cuales 6 representan un 90.1% de la totalidad de proyectos comprendidos en los datos históricos analizados en esta investigación.

Por medio del estudio de correlaciones entre las variables de metros cuadrados de diseño y el tiempo requerido para el desarrollo del proyecto, se establece un modelo de estimación de horas por arquitecto y dibujante de manera independiente para cada una de las categorías de diseño. Además, por medio de estos modelos es posible determinar un factor de eficiencia para cada tipo de diseño, definido por la cantidad de horas requeridas entre los metros cuadrados de diseño para cada proyecto, el cual es posible comparar al final del proyecto.

Por otra parte, los modelos desarrollados en el estudio, por medio del análisis de los errores de estimación, son comparados y validados con los modelos utilizados actualmente por Zürcher Arquitectos. Se determina que los generados en esta investigación, se ajustan mejor a los datos reales en todos los modelos de estimación planteados.

- Por medio de la implementación de los modelos de estimación generados por este estudio, es posible establecer un sistema de seguimiento de la cantidad de horas invertidas durante el desarrollo de la fase de planos constructivos en Zürcher Arquitectos.

Recomendaciones

Durante el desarrollo de la investigación, se encontraron algunos puntos de mejora para el proceso desarrollo de planos constructivos y los cuales son expuestos como recomendaciones:

- Durante el desarrollo y cálculo de ofertas económicas, se debería realizar la comparación de oferta, entre modelo utilizado y el modelo generado por este estudio. Esto con el fin de determinar los rangos, requerimiento y estimaciones de horas de manera óptima, entre tanto se realiza la transición al cálculo con las nuevas propuestas. Pues, entre más información histórica se tenga la ecuación de cálculo puede disminuir el error.
- Por medio de la aplicación de la herramienta, la base de datos de proyectos finiquitados aumenta y con ello el analista obtendrá mayor muestra de los proyectos según su categoría, con lo cual podrá generar cada vez estimaciones más atinadas de los recursos para el desarrollo de planos constructivos según corresponda al tipo de diseño.
- Dar seguimiento al proceso de planos constructivos para mantener el proceso, los requerimientos y responsabilidades actualizados.
- El desarrollo de la investigación generó una serie de categorías de diseño, por ejemplo, residencias, hoteles, condominios, entre otros. Estas generan mejores controles y permiten mantener actualizados los indicadores de rendimiento, con el fin de obtener aún más información de utilidad que posibiliten continuar con estudios futuros.
- Se encontraron una serie de problemas como la falta de supervisión, mala categorización, desconocimiento, entre otros, con lo cual la incorporación de las horas en el sistema se puede ver alterado. Por ello, se recomienda dar continuidad con la revisión semanal de la incorporación de horas llevada a cabo por el coordinador de proyectos, con lo que asegure contar con información confiable y actualizada que permita mejorar el proceso de confección de planos constructivos.

CAPÍTULO VI. PROPUESTA

Con la información obtenida en el proceso de investigación y el resultado de este estudio, en el presente capítulo se procede a desarrollar una propuesta que satisfaga la necesidad del diseño de un sistema de control y seguimiento en el desarrollo de planos constructivos de Zürcher Arquitectos.

Propuesta

La propuesta consiste en una herramienta que integra la información obtenida por medio de la investigación y los modelos de cálculo de horas desarrollados en el análisis de correlaciones, además de presentar la información requerida por parte de los arquitectos y gerencia para la toma de decisiones con respecto a los proyectos en desarrollo, esto por medio del control y seguimiento de cada uno de ellos. También, pretende ser útil para gerencia en la realización de estimaciones de costos y demás información financiera relacionada con producción y el desarrollo de planos.

Modificación del proceso

Para la implementación de la herramienta es necesaria la modificación del proceso actual. Además, como se ha comentado anteriormente, la herramienta pretende facilitar la labor realizada por el Coordinador de Proyectos en la tarea de generación de estimaciones y control de las horas invertidas durante el desarrollo de los proyectos en la fase de planos constructivos.

De esta manera, el proceso se ve simplificado, ya que la herramienta facilita el proceso manual realizado por el Coordinador para generar la información necesaria a fin de mantener el control. Pasó de un proceso comprendido por 17 actividades a 10 únicamente. Además, por medio de la implementación de la forma Z1-000, se evita el reproceso de búsqueda de datos faltantes para generar esta información básica empleada en el cálculo de estimaciones y requisitos de incorporación bajo el formato utilizado en Zürcher Arquitectos.

A continuación, por medio de Tabla No 29, se presenta el proceso de Control de Proyectos propuesto donde se evidencia su simplificación y la implementación de la herramienta y el documento Z1-000 para facilitar y hacer más eficiente la labor de control por parte del Coordinador.

Tabla No 29. Modificación del proceso de control

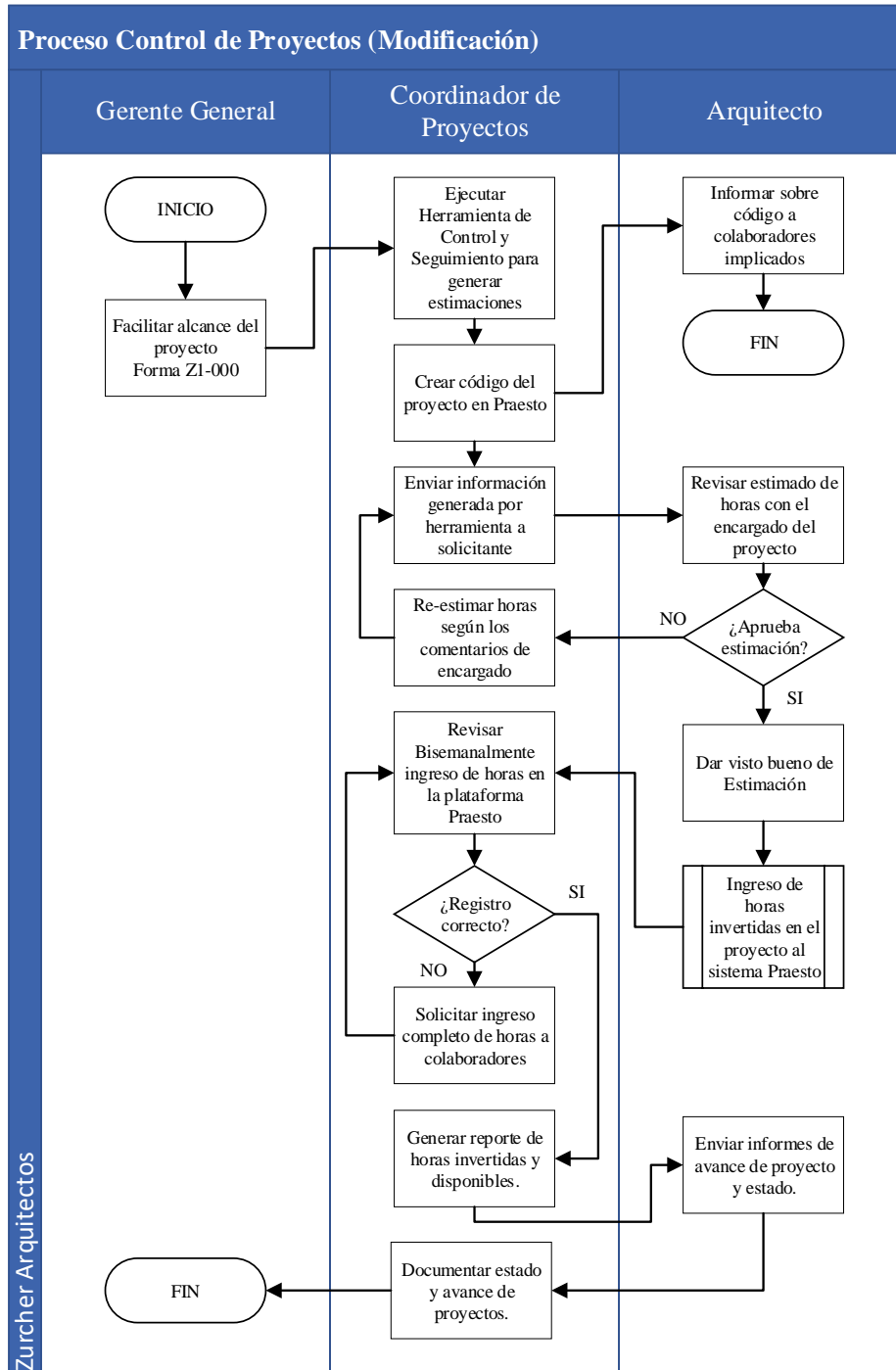
Responsable	Actividad
Gerencia General	1. Facilitar el alcance del proyecto <u>por medio de forma Z1-000.</u>
Coordinador de Proyectos	2. <u>Cargar información de proyecto a Herramienta de Control y Seguimiento.</u>
	3. Crear código de proyecto e ingresar datos a la plataforma Praesto.
Arquitecto	4. Enviar código con toda la información generada de proyecto generado a Arquitecto o solicitante.
Arquitecto	5. Revisar estimado de horas proyectadas con el encargado del proyecto.
Coordinador de Proyectos	6. Revisar bisemanalmente que los colaboradores ingresen sus correspondientes horas laboradas al sistema de registro de horas por proyecto y enviar reportes de control.
Gerente General	7. Solicitar reportes de horas invertidas en proyectos específicos.
Coordinador de Proyectos	8. Generar reporte de horas invertidas y disponibles para proyecto.
	9. Enviar reporte de horas en formato PDF a Gerencia mensualmente.
	10. Revisar mensualmente con cada arquitecto el estado y avance de los proyectos.
	11. Fin.

Nota: César Zúñiga Vargas

En la Tabla No 29 de actividades para Control de Proyectos modificado, se presentan en la columna de la izquierda, los responsables de llevar a cabo las actividades y en la columna de la derecha, las actividades por realizar que deben efectuar los responsables.

De esta manera y con el fin de ilustrar el proceso modificado para el desarrollo del Control de los proyectos en Zürcher Arquitectos con la incorporación de la herramienta, se presenta a continuación dicho proceso diagramado de acuerdo con la relación entre sus participantes por medio de la Figura No 113.

Figura No 113 Diagrama Control de Proyectos Modificado



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 113 representa el diagrama correspondiente a la modificación del Proceso de Control de proyectos, la cual comprende la interacción entre Gerente General – Coordinador de Proyectos – Arquitecto con la implementación de la herramienta de control y seguimiento.

Además, es necesaria la revisión y estandarización de la carga de información a la plataforma de Praesto para tener un desarrollo óptimo de la herramienta. Por ello, se detalla a continuación una serie de lineamientos para el nombrado de las fases en esta plataforma Praesto presentada en la Figura No 114 :

Figura No 114 Nombrado de Fases



Nota: César Zúñiga Vargas

La Figura No 114 determina las variables necesarias para el nombrado de fases en la plataforma Praesto para el desarrollo óptimo de la herramienta donde:

X = Corresponde a la abreviatura de las fases conocidas en Zürcher Arquitectos determinadas en:

MP= Plan Maestro

AP= Anteproyecto

PC= Planos constructivos

AS= Asesoría de diseño

N = Corresponde al nombre deseado para la fase que curse el proyecto. Esto además funciona para los proyectos que contengan más de un tipo de categoría de diseño, lo cual permite su identificación dentro del mismo código. Ese nombre se debe mantener a lo largo de todas las fases que atraviere el proyecto.

Documento para ingreso de nuevo proyecto

Como parte de la propuesta, es necesaria la implementación de la forma Z1-000, la cual ya se encuentra creada en el sistema de gestión de Zürcher Arquitectos. Sin embargo, en función de los requerimientos de la herramienta y el nuevo proceso, la información de esta se ve simplificada para mayor comodidad y portabilidad por parte de los arquitectos.

A continuación, en la Figura No 115 se muestra la forma Z1-000 modificada en función del nuevo proceso y con la información básica requerida para el inicio de un nuevo proyecto o activación de una nueva fase. En esta, se incluyen el tipo y categoría de los proyectos. Además, la forma deberá ser incluida cada vez que se inicie una fase nueva del proyecto.

Figura No 115 Forma Z1-000 Modificada



Z1-000

Nombre del Proyecto: _____

Código del Proyecto: _____ Fecha: _____

Nombre del (los) propietario(s): _____

Ubicación del Proyecto: _____

1. Equipo de Arquitectura: Principal Arquitecto _____
 Senior Arquitecto _____

2. Área preliminar: _____

3. Lenguaje Arquitectónico: _____ (incluir imágenes aprobadas por cliente)

4. Tipo y categoría: _____

5. Descripción del proyecto: _____

6. Etapa de proyecto acordado: _____ Fecha Inicio: _____

Plan Maestro:	MP _____	Fecha 30%: _____
Anteproyecto:	PD _____ SD _____	Fecha 60%: _____
Planos Constructivos:	DD _____ CD _____	Fecha 90%: _____
Asesoría de Diseño:	AS _____	Fecha 100%: _____

7. Aprobación

 Firma representante:

 Firma propietario o representante:

ZÜRCHER arquitectos www.zurcherarquitectos.com ZÜRCHER arquitectos Panamá
 p.o. box 11991-1000 San José Costa Rica p.o. box 0823-04966 Panamá
 t.(506)25886500 t.(507)3406410

Nota: César Zúñiga Vargas

Como se muestra en la Figura No 115, la forma Z1-000 está constituida por 7 apartados de manera que es una versión resumida con respecto a la anterior. En esta, se especifica para cada una de las diferentes fases que curse el proyecto el área de este que se trabajará; esto por las diferencias entre metrajes de una fase a otra. Además, los puntos correspondientes a datos generales, tipo y categoría, área y descripción, son mantenidos ya que son determinados como datos básicos para el desarrollo del proyecto tanto para ser incorporados en el sistema de conteo de horas como en estimación y control.

