

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



**CONSTRUCTABILIDAD EN EDIFICACIONES DE CENTROS
EMPRESARIALES
CENTRO EMPRESARIAL PLEXUS**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

EDY FREDY CAILLAHUA BLAS

Lima- Perú

2015

DEDICATORIA:

Dedico este trabajo a todas las personal que me apoyaron y sumaron un grano de arena para llegar al final del camino que me tracé.

Principalmente a la Sra. María Blas mi madre y fuerza en momentos difíciles cuando me parecía rendir ella siempre estuvo para darme un aliento más. A mi padre Belisario Caillahua Ch. Muestra fiel de trabajo y coraje en cada aspecto de su vida.

Mis hermanas Amelia e Isabel que nunca dejaron de creer en mí y que gracias a su apoyo y dedicación pude terminar la carrera.

Agradezco a mi familia y amigos que en cada momento compartido aprendí una enseñanza más.

Aprendí en la UNI: "Como nadie nos dijo que era imposible lo hicimos".

ÍNDICE

RESUMEN:	4
LISTA DE CUADROS:	5
LISTA DE FIGURAS:	6
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS:	8
INTRODUCCIÓN:	9
CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN DE PROBLEMAS GENERADOS, INCIDENCIA EN VIDRIOS Y REFUERZOS ESTRUCTURALES	11
1.1 DEFINICIONES CONCEPTUALES	11
1.1.1 Definición de concepto de constructividad:	11
1.1.2 Definición de concepto de Constructabilidad:	13
1.1.3 Diferencias entre concepto de constructabilidad y constructividad ...	13
1.1.4 Características de la actual industria de la construcción que impulsan el estudio de la constructabilidad desde un enfoque de constructividad	14
1.1.5 Importancia de la constructividad como atributo del diseño y constructabilidad en la solución de los problemas	17
1.2 ESTABLECIMIENTO DEL PROBLEMA EN CENTROS EMPRESARIALES POR FALTA DE CONSTRUCTABILIDAD Y CONSTRUCTIVIDAD	18
1.2.1 Definición de proyecto:	18
1.2.1.1 <i>Definición de proyecto en general</i>	18
1.2.1.2 <i>Definición de proyecto de edificaciones empresariales</i>	18
1.2.2 Principales problemas en edificaciones en general con referencia a la constructabilidad	19
1.2.3 Principales problemas en edificaciones empresariales con referencia a la constructividad	20
1.3 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO A ESTUDIAR	21
1.4 PRINCIPALES PROBLEMAS PRESENTADOS EN LA EJECUCIÓN DEL EDIFICIO “CENTRO EMPRESARIAL PLEXUS”	23
1.4.1 Problemas presentados en vidrios	23

1.4.2	Problemas presentados por incompatibilidad entre estructuras e instalaciones	24
-------	--	----

CAPÍTULO II: PROBLEMAS INCIDENTES (DOS PROBLEMAS) SOLUCIÓN TOMADA. CUANTIFICACIÓN DE COSTO Y TIEMPO.....25

2.1	PRIMER PROBLEMA: CAMBIO DE MODULACIÓN E INCREMENTO DE VIDRIOS EN MURO CORTINA.....	25
2.1.1	Alcance de proyecto en cuanto a muro cortina Plexus	25
2.1.2	Origen de cambio de modulaciones incremento de vidrios en muro cortina	28
2.1.2.1	<i>Cambio de altura de edificio</i>	28
2.1.1.1	<i>Adición de alféizar (muro bajo de tabiquería) en fachadas</i>	29
2.1.2.2	<i>Adición de vigas de drywall en fachadas para conservar modulación ..</i>	32
2.1.2.3	<i>Falta de vistas exteriores en planos de arquitectura.....</i>	34
2.2	SEGUNDO PROBLEMA: INTERFERENCIA DE INSTALACIONES CON ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO.....	34
2.2.1	Identificación de problemas generados por instalaciones de ACI, IS, IE	34
2.2.1.1	<i>Pases en viga por tuberías de ACI.....</i>	34
2.2.1.2	<i>Pases en viga debido a tubería de desagüe a red pública</i>	35
2.2.1.3	<i>Pases en viga debido a bandejas eléctricas.....</i>	37
2.2.1.4	<i>Interferencia entre bandejas eléctricas y estructura, consecuencia en la arquitectura</i>	38
2.3	RESUMEN DE PROBLEMAS GENERADOS POR FALTA DE CONSTRUCTABILIDAD	41
2.3.1	Identificación de problemas generados, responsabilidades, solución tomada.....	41
2.3.1.1	<i>Identificación de problemas generados, responsabilidades, solución tomada en modificación directa e indirecta para muros cortinas.</i>	41
2.3.1.2	<i>Identificación de problemas generados, responsabilidades, solución tomada en refuerzos estructurales directa e indirecta para instalaciones.</i>	42
2.4	CUANTIFICACIÓN EN COSTO Y TIEMPO DE PROBLEMAS GENERADOS POR FALTA DE CONSTRUCTABILIDAD	43