Desarrollo de la herramienta

La herramienta desarrollada consiste en un sistema que brinda apoyo a las funciones realizadas por el Coordinador de Proyectos; además, elimina el empirismo en el desarrollo de estimaciones requeridas y aplica una estimación a todos los proyectos que cursan la fase de planos constructivos en Zürcher Arquitecto. Esto permite dar seguimiento y controlar la inversión de horas y la toma de decisiones para cada uno de los proyectos. Asimismo, esta herramienta se presenta en una hoja de cálculo amigable con el usuario de bajo costo en el programa Excel, la cual permite revisar aquellos proyectos que se encuentran activos, la fase en la que se encuentran y los colaboradores que participan en la misma.

Por otro lado, es capaz de calcular por medio del presente estudio y de la aplicación de los resultados de este, la estimación de horas a invertir tanto en diseño como en dibujo acorde a los metros cuadrados del proyecto. Esto se establece según la correspondiente categoría de diseño en la cual se ubica el proyecto, lo cual permite generar una fecha estimada para su conclusión.

También, por medio de la homologación de la base de datos del actual sistema de carga horas por proyecto, Praesto, se puede generar la comparación entre las horas que han sido invertidas en cada uno de los proyectos y su correspondiente estimación. De esta manera, es posible generar los reportes de control con la información pertinente y actualizada requerida tanto por los arquitectos como por la Gerencia.

Además, contiene un apartado que permite conocer los proyectos activos, las horas invertidas y los colaboradores que participan en los diferentes proyectos, en el periodo requerido y en las diferentes áreas en las que se ingresan horas en el sistema. Esto hace más fácil la lectura o comprensión de los datos contenidos en el sistema Praesto.

Funciones de la herramienta de control y seguimiento

La herramienta consta de 3 apartados principales para diferentes funciones de acuerdo con las necesidades del Coordinador de Proyectos presentados a continuación.

Proyectos activos

Este apartado permite, por medio de la carga del cubo de información, determinar según el rango de fechas deseado, los proyectos que se encuentran activos y los cataloga de acuerdo con su fase. De esta manera, es posible establecer cuántos códigos y fases se encuentran en las diferentes etapas de diseño; además, permite visualizar cuáles colaboradores han invertido tiempo en los proyectos presentados y las horas que han invertido en este. La 116 muestra la visualización del apartado de proyectos activos en la herramienta propuesta.

Figura No 116 Herramienta Proyectos Activos



Nota: César Zúñiga Vargas

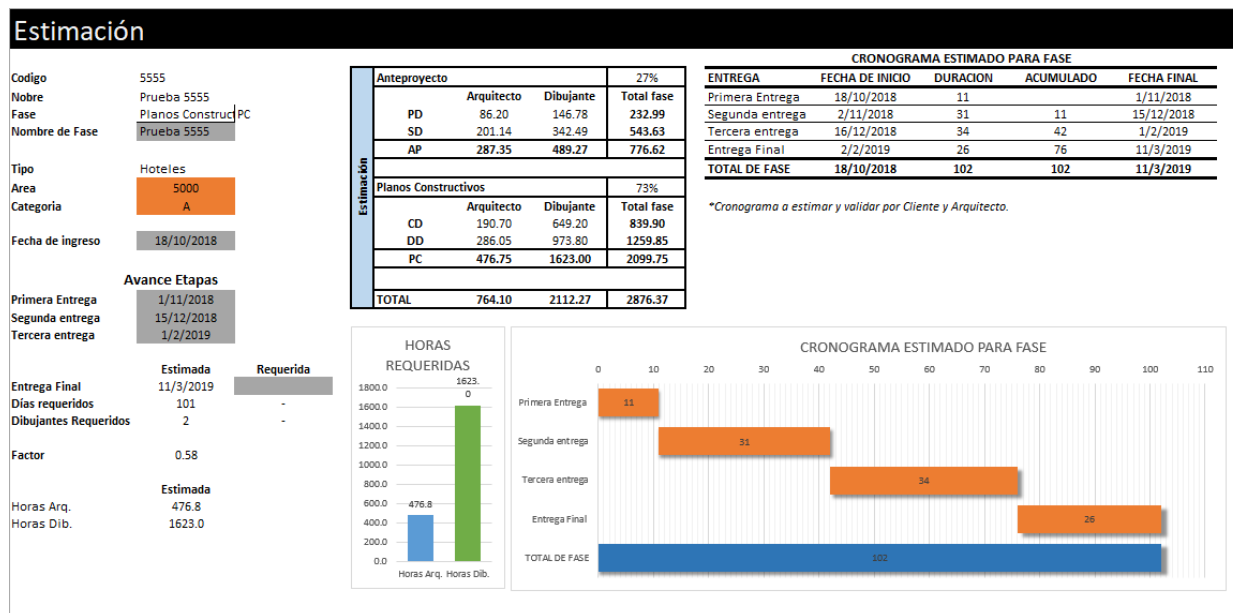
La 116 muestra la composición del apartado correspondiente a proyectos activos que presenta la herramienta. En él se pueden apreciar el nombre de los proyectos en cada fase de diseño, los colaboradores que mantienen el proyecto activo, un resumen de todas las fases de diseño activas y gráficos que determinan el porcentaje de inversión de horas en cada una de las diferentes fases. Además, se incluye la cantidad de códigos y fases de proyecto activas por cada fase de diseño.

Estimación

En el apartado de estimación, la herramienta permite generar una estimación inicial para cada uno de los proyectos que ingresen a Zürcher Arquitectos en la fase de planos constructivos y las fases adyacentes a manera de guía tomando en cuenta los días hábiles, los colaboradores requeridos para el desarrollo, un diagrama de Gantt con las fechas estipuladas para las entregas, entre otra información de importancia para los arquitectos y gerencia. Esto se puede proponer gracias a la aplicación de los resultados extraídos de la investigación.

Además, la información generada es documentada y crea una base de datos con los proyectos y sus respectivas estimaciones de horas, proyección del tiempo de entrega, entre otros recursos anteriormente mencionados. La Figura No 117 muestra la visualización del apartado de estimación en la herramienta propuesta.

Figura No 117 Herramienta Estimación



Nota: César Zúñiga Vargas

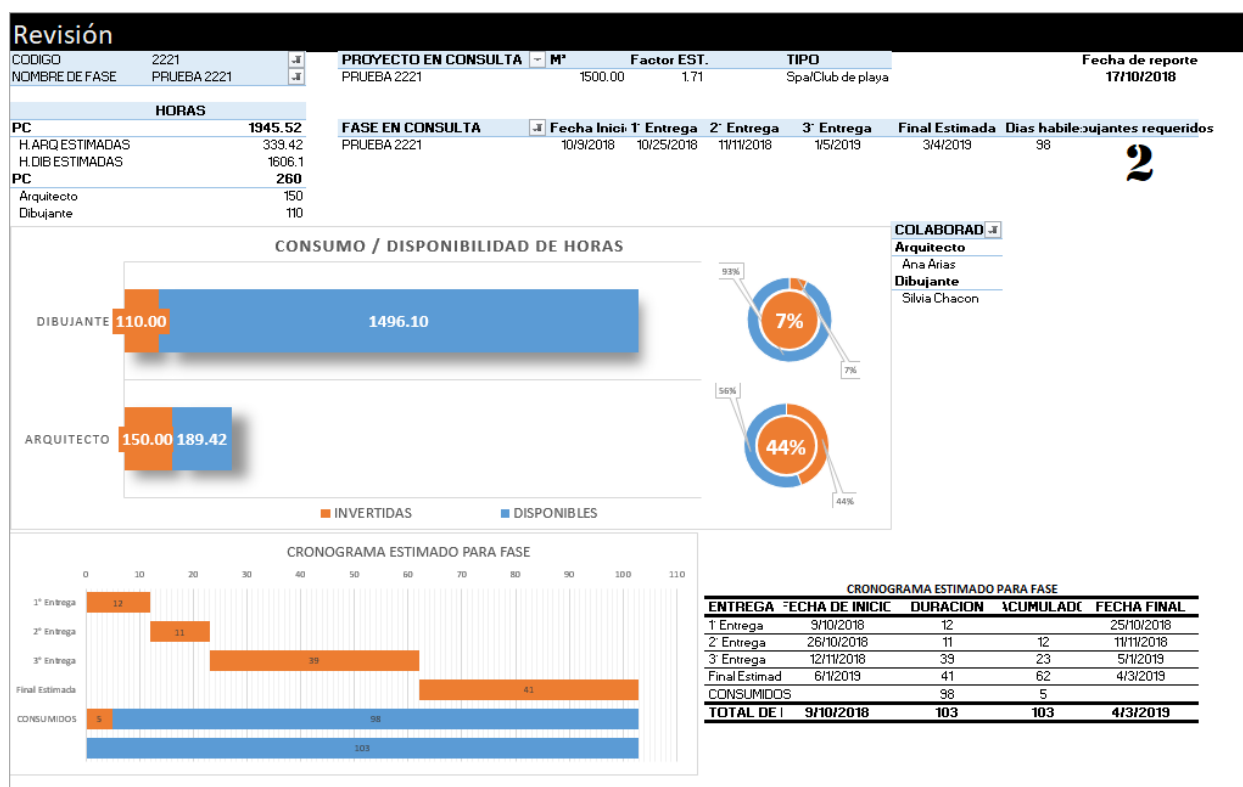
En la Figura No 117, es posible apreciar la composición del apartado de la herramienta correspondiente a la estimación. En él, se encuentra una proyección de horas para todas las fases de acuerdo con la categoría de diseño y los metros cuadrados de diseño. Además, presenta una fecha estimada que contempla únicamente días hábiles y dibujantes necesarios para la entrega del proyecto. También, se incluyen las horas graficadas de la fase de diseño requerida y las fechas de

entrega requeridas para el proyecto a manera de cronograma y en un diagrama de Gantt para su mejor visualización.

Revisión

Como parte de la solución al problema de estudio, es requerido tener control sobre el consumo de tiempo en cada uno de los proyectos. Para ello, la herramienta cuenta con un apartado de revisión, en el cual es posible la comparación de las horas invertidas en el proyecto, por medio de la homologación de la base de datos del sistema Praesto. Además, permite estimar la cantidad de dibujantes requeridos para llevar a cabo el proyecto en el tiempo restante para la entrega en la fecha requerida. La Figura No 118 muestra la visualización del apartado de Estimación en la herramienta propuesta.

Figura No 118 Herramienta Revisión



Nota: César Zúñiga Vargas

La composición del apartado correspondiente a revisión en la herramienta es presentada en la Figura No 118. En él, se encuentran las horas estimadas provenientes del apartado de estimación y las horas invertidas incluidas en la plataforma de ingreso de horas importada a la herramienta.

Además, se incluyen los metros cuadrados con los que se realizó la proyección y las fechas estipuladas y guardadas en el apartado de estimación. También, se presenta la cantidad de dibujantes requeridos para llevar a cabo el diseño en el tiempo restante a la fecha de entrega. Asimismo, se muestra de manera gráfica las horas invertidas en contraposición a las horas estimadas, el porcentaje de horas estimadas consumido y la gráfica de Gantt con las fechas de entrega y una barra de avance de tiempo y los días restantes para la finalización del proyecto.

Solución de problemas

Se busca por medio de la implementación de la herramienta dar solución a los siguientes problemas críticos que evidencian la ineficacia del actual sistema de control de proyectos de la siguiente manera:

- Se genera un reporte que permite determinar los recursos necesarios para cada proyecto y la toma de decisiones según cada proyecto.
- Tanto para la estimación como en la revisión, se presenta cada proyecto en su correspondiente categoría de diseño y en relación con cada categoría se realiza la estimación de horas necesarias y colaboradores para cada proyecto.
- Por medio del apartado de revisión, es posible realizar la comparación entre las horas invertidas durante el desarrollo de cada uno de los proyectos y la estimación previamente realizada con los datos iniciales extraídos de la forma Z1-000 actualizada y aplicada al inicio de cada proyecto.

Análisis económico

Para realizar el desarrollo de la presente investigación, herramienta e implementación de esta, en este apartado se determina el costo que representa para Zürcher Arquitectos y cuál sería su posible beneficio a raíz de su aplicación. Asimismo, para llevar a cabo proyecciones, se requiere del planteamiento de una serie de supuestos que permitan determinar un escenario estable donde realizarlas. Los supuestos planteados para este análisis se presentan a continuación:

1. El estudio del beneficio se realizará basado en un solo proyecto de categoría de diseño tipo Hotel, con una duración de 9 meses.
2. La distribución de las horas y costo de estas se realiza en porciones iguales a lo largo de los 9 meses de desarrollo del proyecto.

3. Las horas extra se pagarán a tiempo y medio y su distribución será en partes iguales a lo largo de los 9 meses de desarrollo del proyecto.
4. Para el cálculo de costo por hora salarial, se consideran 36.67% de cargas sociales, 8.33% por concepto de aguinaldo y 3.33% por concepto de vacaciones para un total de 48.03%.
5. La tasa inflacionaria utilizada para el desarrollo del valor actual neto en el flujo de caja, corresponde a la tasa básica pasiva (TBP), publicada el 24 de octubre de 2018 por el Banco Central de Costa Rica en 5.75%, adicionando por riesgo de inversión y posibles fluctuaciones un 3%, con lo cual se ajusta a 8.75%, con una aplicación uniforme a los 9 meses de duración del proyecto.
6. Todos los datos monetarios aquí presentados se encuentran manipulados por un factor de distorsión aplicado por motivos de confidencialidad a Zürcher Arquitectos.

Costo

El costo asociado al desarrollo del estudio y la herramienta propuesta de presentan en la Tabla No 30. En esta, se evidencian los diferentes costos por desarrollo e implementación de los resultados arrojados por la investigación, entre otros.

Tabla No 30. Costo del proyecto

Rubro	Cantidad	Horas	C. p. H	TOTAL
Presentación				
C.O. Presidente Zurcher Arq.	1.0	1.00	\$ 178.00	\$ 178
C.O. Gerente general Zurcher Arq.	2.0	1.00	\$ 140.91	\$ 282
C.O. Arquitectos	5.0	1.50	\$ 97.90	\$ 734
Equipo				
Mensualidad excel	1.0	1.00	\$ 5.00	\$ 5
C.O. del equipo utilizado	1.0	64.00	\$ 59.33	\$ 3,797
Desarrollo Estudio + Herramienta				
Lic. Ing. Sistemas (Programador)	1.0	40.00	\$ 9.38	\$ 375
Bachiller Ing. Industrial	1.0	314.00	\$ 5.53	\$ 1,738
Capacitaciones				
Capacitación Coordinador de Proy.	1.0	3.00	\$ 77.13	\$ 231
COSTO TOTAL				\$ 7,162.31

Nota: César Zúñiga Vargas

Como se observa en la Tabla No 30, los costos del proyecto suman un total de \$ 7162.31. Cabe destacar que en estos se contemplan los costos por oportunidad (C.O.) de los colaboradores relacionados con el proceso, el equipo requerido y utilizado a lo largo de la investigación propio de Zürcher Arquitectos, además de la pertinente capacitación al coordinador de proyectos, cada uno contemplando cargas sociales y demás costos indirectos. El desarrollo del estudio y la herramienta contemplan el costo por hora (C.p.H.) basados en la tabla de salarios mínimos emitida por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (2018).

Beneficio

El beneficio esperado por medio de la aplicación del estudio y propuesta, se plantea bajo el escenario de un proyecto de categoría de diseño Hotel. Pues, esta es la categoría de mayor representación a nivel marca de Zürcher Arquitectos, el cual consta de 23 000 m² en un periodo de 9 meses para su desarrollo en fase de planos constructivos.

A continuación se presentan, por medio de la Tabla No 31, los cálculos realizados para la proyección de horas utilizando el modelo actual de estimación y el modelo brindado por este estudio.

Tabla No 31. Estimación Costo-Beneficio

Hotel		23 000 m²	
Horas según modelo actual			
	Mensual	Total	C. N. Por Mes
Horas Arquitecto	410.42	3693.80	3.00
Horas Dibujante	621.19	5590.70	4.00
Horas según estudio			
	Mensual	Total	C. N. Por Mes
Horas Arquitecto	196.79	1771.13	1.00
Horas Dibujante	806.93	7262.40	5.00
Diferencia de horas entre modelos			
	Horas	Costo	D. C. N. Por Mes
Arquitecto	1922.67	\$ 126,896.22	2.00
Dibujante	-1671.70	\$ -100,302.00	-1.00

*C. N. = Colaboradores Necesarios

*D. C. N. = Diferencia Colaboradores Necesarios

Nota: César Zúñiga Vargas

La Tabla No 31 presenta las estimaciones de requerimiento de horas realizadas para el desarrollo de un proyecto de categoría hotel de 23 000m², utilizando el modelo actual de estimación y el modelo generado por el presente estudio, además de presentar la cantidad de colaboradores necesarios para llevar a cabo el proyecto según cada modelo de estimación. En la parte inferior de la tabla, se presenta la diferencia entre ambos modelos y el costo asociado a estas diferencias.

Por medio de la aplicación de ambos modelos, es posible apreciar una sobreestimación de horas arquitecto y una subestimación de horas dibujante para este proyecto en análisis. Esto implica que para llevar a cabo el proyecto en 9 meses utilizando el modelo actual, las horas no contempladas para dibujantes tendrán que ser suplidas por los 4 dibujantes asignados según la estimación actual, lo cual supone el pago de horas extra para lograr el desarrollo del proyecto con los recursos asignados de \$ 100,302.00.

De la misma manera, se realizan las comparaciones de costos y utilidad empleando ambos modelos y la aplicación del precio al cliente utilizando el modelo actual con las estimaciones resultantes de la aplicación del modelo propuesto para el desarrollo del proyecto a lo largo de los 9 meses por medio de la Tabla No 32.

Tabla No 32. Comparación Costos-Utilidades

Categoría de diseño		Hotel								23 000 m ²
Proyección de oferta con Modelo Actual										
Rubro	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	TOTAL
Costo Arquitecto	\$ 27,087.87	\$ 27,087.87	\$ 27,087.87	\$ 27,087.87	\$ 27,087.87	\$ 27,087.87	\$ 27,087.87	\$ 27,087.87	\$ 27,087.87	\$ 243,790.80
Costo Dibujante	\$ 24,847.56	\$ 24,847.56	\$ 24,847.56	\$ 24,847.56	\$ 24,847.56	\$ 24,847.56	\$ 24,847.56	\$ 24,847.56	\$ 24,847.56	\$ 223,628.00
Costo total	\$ 51,935.42	\$ 51,935.42	\$ 51,935.42	\$ 51,935.42	\$ 51,935.42	\$ 51,935.42	\$ 51,935.42	\$ 51,935.42	\$ 51,935.42	\$ 467,418.80
Utilidad 35%	\$ 18,177.40	\$ 18,177.40	\$ 18,177.40	\$ 18,177.40	\$ 18,177.40	\$ 18,177.40	\$ 18,177.40	\$ 18,177.40	\$ 18,177.40	\$ 163,596.58
Precio al cliente	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 631,015.38
Proyección de oferta con Modelo según Estudio										
Rubro	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	TOTAL
Arquitecto	\$ 12,988.29	\$ 12,988.29	\$ 12,988.29	\$ 12,988.29	\$ 12,988.29	\$ 12,988.29	\$ 12,988.29	\$ 12,988.29	\$ 12,988.29	\$ 116,894.58
Dibujante	\$ 32,277.33	\$ 32,277.33	\$ 32,277.33	\$ 32,277.33	\$ 32,277.33	\$ 32,277.33	\$ 32,277.33	\$ 32,277.33	\$ 32,277.33	\$ 290,496.00
Costo total	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 407,390.58
Utilidad 35%	\$ 15,842.97	\$ 15,842.97	\$ 15,842.97	\$ 15,842.97	\$ 15,842.97	\$ 15,842.97	\$ 15,842.97	\$ 15,842.97	\$ 15,842.97	\$ 142,586.70
Precio al cliente	\$ 61,108.59	\$ 61,108.59	\$ 61,108.59	\$ 61,108.59	\$ 61,108.59	\$ 61,108.59	\$ 61,108.59	\$ 61,108.59	\$ 61,108.59	\$ 549,977.28
Proyección de oferta con Estudio y costo con Modelo Actual										
Rubro	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	TOTAL
Costo total	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 45,265.62	\$ 407,390.58
Utilidad 55%	\$ 24,847.20	\$ 24,847.20	\$ 24,847.20	\$ 24,847.20	\$ 24,847.20	\$ 24,847.20	\$ 24,847.20	\$ 24,847.20	\$ 24,847.20	\$ 223,624.80
Precio al cliente	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 70,112.82	\$ 631,015.38
Diferencia utilidad										\$ 60,028.22

Nota: César Zúñiga Vargas

Como es posible apreciar por medio de la Tabla No 32, donde se presenta el desarrollo de los diferentes modelos en comparación con el proyecto planteado, se puede determinar que por medio de la utilización del modelo de oferta actual, con el modelo de control propuesto, es posible llevar la utilidad planteada desde un 35% hasta un 55% utilizando la propuesta de control. Con esto, se establece

una diferencia de utilidad de \$ 60,028.22 con el mismo precio al cliente. Esto puede ser analizado como medio para disminuir precios y generar más competitividad a nivel de mercado, o para la aplicación de descuentos o rebajas en el precio al cliente sin afectar una utilidad mínima de un 35%.

De la misma manera, para determinar la viabilidad de la propuesta y su utilidad, se analiza el movimiento del flujo de caja durante los 9 meses de duración. Se aplica como inversión inicial el costo de la investigación y la generación de la herramienta presentados en Tabla No 30 en contraposición al gasto ahora percibido como ingreso por las horas no contempladas debido al cálculo deficiente de colaboradores y convertidos en horas extra corregidos por el modelo presentado en la propuesta presentados en la Tabla No 33.

Tabla No 33 Flujo de caja inversión- ingresos

Flujo de caja proyecto 9 meses										
Rubro	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9
Gasto	\$ 7,162.31	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingreso	\$ -	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67
Diferencia	\$ -7,162.31	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67	\$ 11,144.67

VAN	\$ 89,578.51	Extras	\$ 100,302.00
TIR	156%		

Nota: César Zúñiga Vargas

En la Tabla No 33, se presenta el flujo de caja aplicado la inversión inicial del costo de la investigación y la herramienta únicamente al proyecto planteado, donde se contempla este gasto en el Mes 0 y en los siguientes meses el ingreso percibido por el monto de \$100,302.00, distribuido en partes iguales a lo largo de los 9 meses al no tener que realizar el pago por horas extra. Con lo anterior, desde el Mes 1, se perciben ingresos y a lo largo del desarrollo y permiten estimar un valor actual neto (VAN) al termino del proyecto positivo de \$89,578.51 y una tasa interna de retorno (TIR) por la inversión inicial de 156%, lo cual evidencia la alta viabilidad de la aplicación del modelo y herramienta presentados en esta investigación.

Plan de implementación

El plan de implementación de la presente propuesta se lleva a cabo en dos etapas; la primera etapa consiste en la aprobación de la herramienta por parte de la gerencia y la presentación de esta a los arquitectos y personas relacionadas con el funcionamiento, cálculos y demás componentes de la herramienta. En esta etapa, se reciben los comentarios por parte de los implicados y se realizan los ajustes necesarios para su mejor comodidad y comprensión.

La segunda etapa consiste en la puesta en marcha de la herramienta. Esta consiste en realizar los cambios generados por los comentarios y acotaciones de los implicados en el proceso (arquitectos, gerente, entre otros), la revisión de los proyectos activos, la generación de las estimaciones y la carga de información proveniente de la plataforma Praesto para la generación periódica de los informes. Por medio de un Diagrama de Gantt, presentado a continuación en la Figura No 119, se presenta de manera visual la cronología en que se llevará a cabo la implementación de la propuesta.

Figura No 119 Diagrama de implementación

Implementación de propuesta de Control y Seguimiento																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Primera Etapa																																
Presentación de modelos y herramienta gerencia																																
Presentación de herramienta a arquitectos																																
Ajuste y necesidades de Arquitectos																																
Segunda Etapa																																
Revisión de proyectos en curso																																
Revisión de información en Praesto																																
Generación de estimaciones																																
Ingreso de base de datos Praesto pruebas																																
Capacitación de funcionamiento de herramienta																																
Presentación de informes (Familiarización)																																
*Proyección realizada en días. Días hábiles requeridos = 23																																

Nota: César Zúñiga Vargas

Como se plantea en la Figura No 119, correspondiente al diagrama de Gantt para la implementación de la propuesta, aquí se establece el orden cronológico en días requeridos para el desarrollo de la implementación de la propuesta.

REFERENCIAS

- Aramburú, C., & Aliaga, L. (2016). *Una Herramienta para priorizar: Diagrama de Vester*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Bravo, J. (2008). *Gestión de procesos*. Santiago, Chile: Evolución S.A.
- Gutiérrez, H. (2015). *Calidad total y Productividad* (Tercera ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill.
- Hanke, J., & Wichern, D. (2010). *Pronósticos en los negocios* (Novena ed.). Juárez, México: Pearson.
- Heredia, J., Rodríguez, A., & Villalta, J. (2012). El análisis de datos en apoyo a la gestión de la enseñanza en la carrera Ingeniería Industrial. *Revista Científica de Ingeniería Industrial*, 19-30. Obtenido de <http://revistascientificas.cujae.edu.cu/RIndustrial.asp>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México: McGRAW-Hill.
- Hernández, R., Méndez, S., Cuevas, A., & Mendoza, C. (2017). *Fundamentos de Investigación* (Primera ed.). Ciudad de México: McGRAW-HILL.
- Marchal, W., Lind, D., & Wathen, S. (2015). *Estadística aplicada a los negocios y la economía* (Decimosexta ed.). Distrito Federal, México: McGraw-Hill.
- Medina, A., Ricardo, A., Piloto, N., Nogueira, D., Hernández, A., & Cuétara, L. (2014). índices integrales para el control de gestión: consideraciones y fundamentación teórica. *Revista Científica de Ingeniería Industrial*, 94-104. Obtenido de <http://revistascientificas.cujae.edu.cu/RIndustrial.asp>
- Méndez, R., Sandoval, F., & Del Cid, A. (2011). *Investigación. Fundamentos y metodología* (Primera ed.). México: Pearson.
- Ministerio de trabajo y seguridad social. (2018). *Lista de salarios mínimos sector privado 2018*. Obtenido de http://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_ocupacion_2018.pdf
- Monje, C. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa*. Neiva, Colombia: Universidad Surcolombiana.

Nogueira, D., Hernández, M., & Negrín, E. (2002). Control de gestión: Dimensiones y diagnóstico permanente. *Revista Científica de Ingeniería Industrial*, 28-33. Obtenido de <http://revistascientificas.cujae.edu.cu/RIndustrial.asp>

Organización Internacional para la Estandarización. (2015). *ISO 9000:2015*. Suiza: ISO.

Oviedo, G. (2014). *Estadística y probabilidad con aplicaciones* (Primera ed.). San José, Costa Rica: Publitex.

Palacios, L. (2016). *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos* (Segunda ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.


Rojas, M. (2015). *Evaluación de proyectos para ingenieros*. Bogotá: ECOE Ediciones.


Sacasas, M. (2014). Estudio de modelos de control de gestión para la internacionalización universitaria en Cuba. *Revista Científica de Ingeniería Industrial*, 312-321. Obtenido de <http://revistascientificas.cujae.edu.cu/RIndustrial.asp>


Schroeder, R., Meyer, S., & Rungtusanatham, J. (2011). *Administración de operaciones. Conceptos y casos contemporáneos* (Quinta ed.). México D.F.: McGraw-Hill.