2.4.1	Cuantificación en costo de problemas generados por falta de constructabilidad en vidrios de muro cortina.....	43
2.4.2	Cuantificación en costo de problemas generados por falta de constructabilidad en refuerzos y cambios estructurales.....	44
2.4.3	Comparativo de costos generados por falta de constructabilidad en muro cortina y gastos generados por refuerzos estructurales	44
2.4.4	Cuantificación en tiempo de problemas generados por falta de constructabilidad en vidrios de muro cortina.....	46
2.4.4.1	<i>Cronograma de obra general</i>	46
2.4.4.2	<i>Cronograma de vidrios original</i>	48
2.4.4.3	<i>Cronograma de vidrios modificado</i>	50
2.4.5	Cuantificación en tiempo de problemas generados por falta de constructabilidad en refuerzos estructurales	53
2.4.6	Descripción específica de la falta de constructabilidad por cada uno de los problemas presentados	55
2.4.7	Incidencia por falta de constructabilidad en el proyecto “centro empresarial plexus”	56
2.4.8	Resultado operativo de constructabilidad total en el proyecto centro empresarial plexus	58
2.4.9	Alternativa de gestión para minimizar la falta de constructabilidad en los proyectos empresariales- vidrios y soluciones estructurales	61
CAPÍTULO III: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		64
3.1	CONCLUSIONES	64
3.2	RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA		70

RESUMEN:

Los proyectos a nivel nacional han venido evolucionando a lo largo del tiempo, desde proyectos de baja inversión hasta los de gran inversión, a simple vista se puede diferenciar la envergadura y dimensión de las construcciones y pensar que se ha mejorado la ejecución de los mismos, sin embargo vemos que en ambos tipos de proyectos mantenemos tradicionalmente las mismas complicaciones. Durante las etapas de concepción, diseño y construcción existen prácticas arraigadas que producen pérdidas económicas, demoras en la entrega del proyecto e incumplimiento de objetivos; además, se cometen los mismos errores proyecto tras proyecto, entre otros problemas. "Los presupuestos adicionales y atrasos que se generan durante la etapa de construcción, los altos costos de operación y mantenimiento, la insatisfacción del cliente y de los usuarios son los principales problemas que ocurren debido a los errores que se cometen durante la etapa de diseño y definición del proyecto en su totalidad generalmente".

En este informe se presenta los problemas generados por falta de constructabilidad, tanto en vidrios como en refuerzos estructurales los cuales pertenecen al primer capítulo que se encarga de ilustrar y explicar los problemas que se han ocasionado. En el segundo capítulo cuantificaremos las pérdidas económicas y de tiempo que se generan por este tipo de problemas y daremos a conocer resultados que nos servirán como alimentación de conocimiento para futuros proyectos. Se debe generar una relación entre los tipos de incompatibilidades ocasionados en proyectos similares y plantearse como una guía y consideraciones a seguir para los posteriores diseños evitando sobre costos tanto en consumo de recursos y plazo de obra. Finalmente se dará a conocer el ordenamiento y las calificaciones de los errores en la construcción del proyecto estudiado en forma global y los beneficios que obtendríamos de aplicarse una buena gestión de constructabilidad en todo el ámbito de la construcción de un edificio empresarial; la propuesta presentada es evaluada mediante su aplicación en un proyecto de construcción real. El proyecto de aplicación consiste en la construcción de un edificio empresarial de la ciudad de Lima distrito de San Miguel.