APÉNDICES

Apéndice A. Proceso de planos constructivos en Zürcher Arquitectos

	<p>Departamento de diseño / Proceso de (CD) / V1</p> <p>Realizado por: Sergio Umaña Rodríguez / Fabián Rivera Rodríguez</p> <p>Fecha de realización / revisión: Febrero 2014 / Febrero 2015</p>
Desarrollo del proceso	
Responsable	Actividad
Cliente	1. Si manifiesta su visto bueno con Diseño Esquemático, ir al punto 15. Si contrata a la empresa para que inicie en la etapa de desarrollo de diseño; ir al punto 2.
Director General	2. Define las necesidades del cliente 3. Solicita información básica de inicio de proyecto. 4. Asignar el proyecto al arquitecto más conveniente de acuerdo a las cargas de trabajo previamente informadas por el Coordinador de proyectos y experiencia profesional.
Gerente General	5. Facilitar al Coordinador de Proyectos y al Arquitecto designado el alcance del proyecto.
Coordinador de Proyectos	6. Analizar el alcance del proyecto. 7. Fijar el tiempo que se dispone para ejecutar el proyecto, en conjunto con el arquitecto. 8. Crear un cronograma de trabajo, en conjunto con el arquitecto. 9. Proveer herramientas para el control del avance del proyecto y de la información pendiente.
Arquitecto	10. Analizar el alcance y el concepto del proyecto 11. Determinar y reportar la información pendiente utilizando el Administrador de Proyectos. Si hay información preliminar pendiente, ir al paso 12; si no hay pendientes, ir al paso 15. 12. Notificar a Pre Construcción sobre la información pendiente.
Pre Construcción	13. Hacer las gestiones respectivas para obtener la información pendiente. 14. Facilitar los estudios preliminares o cualquier otra información requerida por el arquitecto.
Arquitecto	15. De haber una metodología de trabajo establecida y un EDT, ir al paso 18, si no existen ir al paso 16. 16. Reunirse con el equipo para decretar el método de trabajo del proyecto. 17. Realizar la EDT de la etapa así como el cronograma. 18. Establecer en conjunto con los consultores (cuando aplique) y el cliente las reuniones de coordinación. 19. Suministrar a los consultores (cuando aplique) y cliente el cronograma con las fechas de entrega establecidas, según el alcance u oferta aprobado. 20. Solicitar al dibujante crear el proyecto en FTP
Dibujante	21. Ejecutar los diseños arquitectónicos. 22. Solicitar creación del proyecto en FTP al departamento de informática. 23. Indicar a consultores (si aplica) que la información se subió al FTP.
Consultores	24. Facilitar los planos de avance, acordados según cronograma.
5	

 <p>Departamento de diseño / Proceso de (CD) / V1 Realizado por: Sergio Umaña Rodríguez / Fabián Rivera Rodríguez Fecha de realización / revisión: Febrero 2014 / Febrero 2015</p>	
Dibujante	<p>25. Concilia los planos facilitados por consultores. Si existen incongruencias ir al punto 26, sino ir al punto 30.</p> <p>26. Ejecutar informes de no conformidades con los planos de los consultores.</p> <p>27. Realizar las modificaciones de distribución de espacios y los diseños de fachadas según necesidades del cliente y consultores.</p> <p>28. Actualizar la tabla de áreas.</p>
Arquitecto	<p>29. Solicitar los ajustes respectivos a los consultores.</p> <p>30. Revisar los diseños ejecutados por el dibujante y los consultores. Si hay inconformidades ir al punto 25, sino ir al 31.</p> <p>31. Solicitar al dibujante realizar los preparativos para la entrega de planos a inspección.</p> <p>32. Solicitar a inspección la fecha posible de ingreso de planos para revisión.</p>
Dibujante	<p>33. Preparar la entrega para inspección.</p> <p>34. Entregar planos a inspección, en la fecha indicada.</p>
Inspección	<p>35. Revisar los planos del taller de arquitectura así como de los consultores.</p> <p>36. Ejecutar informe con la evaluación</p>
Arquitecto	<p>37. Recibir informe con la evaluación</p> <p>38. Analizar el informe con la evaluación de calidad. Si acepta hacer los cambios sugeridos, ir al paso 40, sino ir al paso 39.</p> <p>39. Responder al inspector las causas por las cuales no se hacen las correcciones sugeridas. Ir al punto 42.</p> <p>40. Solicitar al dibujante realizar los ajustes sugeridos por inspección.</p>
Dibujante	<p>41. Implementar los cambios sugeridos por inspección.</p>
Arquitecto	<p>42. Revisar los planos finales ejecutados por los dibujantes.</p> <p>43. Solicitar al dibujante alistar los planos para entregarlos al cliente.</p>
Dibujante	<p>44. Alistar y entregar los planos al cliente y al director (en caso de ser necesario).</p> <p>45. Llenar tabla de áreas</p>
Arquitecto	<p>46. Solicitar la aprobación del cliente y del director (cuando aplique).</p> <p>47. Si el cliente aprueba ir al paso 57; si no, ir al paso 48.</p> <p>48. Analizar el impacto de los cambios sugeridos por el cliente</p> <p>49. Notificar a Gerencia General sobre el impacto de los cambios.</p>
Gerencia General	<p>50. Analizar los cambios sugeridos por el cliente</p> <p>51. Negociar con el cliente sobre el impacto de los cambios.</p> <p>52. Notificar al arquitecto y al Coordinador sobre las decisiones tomadas con el proyecto.</p>
Arquitecto	<p>53. Recibir la notificación sobre la decisión tomada por la Gerencia respecto a los cambios.</p> <p>54. Hacer ajustes al cronograma con la ayuda del Coordinador.</p> <p>55. Determinar los cambios y ejecutarlos en planos.</p>

	<p>Departamento de diseño / Proceso de (CD) / V1</p> <p>Realizado por: Sergio Umaña Rodríguez / Fabián Rivera Rodríguez</p> <p>Fecha de realización / revisión: Febrero 2014 / Febrero 2015</p>
	<p>56. Si el cambio es significativo, indicar al dibujante que realice los ajustes, e ir al paso 21; si no ir al paso 57.</p> <p>57. Entregar al cliente los planos para su revisión y aprobación.</p> <p>58. Notificar a Gerencia General sobre la entrega parcial (indicar porcentaje de avance general) para su respectivo control.</p> <p>59. Entregar a Pre Construcción los planos arquitectónicos (al 85%) y de los demás consultores.</p>
Pre Construcción	<p>60. Someter a aprobación los planos arquitectónicos y de los demás consultores al CFI.</p>
	<p>61. Realizar la entrega oficial y solicitar Aprobación de la fase al Cliente.</p> <p>62. Notificar a Gerencia General sobre el final de la fase.</p> <p>63. FIN.</p>
7	

Apéndice B. Forma Z1-000



Z1-000

Nombre del Proyecto: _____

Código del Proyecto: _____ Fecha: _____

Nombre del (los) propietario(s): _____

Ubicación del Proyecto: _____

1. Equipo de Arquitectura: Principal Arquitecto _____

Senior Arquitecto _____

2. Área preliminar: _____

3. Lenguaje Arquitectónico: _____ (incluir imágenes aprobadas por cliente en anexos)

4. Tipo y categoría: _____

5. Descripción del proyecto: _____

6. Etapas, fechas y porcentajes de entrega acordado: Fecha Inicio: _____

Plan Maestro: MP _____ % Fecha final: _____

Anteproyecto: PD _____ % SD _____ % Fecha final: _____

Planos Constructivos: DD _____ % CD _____ % Fecha final: _____

Asesoría de Diseño: AS _____ %

7. Para iniciar el anteproyecto, se requiere lo siguiente del propietario:

- = Plano catastrado
- = Estudios de topografía con curvas de nivel e inventario de arboles y estructuras existentes
- = Uso de suelo y retiros
- = Cualquier otro que requiera _____

Apéndice C. Tabla de incumplimiento de datos mínimos

PROYECTOS	Nombre de proyecto	Codigo	Propietario	Ubicación	Fecha de inicio	Area preliminar	Tipo	Descripción	Estimado horas
1272	Terraza Residencia RZ	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1276	Documentos Construcción	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
1424	Apartamento 503-602 Daniel Kader	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO
1427	AP+CD BOH	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO
	CD Custom Home (corner units)	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO
	CD Estate Home	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO
	CD Privated Villa 3bedroom (mini villa)	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO
	CD Privated Villa 4bedroom	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	NO
	AP+CD Caseta de Acceso	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO
1457	Documentos Construcción/Construction Documents	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO
1459	Documentos Construcción	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO
1468	Design Development Environmental Building	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO
1478	Baños Senderos	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO
	CD Ampliación Casa Club / Terraza	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO
	Pool Bar	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO
	Pergolas Cabanas	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO
1484	Documentos Construcción	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO
1491	Documentos Construcción/Construction Documents	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO
1512	CD Condo	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO
	CD Beach Club	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO
1513	Documentos Construcción 50%	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO
1526	Desarrollo Diseño/Design Development	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO
1527	Desarrollo Diseño/Design Development	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO
1529	Desarrollo Diseño/Design Development	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO
1535	Centro 27 (Casellas)								
	Desarrollo Diseño/Design Development	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO
1541	Restaurante y Piscina Hotel Villas Sol (Remodelación y Ampliación)								
	Documentos Construcción/Construction Documents	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO
1543	Documentos Construcción/Construction Documents	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO
1127	Documentos Construcción	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO
PROYECTO CUMPLEN REQUERIMIENTOS	28	28	2	26	12	10	26	1	6
PROYECTO NO CUMPLEN REQUERIMIENTOS	0	0	26	2	16	18	2	27	22

Apéndice D. Lista de proyectos analizados

	Tipo de diseño	Codigo	Nombre	Estatus	Fase	Area	H.Arq. AP	H.Arq.PC	H.Dib. AP	H.Dib. PC
1	Centro Comercial	485	Centro Comercial Curridabat	Entregado	CD	2253	58	28	198	831
2	Spa/Club de playa	639	Club Golf Papagayo	Entregado	CD	1956	99,5	98	472,48	2235
3	Residencias + 500mts	779	Casa Laguna Drake	Entregado	CD	720	409	74	127	487
4	Spa/Club de playa	788	Club de Playa Exclusive Resort - Papagayo	Entregado	CO	1200	173	258	322	978
5	Hoteles	804	Ampliación Costa Rica Marriott	Entregado	CD	2865	180,75	270	49,5	755
6	Spa/Club de playa	805	Club Playa Prieta	Entregado	CD	1500	185	225	770,42	4360
7	Spa/Club de playa	859	Spa Asclepios	Entregado	CD	1182	365,5	380	854	1430
8	Spa/Club de playa	866	Casa Club Golf Islita	Entregado	CD	160	30	4	12	166
9	Residencias - 500mts	896	Residencia Greg & Linnea Dun	Entregado	CD	400	33	53	64	531
10	Centro Comercial	912	Centro Comercial Lincoln	Entregado	CD	97936	383	768	133	4787
11	Residencias - 500mts	913	Hacienda Pinilla Lote 64 Almendros	Entregado	CD	497	83	100	77	394
12	Spa/Club de playa	919	Casa Club II - Monteran	Entregado	CD	110	73,5	22	296	286
13	Spa/Club de playa	937	Ampliación Spa Marriott Los Sueños	Entregado	CD	1094	205,5	351	709,25	1907
14	Residencias + 500mts	940	Residencia Pinilla-Carlos Corrales	Entregado	CD	506	87	122	301	780
15	Spa/Club de playa	949	Residencia Hotelera Cali	Entregado	CD	1167	104	317	508	1256
16	Residencias - 500mts	965	Residencia Salvador Bolaños	Entregado	CD	400	76	68	70	258
17	Hoteles	1006	Hotel Andaz	Entregado	CD	22461	3244	1922	5476	7508
18	Centro Comercial	1044	Centro Comercial Alajuela-Mango Park	Entregado	CD	5374		283		1467
19	Centro Comercial	1049	Licitación Terramall	Entregado	CD	17618		276		1617
20	Residencias + 500mts	1077	Residencia Pacheco	Entregado	CD	714	126	54	390	538
21	Spa/Club de playa	1092	Spa Bristol	Entregado	CD	1934	401	382	1671	1816
22	Residencias - 500mts	1095	Residencia Pavones	Entregado	CD	303	122	74	55	260
23	Spa/Club de playa	1101	Beach Club Puntarena	Entregado	CD	2833		112		1739
24	Hoteles	1114	Hotel Curridabat	Entregado	CD	9740	173	630	305	2624
25	Restaurantes	1124	Restaurante Andiamola	Entregado	CD	896	284,5	195	230,5	1116
26	Residencias + 500mts	1152	Residencia Ana Maria Vallarino	Entregado	CD	1190	508	136	371	878
27	Condominios	1159	Puntarena 2 (Edificio DCBA)	Entregado	CD	57571,04		495,5		4316,5
28	Hoteles	1164	Hotel Courtyard Jamaica	Entregado	CD	14915,92	205	943,75	513,5	4841,5
29	Residencias + 500mts	1171	Casa Douglas Soto	Entregado	CD	793	119	53	169	738
30	Centro Comercial	1177	Locales Lindora	Entregado	CD	452	44	37	40	186
31	Residencias + 500mts	1184	Residencia Volio	Entregado	CD	900	485	76	268	666
32	Hoteles	1197	Hotel Boutique Playa Panama	Entregado	CD	10371	549	507	429	3821
33	Condominios	1220	Puntarena Etapa 3	Entregado	CD	5455,22	215	48	875	1475,25
34	Centro Comercial	1226	Centro 7 Bancas	Entregado	CD	2257		55		1604
35	Residencias + 500mts	1242	Residencia Consuelo Ruiz	Entregado	CD	1140	533	281	503	749
36	Spa/Club de playa	1261	Playa escondida - Beach Club	Entregado	CD	3444	736,5	110	4259,9	2068
37	Hoteles	1271	Hotel Fairfield El Salvador	Entregado	CD	6344,47	331	1151,5	922	5555
38	Condominios	1273	Marina Pez Vela Fase 2	Entregado	CD	13075	120	539	298	2871
39	Residencias + 500mts	1276	Residencia Forget	Entregado	CD	1088	81,5	8	401	263
40	Centro Comercial	1283	Terrazas Lindora	Entregado	CD	44000	408	1392	1673	10128
41	Hoteles	1292	Hyatt San Pedro Sula	Entregado	CD	37850		368		5008
42	Condominios	1293	Puntarena Etapa 4A	Entregado	CD	4094,82	197	204,5	1094	538
43	Restaurantes	1295	Restaurante Casual Courtyard Jamaica	Entregado	CD	503	6	2	217,5	453
44	Residencias + 500mts	1302	Residencia Cortez Amarilla	Entregado	CD	694	167	69	180	350
45	Residencias + 500mts	1305	Casa Faro Escondido	Entregado	CD	1080,67	99	167,5	203	1462,5
46	Condominios	1315	Puntarena Etapa 4B	Entregado	CD	16671,61	229,5	280,5	1091,5	1534
47	Hoteles	1319	Hotel Hyatt Place Tegucigalpa	Entregado	CD	12125		278		2684
48	Auditorios	1323	Auditorio Música	Entregado	CD	2301		489		1121
49	Residencias + 500mts	1333	Residencia Folio House	Entregado	CD	584,82	32,5	263	409	32
50	Residencias + 500mts	1344	Verstrete	Entregado	CD	1024		140		884
51	Residencias - 500mts	1354	Carlos Soto	Entregado	CD	360	67	38	17	283
52	Residencias - 500mts	1382	Karin Zurcher	Entregado	DD	200	31,25	65	79	200
53	Residencias + 500mts	1383	Residencia El Silencio Lote 11 John Keith	Entregado	CD	735	94	100	236,5	1245
54	Residencias + 500mts	1384	Residencia Kellerman	Entregado	CD	840	250	119	128,5	593,5
55	Centro Comercial	1392	Centro Comercial Boquete	Entregado	CD	3376	239,5	103,5	540	1118,5
56	Residencias + 500mts	1406	Residencia Gardellini	Entregado	CD	716,5	62	46	198	457
57	Residencias - 500mts	1407	Oller Paez	Entregado	CD	449	37	62	153,5	322
58	Condominios	1422	203 Guachipelin- Torre G	Entregado	CD	14412	158	214,5	773	2612
59	Spa/Club de playa	1422	203 Guachipelin- Casa Club	Entregado	CD	296		13		398,5
60	Accesos	1424	Solaris (Alto las Palomas)-Caseta	Entregado	CD	119	92	3	1,5	43

	Tipo de diseño	Código	Nombre	Estatus	Fase	Area	H.Arq. AP	H.Arq.PC	H.Dib. AP	H.Dib. PC
61	Condominios	1424	Solaris (Alto las Palomas) Edificio 1	Entregado	CD	1311	189	274	1008	2030,5
62	Residencias + 500mts	1424	Solaris (Alto las Palomas)-Apartamento 5C	Entregado	CD	935,64	84,5	73	372,5	514
63	Restaurantes	1424	Solaris (Alto las Palomas)-BOH	Entregado	CD	128		74		151
64	Spa/Club de playa	1424	Solaris	Entregado	CD	789	18,5	100	37	524
65	Accesos	1429	Hotel W Conchal- Caseta Acceso	Entregado	DD	200	789,5	28,02	1102	88,15
66	Hoteles	1429	Hotel W Concha-Edificaio Principal	Entregado	CD	3493		436,73		1277,13
67	Hoteles	1429	Hotel W Conchal- Guestrooms A1+A2+B+C	Entregado	DD	8203		433,73		1126,64
68	Hoteles	1429	Hotel W Conchal- Treehouses A+B	Entregado	DD	1406		279,95		850,56
69	Restaurantes	1429	Hotel W Conchal - BOH	Entregado	DD	704		78,18		225,615
70	Restaurantes	1429	Hotel W Concha- Speciality Restaurant	Entregado	CD	652		240,91		540,32
71	Spa/Club de playa	1429	Hotel W. Conchal - Beach Club	Entregado	CD	619		139		610
72	Spa/Club de playa	1429	Hotel W Concha- Beach Club + Destination	Entregado	DD	619		165,7		444,82
73	Spa/Club de playa	1429	Hotel W Concha- Spa+ Fitness Center	Entregado	DD	797		164,24		432,875
74	Hoteles	1435	AC Hotel Marriott	Entregado	CD	8913,92	97,5	1151	381	3251,5
75	Centro Comercial	1443	La santa Maria San Juan del Sur- Comercio	Entregado	CD	391		7		381
76	Condominios	1443	La santa Maria San Juan del Sur- Edificio 01	Entregado	CD	1640		175		941
77	Residencias - 500mts	1443	La santa Maria San Juan del Sur- Villa 01	Entregado	CD	247		39		426,5
78	Residencias - 500mts	1443	La santa Maria San Juan del Sur- Villa 360	Entregado	CD	418		72		424
79	Spa/Club de playa	1443	La santa Maria San Juan del Sur- Casa Club	Entregado	CD	261	315	15,5	1611,5	159
80	Centro Comercial	1449	Nueve 84 Curridabat (Teran 1.1)	Entregado	CD	11190	47	268	409,5	3148,5
81	Centro Comercial	1451	Financia -Nicaragua	Entregado	CD	3900	76	152,5	341	1229
82	Residencias + 500mts	1458	Residencia Rana Roja	Entregado	CD	916	124	81	133	489
83	Residencias + 500mts	1465	Residencia Fernando y Rebeca Alvarado	Entregado	CD	659,75	83	86	310,5	384,5
84	Hoteles	1483	Homes Tranquilo, Puntaleona	Entregado	CD	993,57		14		558
85	Residencias - 500mts	1484	Residencia Pacheco	Entregado	CD	305		186		163
86	Auditorios	1490	Pueblo Guacalito- Conference Center	Entregado	CD	1316,2	93	8	10	48,5
87	Condominios	1490	Pueblo Guacalito-Building A	Entregado	CD	896,94	734,5	50,5	1921	891,5
88	Condominios	1490	Pueblo Guacalito- Building B	Entregado	CD	778,8		49,5		594
89	Condominios	1490	Pueblo Guacalito-Building C	Entregado	CD	1219,5		58,5		904
90	Residencias + 500mts	1490	Pueblo Guacalito- Casa Patron 1	Entregado	CD	742,7		55		842
91	Residencias + 500mts	1490	Pueblo Guacalito-Casa Patron 2	Entregado	CD	1155,05		77,5		956
92	Condominios	1512	Schooner Bay - Bahamas-Condo	Entregado	CD	897,01	57	59,5	44,5	381,5
93	Residencias - 500mts	1512	Schooner Bay - Bahamas- Villas 2dr	Entregado	CD	351,35	56,5	31,5	8	278
94	Residencias - 500mts	1512	Schooner Bay - Bahamas- Villas 3 br	Entregado	CD	417,13	55,5	37	11	277
95	Restaurantes	1512	Schooner Bay - Bahamas- Harbor amenitie	Entregado	CD	213	136	108	13	386,5
96	Spa/Club de playa	1512	Schooner Bay - Bahamas- Beach Club	Entregado	CD	365,01	60	28	67	297
97	Residencias + 500mts		Villa Marina	Entregado	CD	528		79		356
98	Residencias + 500mts		V.M. Villas	Entregado	CD	712		95		408
99	Hoteles	1483	Row Homes Tranquío, Puntaleona	Entregado	CD		97	175	165	397
100	Condominios	1281	Leyenda Dorada	Entregado	CD	3548	140	287	325	669,25
101	Residencias + 500mts	927	Bundy Residence Lote 417	Entregado	CD	1531	159	195	438	125

Apéndice E. Análisis de errores de pronóstico

Residencias +500m²

Tipo	Residencias + 500mts			OFICINA					ESTUDIO				
ARQUITECTO				(((m ² *0.4)*0.6)*0.4)					0.46+ 0,1045 x m ²				
AREA	Código Proye	Horas Arq.	18	ECU OFI.ARQ	MAD	ABS	MSE	MAPE	ECU EST.ARQ	MAD	ABS	MSE	MAPE
528	xxxx	79		114.05	-35.05	35.05	1228.36	0.44	55.64	23.36	23.36	545.88	0.30
659.75	1465	86		142.51	-56.51	56.51	3192.93	0.66	69.40	16.60	16.60	275.43	0.19
694	1302	69		149.90	-80.90	80.90	6545.46	1.17	72.98	-3.98	3.98	15.86	0.06
712	xxxx	95		153.79	-58.79	58.79	3456.50	0.62	74.86	20.14	20.14	405.46	0.21
714	1077	54		154.22	-100.22	100.22	10044.85	1.86	75.07	-21.07	21.07	444.07	0.39
716.5	1406	46		154.76	-108.76	108.76	11829.61	2.36	75.33	-29.33	29.33	860.50	0.64
720	779	74		155.52	-81.52	81.52	6645.51	1.10	75.70	-1.70	1.70	2.89	0.02
735	1383	100		158.76	-58.76	58.76	3452.74	0.59	77.27	22.73	22.73	516.77	0.23
742.7	1490	55		160.42	-105.42	105.42	11114.05	1.92	78.07	-23.07	23.07	532.32	0.42
793	1171	53		171.29	-118.29	118.29	13992.05	2.23	83.33	-30.33	30.33	919.82	0.57
840	1384	119		181.44	-62.44	62.44	3898.75	0.52	88.24	30.76	30.76	946.18	0.26
900	1184	76		194.40	-118.40	118.40	14018.56	1.56	94.51	-18.51	18.51	342.62	0.24
916	1458	81		197.86	-116.86	116.86	13655.32	1.44	96.18	-15.18	15.18	230.49	0.19
935.64	1424	73		202.10	-129.10	129.10	16666.36	1.77	98.23	-25.23	25.23	636.77	0.35
1024	1344	140		221.18	-81.18	81.18	6590.84	0.58	107.47	32.53	32.53	1058.33	0.23
1080.67	1305	167.5		233.42	-65.92	65.92	4346.07	0.39	113.39	54.11	54.11	2927.89	0.32
1155.05	1490	77.5		249.49	-171.99	171.99	29580.84	2.22	121.16	-43.66	43.66	1906.43	0.56
1190	1152	136		257.04	-121.04	121.04	14650.68	0.89	124.82	11.19	11.19	125.10	0.08
				SUMA					SUMA				
				ERROR	-1671.16		174909.48	22.33	ERROR	-0.66		12692.82	5.26
					-92.84		9717.19	124%	ERROR	-0.04		705.16	29%
Tipo	Residencias + 500mts			OFICINA					ESTUDIO				
DIBUJANTE				(((m²*0.4)*0.6)*0.6)					-82.4+ 0,8129 x m²				
AREA	Código Proye	Horas Dib.	17	ECU OFI.DIB	MAD	ABS	MSE	MAPE	ECU EST.DIB	MAD	ABS	MSE	MAPE
528	xxxx	356		171.07	184.93	184.93	34198.37	0.52	346.81	9.19	9.19	84.43	0.03
659.75	1465	384.5		213.76	170.74	170.74	29152.49	0.44	453.91	-69.41	69.41	4817.86	0.18
694	1302	350		224.86	125.14	125.14	15661.02	0.36	481.75	-131.75	131.75	17358.75	0.38
712	xxxx	408		230.69	177.31	177.31	31439.55	0.43	496.38	-88.38	88.38	7811.87	0.22
714	1077	538		231.34	306.66	306.66	94042.81	0.57	498.01	39.99	39.99	1599.15	0.07
716.5	1406	457		232.15	224.85	224.85	50559.32	0.49	500.04	-43.04	43.04	1852.69	0.09
720	779	487		233.28	253.72	253.72	64373.84	0.52	502.89	-15.89	15.89	252.43	0.03
742.7	1490	842		240.63	601.37	601.37	361640.10	0.71	521.34	320.66	320.66	102822.30	0.38
793	1171	738		256.93	481.07	481.07	231426.42	0.65	562.23	175.77	175.77	30895.20	0.24
840	1384	593.5		272.16	321.34	321.34	103259.40	0.54	600.44	-6.94	6.94	48.11	0.01
900	1184	666		291.60	374.40	374.40	140175.36	0.56	649.21	16.79	16.79	281.90	0.03
916	1458	489		296.78	192.22	192.22	36946.99	0.39	662.22	-173.22	173.22	30003.92	0.35
935.64	1424	514		303.15	210.85	210.85	44458.84	0.41	678.18	-164.18	164.18	26955.65	0.32
1024	1344	884		331.78	552.22	552.22	304951.35	0.62	750.01	133.99	133.99	17953.43	0.15
1140	1242	749		369.36	379.64	379.64	144126.53	0.51	844.31	-95.31	95.31	9083.23	0.13
1155.05	1490	956		374.24	581.76	581.76	338449.12	0.61	856.54	99.46	99.46	9892.26	0.10
1190	1152	878		385.56	492.44	492.44	242497.15	0.56	884.95	-6.95	6.95	48.32	0.01
				SUMA					SUMA				
				ERROR	5630.67		2267358.64	8.91	ERROR	0.78		261761.50	2.72
					331.22		133374.04	52%	ERROR	0.05		15397.74	16%

Hoteles

Tpo			OFICINA					ESTUDIO					
ARQUITECTO			(((m ² *0.4)*0.6)*0.4)					117.2 + 0.07191 x m ²					
AREA	Código Proy	Horas Arq.	ECU OFI.ARQ	MAD	ABS	MSE	MAPE	ECU EST.ARQ	MAD	ABS	MSE	MAPE	
1406	1429	279.95	225.80		54.15	54.15	2931.83	218.31		61.64	61.64	3800.05	0.22
2865	804	270	460.12		-190.12	190.12	36145.23	323.22		-53.22	53.22	2832.60	0.20
3493	1429	436.73	560.98		-124.25	124.25	15437.02	368.38		68.35	68.35	4671.50	0.16
6344.47	1271	1151.5	1018.92		132.58	132.58	17576.96	573.43		578.07	578.07	334163.96	0.50
8203	1429	433.73	1317.40		-883.67	883.67	780875.85	707.08		-273.35	273.35	74718.98	0.63
8913.92	1435	1151	1431.58		-280.58	280.58	78722.64	758.20		392.80	392.80	154291.85	0.34
9740	1114	630	1564.24		-934.24	934.24	872811.85	817.60		-187.60	187.60	35195.04	0.30
10371	1197	507	1665.58		-1158.58	1158.58	1342313.64	862.98		-355.98	355.98	126720.77	0.70
14915.92	1164	943.75	2395.50		-1451.75	1451.75	2107568.63	1189.80		-246.05	246.05	60542.48	0.26
22461	1006	1922	3607.24		-1685.24	1685.24	2840022.40	1732.37		189.63	189.63	35959.34	0.10
			SUMA		-6521.70		8094406.06	SUMA		174.29		832896.56	3.41
			ERROR		-652.17		809440.61	ERROR		17.43		83289.66	34%

Tpo			OFICINA					ESTUDIO					
DIBUJANTE			(((m ² *0.4)*0.6)*0.6)					56.5+ 0.3133 x m ²					
AREA	Código Proy	Horas Dib.	ECU OFI.DIB	MAD	ABS	MSE	MAPE	ECU EST.DIB	MAD	ABS	MSE	MAPE	
993.57	1483	558	239.35		318.65	318.65	101537.18	367.79		190.21	190.21	36181.56	0.34
1406	1429	850.56	338.71		511.85	511.85	261995.13	497.00		353.56	353.56	125004.82	0.42
2865	804	755	690.18		64.82	64.82	4201.83	954.10		-199.10	199.10	39642.60	0.26
3493	1429	1277.13	841.46		435.67	435.67	189805.12	1150.86		126.27	126.27	15944.90	0.10
8203	1429	1126.64	1976.10		-849.46	849.46	721586.88	2626.50		-1499.86	1499.86	2249579.72	1.33
8913.92	1435	3251.5	2147.36		1104.14	1104.14	1219117.79	2849.23		402.27	402.27	161820.24	0.12
9740	1114	2624	2346.37		277.63	277.63	77080.64	3108.04		-484.04	484.04	234296.66	0.18
10371	1197	3821	2498.37		1322.63	1322.63	1749339.80	3305.73		515.27	515.27	265498.74	0.13
12125	1319	2684	2920.91		-236.91	236.91	56127.53	3855.26		-1171.26	1171.26	1371855.84	0.44
14915.92	1164	4841.5	3593.25		1248.25	1248.25	1558140.23	4729.66		111.84	111.84	12508.69	0.02
22461	1006	7508	5410.85		2097.15	2097.15	4398017.57	7093.53		414.47	414.47	171784.30	0.06
			SUMA		6294.41		10336950.43	SUMA		-1240.38		4684118.07	3.41
			ERROR		572.22		939722.77	ERROR		-112.76		425828.92	31%

Spa / Club de playa

Tipo	Spa/Club de playa			OFICINA					ESTUDIO				
ARQUITECTO				(((m²*0.4)*0.6)*0.4)					-4.98+ 0,2296 x m²				
AREA	Código	Proy	Horas Arq.	ECU OFI.ARQ	MAD	ABS	MSE	MAPE	ECU EST.ARQ	MAD	ABS	MSE	MAPE
			13										
110	919	22		50.83	-28.83	28.83	831.10	1.31	20.28	1.72	1.72	2.97	0.08
261	1443	15.5		120.60	-105.10	105.10	11046.62	6.78	54.95	-39.45	39.45	1555.96	2.54
296	1422	13		136.78	-123.78	123.78	15320.42	9.52	62.98	-49.98	49.98	2498.16	3.84
365.01	1512	28		168.66	-140.66	140.66	19786.31	5.02	78.83	-50.83	50.83	2583.31	1.82
619	2858	304.7		286.03	18.67	18.67	348.66	0.06	137.14	167.56	167.56	28075.55	0.55
789	1424	100		364.58	-264.58	264.58	70003.17	2.65	176.17	-76.17	76.17	5802.54	0.76
797	1429	164.24		368.28	-204.04	204.04	41631.41	1.24	178.01	-13.77	13.77	189.65	0.08
1094	937	351		505.52	-154.52	154.52	23875.05	0.44	246.20	104.80	104.80	10982.54	0.30
1167	949	317		539.25	-222.25	222.25	49393.89	0.70	262.96	54.04	54.04	2919.98	0.17
1182	859	380		546.18	-166.18	166.18	27615.31	0.44	266.41	113.59	113.59	12903.32	0.30
1200	788	258		554.50	-296.50	296.50	87909.88	1.15	270.54	-12.54	12.54	157.25	0.05
1500	805	225		693.12	-468.12	468.12	219136.33	2.08	339.42	-114.42	114.42	13091.94	0.51
1934	1092	382		893.66	-511.66	511.66	261798.74	1.34	439.07	-57.07	57.07	3256.57	0.15
				SUMA	-2667.54		828696.88	32.73	SUMA	27.48		84019.73	1115%
				ERROR	-205.20		63745.91	252%	ERROR	2.11		6463.06	86%
Tipo	Spa/Club de playa			OFICINA					ESTUDIO				
DIBUJANTE				(((m²*0.4)*0.6)*0.6)					28.1+ 1.052 x m²				
AREA	Código	Proy	Horas Dib.	ECU OFI.DIB	MAD	ABS	MSE	MAPE	ECU EST.DIB	MAD	ABS	MSE	MAPE
			14										
110	919	286		50.83	235.17	235.17	55305.49	0.82	143.82	142.18	142.18	20215.15	0.50
160	866	166		73.93	92.07	92.07	8476.37	0.55	196.42	-30.42	30.42	925.38	0.18
261	1443	159		120.60	38.40	38.40	1474.34	0.24	302.67	-143.67	143.67	20641.64	0.90
296	1422	398.5		136.78	261.72	261.72	68499.62	0.66	339.49	59.01	59.01	3481.94	0.15
365.01	1512	297		168.66	128.34	128.34	16470.17	0.43	412.09	-115.09	115.09	13245.83	0.39
619	2858	1054.82		286.03	768.79	768.79	591041.88	0.73	679.29	375.53	375.53	141024.28	0.36
789	1424	524		364.58	159.42	159.42	25414.38	0.30	858.13	-334.13	334.13	111641.52	0.64
797	1429	432.875		368.28	64.60	64.60	4172.80	0.15	866.54	-433.67	433.67	188068.80	1.00
1094	937	1907		505.52	1401.48	1401.48	1964158.75	0.73	1178.99	728.01	728.01	530001.47	0.38
1167	949	1256		539.25	716.75	716.75	513734.35	0.57	1255.78	0.22	0.22	0.05	0.00
1182	859	1430		546.18	883.82	883.82	781140.34	0.62	1271.56	158.44	158.44	25101.97	0.11
1200	788	978		554.50	423.50	423.50	179355.64	0.43	1290.50	-312.50	312.50	97656.25	0.32
1934	1092	1816		893.66	922.34	922.34	850706.06	0.51	2062.67	-246.67	246.67	60845.10	0.14
1956	639	2235		903.83	1331.17	1331.17	1772017.62	0.60	2085.81	149.19	149.19	22257.06	0.07
				SUMA	7427.58		6831967.80	7.35	SUMA	-3.58		1235106.45	5.13
				ERROR	530.54		487997.70	52%	ERROR	-0.26		88221.89	37%

Condominios

Tipo	Condominios			OFICINA					ESTUDIO				
ARQUITECTO				$((m^2*0.4)*0.6)*0.4$		0.86	0.52	0.4	117+ 0,006864 x m²				
				ECU OFI.ARQ	MAD	ABS	MSE	MAPE	ECU EST.ARQ	MAD	ABS	MSE	MAPE
AREA	Código Proy	Horas Arq.	10										
778.8	1490	49.5		139.31	-89.81	89.81	8066.15	1.81	122.35	-72.85	72.85	5306.49	1.47
896.94	1490	50.5		160.44	-109.94	109.94	12087.82	2.18	123.16	-72.66	72.66	5278.98	1.44
897.01	1512	59.5		160.46	-100.96	100.96	10192.35	1.70	123.16	-63.66	63.66	4052.22	1.07
1219.5	1490	58.5		218.14	-159.64	159.64	25486.26	2.73	125.37	-66.87	66.87	4471.68	1.14
1311	1424	274		234.51	39.49	39.49	1559.33	0.14	126.00	148.00	148.00	21904.38	0.54
1640	1443	175		293.36	-118.36	118.36	14009.85	0.68	128.26	46.74	46.74	2184.91	0.27
4094.82	1293	204.5		732.48	-527.98	527.98	278764.36	2.58	145.11	59.39	59.39	3527.55	0.29
14412	1422	214.5		2578.02	-2363.52	2363.52	5586219.98	11.02	215.92	-1.42	1.42	2.03	0.01
16671.61	1315	280.5		2982.22	-2701.72	2701.72	7299277.97	9.63	231.43	49.07	49.07	2407.48	0.17
57571.04	1159	495.5		10298.31	-9802.81	9802.81	96095037.53	19.78	512.17	-16.67	16.67	277.81	0.03
				SUMA	-15935.26		109330701.60	52.25	SUMA	9.08		49413.54	6.44
				ERROR	-1593.53		10933070.16	523%	ERROR	0.91		4941.35	64%

Tipo	Condominios			OFICINA					ESTUDIO				
DIBUJANTE				$((m^2*0.4)*0.6)*0.6$		0.86	0.52	0.6	854.7+ 0,06561 x m²				
				ECU OFI.DIB	MAD	ABS	MSE	MAPE	ECU EST.DIB	MAD	ABS	MSE	MAPE
AREA	Código Proy	Horas Dib.	11										
778.8	1490	594		208.97	385.03	385.03	148249.94	0.65	905.80	-311.80	311.80	97217.41	0.52
896.94	1490	891.5		240.67	650.83	650.83	423583.67	0.73	913.55	-22.05	22.05	486.12	0.02
897.01	1512	381.5		240.69	140.81	140.81	19828.66	0.37	913.55	-532.05	532.05	283080.21	1.39
1219.5	1490	904		327.22	576.78	576.78	332679.51	0.64	934.71	-30.71	30.71	943.19	0.03
1640	1443	941		440.04	500.96	500.96	250956.11	0.53	962.30	-21.30	21.30	453.71	0.02
4094.82	1293	538		1098.72	-560.72	560.72	314409.28	1.04	1123.36	-585.36	585.36	342647.66	1.09
5455.22	1220	1475.25		1463.74	11.51	11.51	132.37	0.01	1212.62	262.63	262.63	68976.10	0.18
13075	1273	2871		3508.28	-637.28	637.28	406130.90	0.22	1712.55	1158.45	1158.45	1342004.66	0.40
14412	1422	2612		3867.03	-1255.03	1255.03	1575094.88	0.48	1800.27	811.73	811.73	658903.45	0.31
16671.61	1315	1534		4473.33	-2939.33	2939.33	8639639.66	1.92	1948.52	-414.52	414.52	171830.42	0.27
57571.04	1159	4316.5		15447.46	-11130.96	11130.96	123898302.86	2.58	4631.94	-315.44	315.44	99499.83	0.07
				SUMA	-14257.40		136009008.35	9.77	SUMA	-0.42		3066042.77	4.32
				ERROR	-1296.13		12364455.30	89%	ERROR	-0.04		278731.16	39%

Residencias Centro Comercial

Tipo Centro Comercial			OFICINA					ESTUDIO				
ARQUITECTO			(((m²*0.4)*0.6)*0.4)					10.90+ 0,02985 x m²				
AREA	Código Proyecto	Horas Arq.	ECU OFI.ARQ	MAD	ABS	MSE	MAPE	ECU EST.ARQ	MAD	ABS	MSE	MAPE
391	1443	7	51.78	-44.78	44.78	2005.61	6.40	22.57	-15.57	15.57	242.47	2.22
452	1177	37	59.86	-22.86	22.86	522.71	0.62	24.39	12.61	12.61	158.96	0.34
2253	485	28	298.39	-270.39	270.39	73109.30	9.66	78.15	-50.15	50.15	2515.23	1.79
2257	1226	55	298.92	-243.92	243.92	59495.54	4.43	78.27	-23.27	23.27	541.56	0.42
3376	1392	103.5	447.12	-343.62	343.62	118072.95	3.32	111.67	-8.17	8.17	66.81	0.08
3900	1451	152.5	516.52	-364.02	364.02	132507.65	2.39	127.32	25.19	25.19	634.28	0.17
5374	1044	283	711.73	-428.73	428.73	183811.61	1.51	171.31	111.69	111.69	12473.78	0.39
11190	1449	268	1482.00	-1214.00	1214.00	1473804.74	4.53	344.92	-76.92	76.92	5916.92	0.29
17618	1049	276	2333.33	-2057.33	2057.33	4232598.17	7.45	536.80	-260.80	260.80	68015.23	0.94
44000	1283	1392	5827.36	-4435.36	4435.36	19672418.33	3.19	1324.30	67.70	67.70	4583.29	0.05
			SUMA	-9425.01		25948346.61	43.50	SUMA	-217.71		95148.53	6.70
			ERROR	-942.50		2594834.66	435%	ERROR	-21.77		9514.85	67%
Tipo Centro Comercial			OFICINA					ESTUDIO				
DIBUJANTE			(((m²*0.4)*0.6)*0.6)					288.4+ 0,2073 x m²				
AREA	Código Proyecto	Horas Dib.	ECU OFI.DIB	MAD	ABS	MSE	MAPE	ECU EST.DIB	MAD	ABS	MSE	MAPE
391	1443	381	77.68	303.32	303.32	92005.41	0.80	369.45	11.55	11.55	133.30	0.03
452	1177	186	89.79	96.21	96.21	9255.53	0.52	382.10	-196.10	196.10	38455.05	1.05
2253	485	831	447.58	383.42	383.42	147010.14	0.46	755.45	75.55	75.55	5708.27	0.09
2257	1226	1604	448.38	1155.62	1155.62	1335467.71	0.72	756.28	847.72	847.72	718635.81	0.53
3376	1392	1118.5	670.68	447.82	447.82	200546.19	0.40	988.24	130.26	130.26	16966.42	0.12
3900	1451	1229	774.77	454.23	454.23	206321.26	0.37	1096.87	132.13	132.13	17458.34	0.11
5374	1044	1467	1067.60	399.40	399.40	159521.29	0.27	1402.43	64.57	64.57	4169.26	0.04
11190	1449	3148.5	2223.01	925.49	925.49	856540.25	0.29	2608.09	540.41	540.41	292046.21	0.17
17618	1049	1617	3499.99	-1882.99	1882.99	3545658.42	1.16	3940.61	-2323.61	2323.61	5399169.94	1.44
44000	1283	10128	8741.04	1386.96	1386.96	1923658.04	0.14	9409.60	718.40	718.40	516098.56	0.07
			SUMA	3669.49		8475984.25	5.13	SUMA	0.88		7008841.16	3.65
			ERROR	366.95		847598.43	51%	ERROR	0.09		700884.12	37%

Residencias -500m²

Tipo			Residencias - 500mts			OFICINA					ESTUDIO				
ARQUITECTO						(((m ² *0.4)*0.6)*0.4)					18.47+ 0.1353 x m ²				
						1.45					0.75				
						0.4									
AREA	Código Proy	Horas Arq.	ECU OFI.ARQ	MAD	ABS	MSE	MAPE	ECU EST.ARQ	MAD	ABS	MSE	MAPE			
200	1382	65	87.00	-22.00	22.00	484.00	0.34	45.53	19.47	19.47	379.08	0.30			
247	1443	39	107.45	-68.45	68.45	4684.72	1.76	51.89	-12.89	12.89	166.13	0.33			
303	1095	74	131.81	-57.81	57.81	3341.42	0.78	59.47	14.53	14.53	211.24	0.20			
305	1484	186	132.68	53.33	53.33	2843.56	0.29	59.74	126.26	126.26	15942.47	0.68			
351.35	1512	31.5	152.84	-121.34	121.34	14722.73	3.85	66.01	-34.51	34.51	1190.78	1.10			
360	1354	38	156.60	-118.60	118.60	14065.96	3.12	67.18	-29.18	29.18	851.36	0.77			
400	1861	121	174.00	-53.00	53.00	2809.00	0.44	72.59	48.41	48.41	2343.53	0.40			
417.13	1512	37	181.45	-144.45	144.45	20866.25	3.90	74.91	-37.91	37.91	1436.99	1.02			
418	1443	72	181.83	-109.83	109.83	12062.63	1.53	75.03	-3.03	3.03	9.15	0.04			
449	1407	62	195.32	-133.32	133.32	17772.89	2.15	79.22	-17.22	17.22	296.52	0.28			
457	1407	28	198.80	-170.80	170.80	29170.93	6.10	80.30	-52.30	52.30	2735.51	1.87			
497	913	100	216.20	-116.20	116.20	13501.28	1.16	85.71	14.29	14.29	204.09	0.14			
			SUMA					SUMA							
			ERROR	-1062.45		136325.36	25.41	ERROR	35.93		25766.84	7.12			
				-88.54		11360.45	212%		2.99		2147.24	59%			

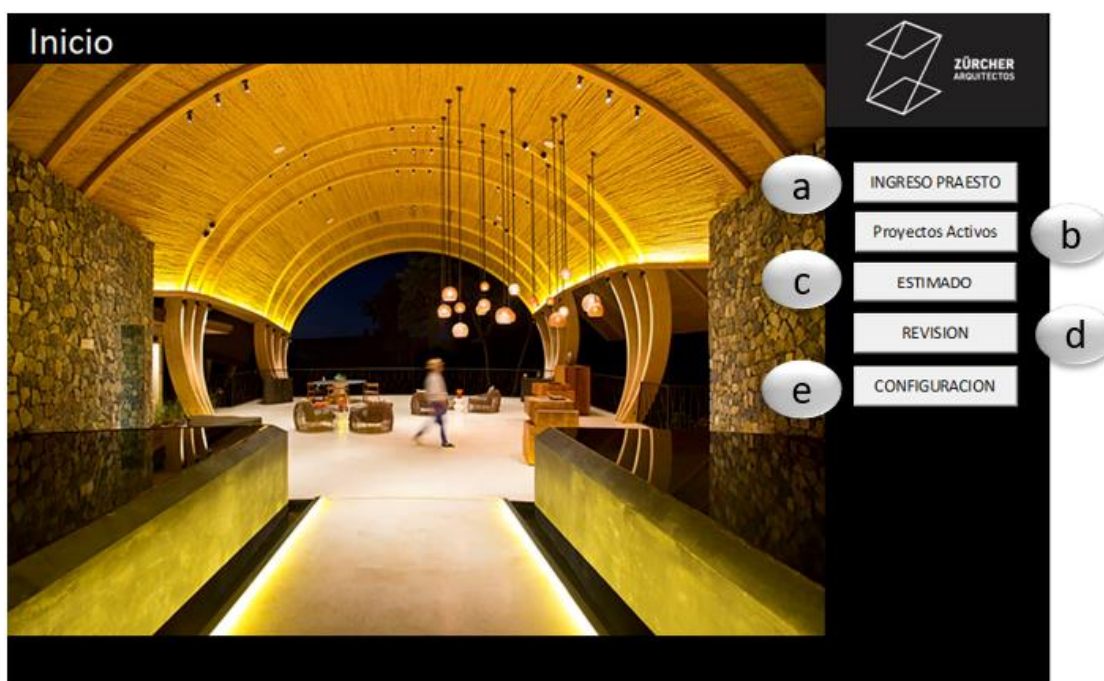
Tipo			Residencias - 500mts			OFICINA					ESTUDIO				
DIBUJANTE						(((m ² *0.4)*0.6)*0.6)					64.42+ 0.6224 x m ²				
						1.45					0.75				
						0.6									
AREA	Código Proy	Horas Dib.	ECU OFI.DIB	MAD	ABS	MSE	MAPE	ECU EST.DIB	MAD	ABS	MSE	MAPE			
200	1382	200	130.50	69.50	69.50	4830.25	0.35	188.90	11.10	11.10	123.2100	0.06			
247	1443	426.5	161.17	265.33	265.33	70401.34	0.62	218.15	208.35	208.35	43408.5557	0.49			
303	1095	260	197.71	62.29	62.29	3880.36	0.24	253.01	6.99	6.99	48.8993	0.03			
305	1484	163	199.01	-36.01	36.01	1296.90	0.22	254.25	-91.25	91.25	8326.9275	0.56			
351.35	1512	278	229.26	48.74	48.74	2375.99	0.18	283.10	-5.10	5.10	26.0124	0.02			
360	1354	283	234.90	48.10	48.10	2313.61	0.17	288.48	-5.48	5.48	30.0743	0.02			
400	1861	789	261.00	528.00	528.00	278784.00	0.67	313.38	475.62	475.62	226214.3844	0.60			
417.13	1512	277	272.18	4.82	4.82	23.26	0.02	324.04	-47.04	47.04	2212.9227	0.17			
418	1443	424	272.75	151.26	151.26	22878.08	0.36	324.58	99.42	99.42	9883.7001	0.23			
449	1407	322	292.97	29.03	29.03	842.60	0.09	343.88	-21.88	21.88	478.6294	0.07			
457	1407	390	298.19	91.81	91.81	8428.62	0.24	348.86	41.14	41.14	1692.7629	0.11			
497	913	394	324.29	69.71	69.71	4859.14	0.18	373.75	20.25	20.25	409.9491	0.05			
			SUMA					SUMA							
			ERROR	1332.58		400914.87	3.92	ERROR	692.11		292856.03	2.40			
				111.05		33409.57	33%		57.68		24404.67	20%			

Apéndice F. Manual de usuario de herramienta

Manual de usuario: Sistema de control y seguimiento de proyectos Zürcher Arquitectos

El siguiente manual pretende la comprensión y el funcionamiento de la herramienta de control y seguimiento de proyectos para Zürcher Arquitectos. La herramienta se encuentra planteada en el sistema operativo Microsoft Office bajo la plataforma Excel e importando la base de datos del sistema de registro de horas Praesto. De esta manera, dicha herramienta se encuentra dividida en 5 módulos cuyo contenido y funcionamiento se explicarán a continuación.

1. Inicio



El primer módulo está conformado por la interfase de INICIO, por medio de los botones ubicados en la parte derecha de la interface es posible el acceso a los demás módulos especificados a continuación:

- a. Ingreso Praesto
- b. Proyectos activos
- c. Estimación
- d. Revisión
- e. Configuración

2. Proyectos activos

Proyectos Activos

Anteproyecto

Periodo: DESDE 24/9/2018 HASTA 29/9/2018

a.4

a.1 RESUMEN

FASE	ID FASE	HORAS INVERTIDAS	CODIGO	# FASES
Planes Constructivos	CD	405,5	02	22
Anteproyecto	AP	205,5	06	16
Inspección	RI	025	07	7
Rediseño	RD	32	04	7
Diseño Conceptual	PD	48,5	04	4
Reconstrucción	RM	18	01	1
Proyecto Riesgo	PR	15	02	2
Liquidación	LQ	14	01	1
Ingeniería de Valor	IG	13,5	01	2
Asesoría Diseño	AS	9	01	2
Plan Maestro	MP	8,5	01	1
Diseño Exponencial	SD	7,5	01	1
Premios Construcción	PC	5,5	04	4
Total general		709,5		

a.5

DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS

a.3

% DISTRIBUCIÓN DE HORAS

a.2

Inicio Configuración

El módulo de proyectos activos permite, por medio la interacción o lectura de las partes de la interfase, la determinación de proyectos activos y la fase en la cual se encuentran, entre otra información.

a.1. Selección de fases

a.2. Porcentaje de horas en el periodo solicitado por fase

a.3. Cantidad de proyectos por código y fase

a.4. Periodo de revisión

a.5. Resumen de proyectos – Horas- Fases – Códigos

3. Estimación

Estimación

b.2 Código: 5555
 Nombre: Pueba 5555
 Fase: Planos Construc PC
 Nombre de Fase: Pueba 5555

b.3 Tipo: Hoteles
 Área: 5000
 Categoría: A

b.4 Fecha de ingreso: 23/10/2018

b.5 Avance Etapas
 Primera Entrega: 1/11/2018
 Segunda entrega: 15/12/2018
 Tercera entrega: 1/2/2019

b.6 Entrega Final: 14/3/2019
 Días requeridos: 101
 Dibujantes Requer: 2
 Factor: 0,58

Anteproyecto				27%
	Arquitecto	Dibujante	Total fase	
PD	86,20	146,76	232,99	
SD	201,14	342,49	543,63	
AP	287,35	489,27	776,62	
TOTAL				

Planes Constructivos				73%
	Arquitecto	Dibujante	Total fase	
CD	190,70	643,20	833,90	
DD	295,05	973,80	1268,85	
PC	476,75	1623,00	2099,75	
TOTAL	764,10	2112,27	2876,37	

CRONOGRAMA ESTIMADO PARA FASE				
ENTREGA	ECHA DE INICI	DURACION	ACUMULADO	FECHA FINAL
Primera Entrega	23/10/2018	8		1/11/2018
Segunda entrega	2/11/2018	31	8	15/12/2018
Tercera entrega	16/12/2018	34	39	1/2/2019
Entrega Final	2/2/2019	29	73	14/3/2019
TOTAL DE FASE	23/10/2018	102	102	14/3/2019

Cronograma a estimar y validar por Cliente y Arquitecto.

b.7 HORAS REQUERIDAS
 Horas Arq: 476,8
 Horas Dib: 1623,0

b.8 CRONOGRAMA ESTIMADO PARA FASE
 Primera entrega: 8
 Segunda entrega: 31
 Tercera entrega: 34
 Entrega Final: 29
 TOTAL DE FASE: 102

El módulo de Estimación permite, a través de la interacción y lectura de las partes de la interfase, la determinación de la estimación de horas y colaboradores para el nuevo proyecto en desarrollo por medio de su metraje.

b.1. Cálculo

b.1.1. Código

b.1.2. Nombre de proyecto

b.1.3. Selección de categoría de diseño

b.1.4. Categoría

b.1.5. Metraje a consultar

b.2. Información del proyecto

b.3. Selección de fase a consultar

b.4. Metraje y categoría preestablecidos

b.5. Fechas de entrega para el proyecto

b.6. Estimación

b.6.1. Fecha estimada para finalización

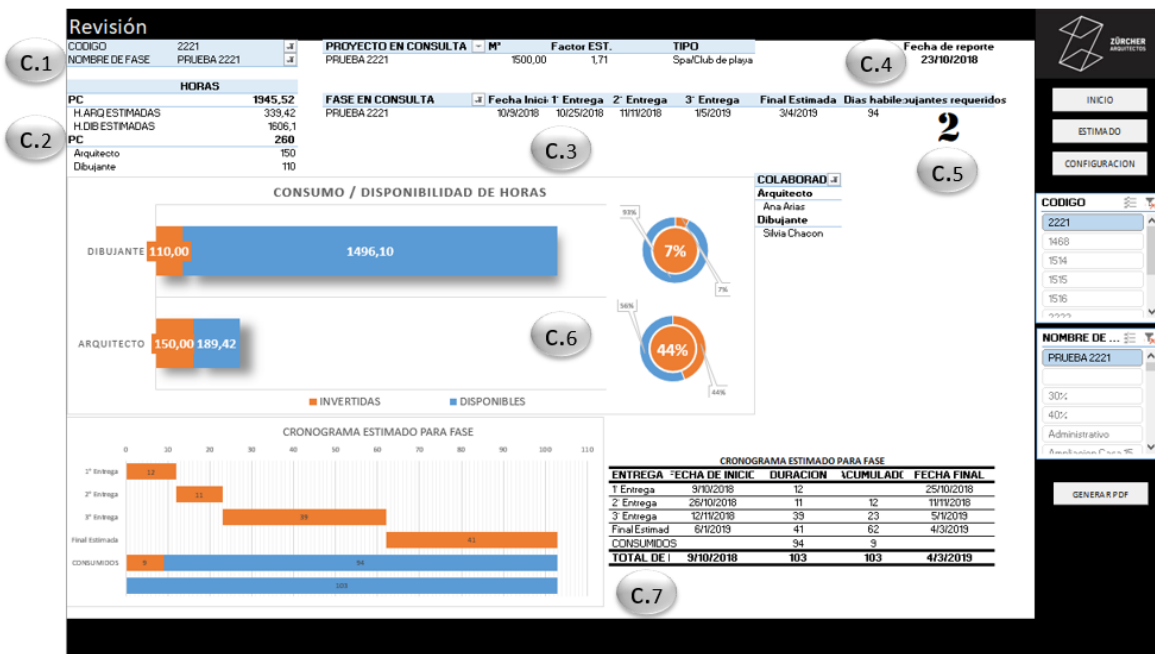
b.6.2. Días requeridos

b.6.3. Dibujantes asignados

b.7. Horas estimadas

b.8. Cronograma estimado en días hábiles según fechas

4. Revisión



El módulo de Revisión permite, a través de la interacción y lectura de las partes de la interfase, el análisis y revisión de las horas invertidas en contraposición de las horas estimadas en el módulo de Estimación. Este módulo contiene los siguientes enunciados:

c.1. Información del proyecto

c.2. Horas estimadas vs horas invertidas

c.3. Fechas preestablecidas

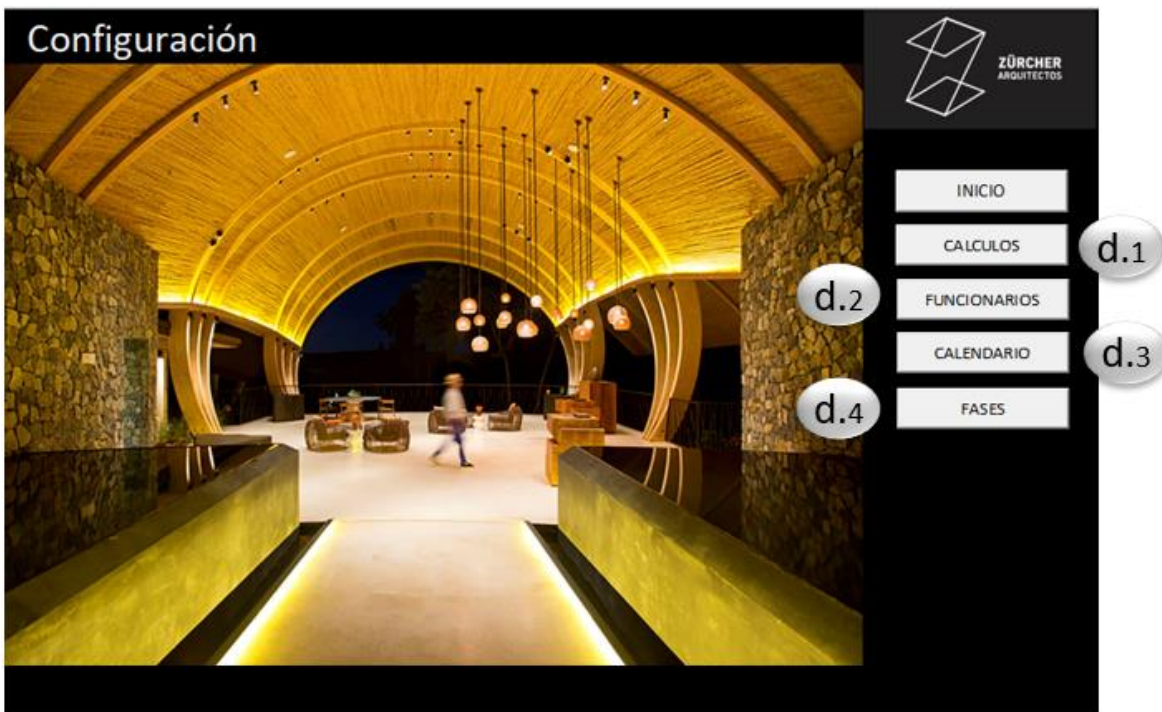
c.4. Días hábiles para la entrega final

c.5. Colaboradores requeridos para lograr la entrega

c.6. Gráficos de horas invertidas vs horas estimadas. Porcentaje de horas invertidas

c.7. Cronograma preestablecido con cuenta de días transcurridos desde fecha de inicio

5. Configuración

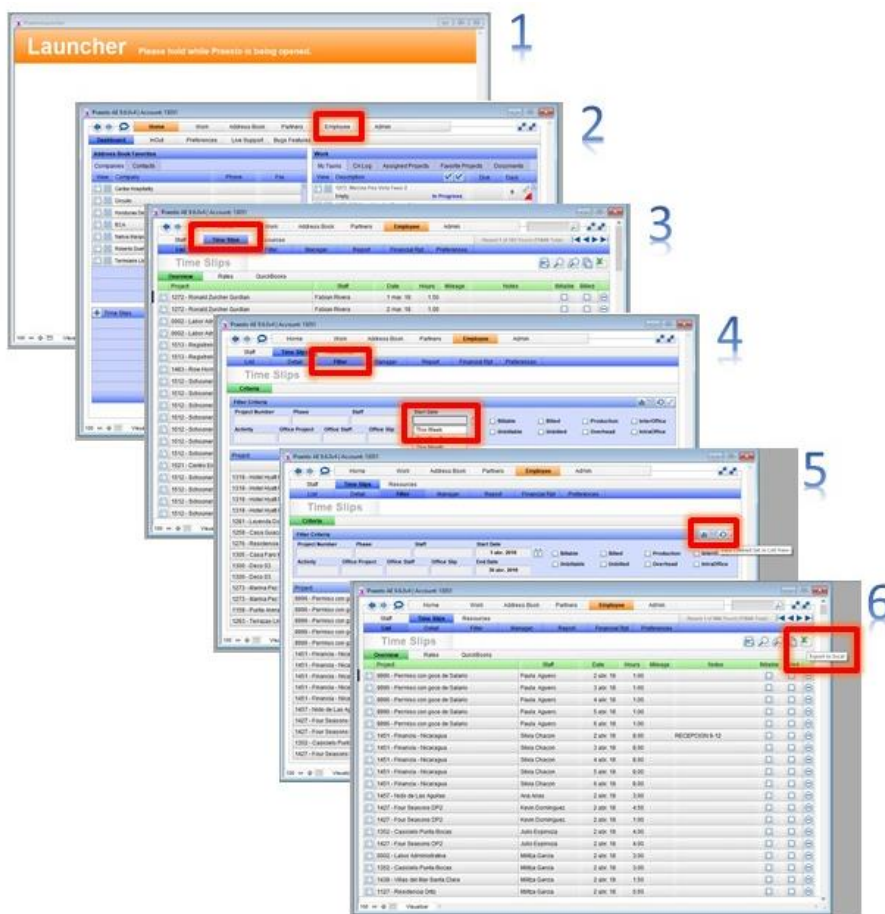


El módulo de Configuración posibilita la modificación de los datos que generan las estimaciones o la revisión de estas. Dicho módulo contiene los siguientes enunciados:

- d.1. Cálculos (Contiene las fórmulas para la estimación de cada categoría de diseño)
- d.2. Funcionarios (Contiene la información de los colaboradores)
- d.3. Calendario (Contiene las fechas de calendario con los días no laborales)
- d.4. Fases (Contiene las fases estipuladas para el desarrollo de los proyectos)

6. Importación de datos desde Praesto

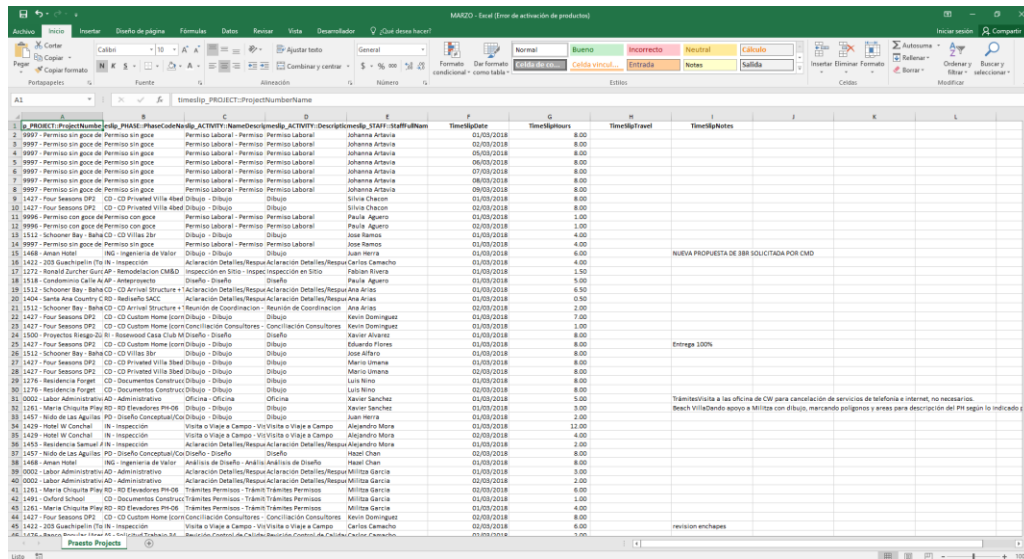
Para el análisis de los proyectos activos y la revisión de las horas que se invierten en los proyectos, se debe extraer la información de la plataforma Praesto. A continuación, se presenta el proceso para la extracción de la información de la plataforma para su uso en la Herramienta de Seguimiento y Control.



Pasos para la extracción de información:

1. Ingresar a la plataforma Praesto.
2. Ir a la pestaña "Employee".
3. Ir a la pestaña "Filter".
4. Seleccionar la fecha "This Month" o el rango de fechas requerido.
5. Seleccionar en parte superior derecha el botón de "View Filtered in List View".
6. Seleccionar "Export to Excel".
7. Se generará un archivo en Excel.

8. El archivo en formato Excel se debe seleccionar en su totalidad.



Una vez seleccionado por completo la hoja de Excel, se introduce en la pantalla de “INGRESO DE DATOS”, sin requerir modificación alguna.

p_PROJECT:ProjectNumber	slip_PHASE:PhaseCode	slip_ACTIVITY:NameDescr	slip_ACTIVITY:Description	slip_STAFF:StaffFullN	TimeSlipDate	TimeSlipHours	TimeSlipTravel	TimeSlipNotes
2222 - PRUEBA	2222	PC - PRUEBA	Diseño - Diseño	Ana Arias	02/03/2018	100,00		
2222 - PRUEBA	2222	PC - PRUEBA	Dibujio - Dibujio	Silvia Chacon	02/03/2018	80,00		
2221 - PRUEBA	2221	PC - PRUEBA	Diseño - Diseño	Ana Arias	02/03/2018	150,00		
2221 - PRUEBA	2221	PC - PRUEBA	Dibujio - Dibujio	Silvia Chacon	02/03/2018	110,00		



7. Generación de estimaciones

Para la generación de las estimaciones en la herramienta de Control y Seguimiento de Zürcher Arquitectos, es necesario realizar los siguientes pasos:

1. Para la generación de las estimaciones, primero se debe acceder desde el módulo de INICIO, al módulo de ESTIMACIÓN, en el cual se presenta en los botones de la parte derecha de la pantalla el correspondiente a CÁLCULO. Al accionar el botón por medio de un “clic” desplegará una caja de diálogo para completar la información requerida. Una vez terminada la incorporación de la información requerida por la caja de diálogo se procede a picar el botón de “CALCULAR”, con lo cual volverá al módulo de “ESTIMACIÓN” y presentará los resultados de la estimación.

2. Una vez en la interfase de “ESTIMACIÓN” se debe seleccionar la fase del proyecto que se desea consultar para que brinde la información de horas y fecha de finalización estimadas.

3. Una vez de finalizados los pasos anteriores, se procede a ingresar las fechas de entrega para la fase, según previa aprobación, para la generación del cronograma en días de la duración del proyecto.

4. Finalizada la incorporación de todos los datos, se debe picar el botón de “GUARDAR” ubicado al lado derecho de la interfase o, si no se desea realizar el guardado, se debe picar el botón “LIMPIAR” ubicado en la parte derecha de la interfase.

8. Revisión de proyectos

Para la revisión de los proyectos en curso en la herramienta de Control y Seguimiento de Zürcher Arquitectos, es necesario realizar los siguientes pasos:

1. Para la generación de las estimaciones, primero se debe acceder desde el módulo de INICIO, al módulo de “REVISIÓN”, en el cual se presenta un área de selección en la parte derecha de la pantalla el correspondiente a CÓDIGO y FASE. En ella, se seleccionan el código y la fase a consultar y desplegará la información correspondiente al proyecto y fase solicitados.

2. Para el envío de la información a las personas correspondientes, en la parte inferior derecha de la interfase, se encuentra el botón de “GENERAR PDF”, con lo cual se genera un archivo en formato PDF para ser enviado.