LISTA DE CUADROS:

Cuadro N° 1: Cuadro de incompatibilidades en muro cortina	41
Cuadro N° 2: Incompatibilidades por refuerzos estructurales	42
Cuadro N° 3: Costos adicionales en muro cortina.....	43
Cuadro N° 4: Costos adicionales por refuerzos e incompatibilidades estructurales	44
Cuadro N° 5: Comparativo de costos y margen porcentual.....	44
Cuadro N° 6: Comparativo de costo de muro cortina	45
Cuadro N° 7: Comparativo de costo por refuerzos estructurales.....	45
Cuadro N° 8: Comparativo de costos en general	46
Cuadro N° 9: Cronograma de avance general de obra	47
Cuadro N° 10: Cronograma de avance valorizado de obra	48
Cuadro N° 11: Cronograma instalación de vidrios- (original).....	49
Cuadro N° 12: curva de avance "S" de vidrios- (Original).....	50
Cuadro N° 13: Cronograma Instalación de vidrios- (Modificado).....	51
Cuadro N° 14: Cronograma Instalación de vidrios- (Modificado).....	51
Cuadro N° 15: Cronograma Instalación de vidrios- (Comparativo).....	52
Cuadro N° 16: Cuantificación de tiempo por refuerzos estructurales	53
Cuadro N° 17: Resumen de falta de constructabilidad- Muro cortina.....	55
Cuadro N° 18: Resumen de falta de constructabilidad- Refuerzos estructurales	56
Cuadro N° 19: Porcentaje de incidencia por la falta de constructabilidad.....	57
Cuadro N° 20: Cuadro estadístico de incidencia de falta de constructabilidad ...	57
Cuadro N° 21: Cuadro de constructabilidad total en el proyecto Centro Empresarial Plexus.....	58
Cuadro N° 22: Cuadro estadístico de incidencias de constructabilidad total en el proyecto Centro Empresarial Plexus.....	59
Cuadro N° 23: Cuadro de calificación de adicionales productivos e improductivos	59
Cuadro N° 24: Cuadro estadístico de incidencias de productivo e improductivos	60
Cuadro N° 25: Soluciones de gestión- Muro cortina.....	62
Cuadro N° 26: Soluciones de gestión- Refuerzos estructurales	63

LISTA DE FIGURAS:

Figura N° 1: Evolución de la separación de las actividades en la construcción	10
Figura N° 2: Definición de constructividad.....	12
Figura N° 3: Características de la actual industria de la construcción que impulsan el estudio de la constructividad.	17
Figura N° 4: Curva de costo e impacto de las decisiones de diseño	17
Figura N° 5: Vista posterior del edificio	22
Figura N° 6: Vista frontal del edificio	23
Figura N° 7: Vista frontal del edificio – Elevación principal - Calle Martín de Murua.....	25
Figura N° 8: Vista.Lateral del edificio- Calle Luis Banchero Rossi.....	26
Figura N° 9: Vista Posterior del edificio- Calle Cesar López.....	26
Figura N° 10: Vista Posterior del edificio- Calle Carlos Gonzales- Adicional	27
Figura N° 11: Acercamiento de corte general 1, lámina A-16- Altura entrepiso 3.00m.....	28
Figura N° 12: Planta de Encofrado de techos- Estructuras, lámina E-24- Espesores de losa de techo-e=25cm	29
Figura N° 13: Planta de tomacorrientes- Inst. Eléctricas, lámina IE-22	29
Figura N° 14: Corte general de arquitectura original- Sin alféizar en fachada ...	30
Figura N° 15: Planta de tomacorrientes- Inst. Eléctricas, lámina IE-22	30
Figura N° 16: Corte general de arquitectura actualizado - con alféizar en fachada.....	31
Figura N° 17: (Corte general de Arquitectura Furukawa original - Sin Alféizar en fachada-Caja de sombra cubre peralte de la viga	31
Figura N° 18: Corte general de arquitectura “Furukawa” original – con alféizar en fachada - Caja de sombra cubre peralte de la viga más alféizar	32
Figura N° 19: Vista frontal de F-03- Ubicación de frisos sin vigas peraltadas en fachadas	33
Figura N° 20: Vista frontal de F-03 - Ubicación de falsas vigas de drywall en fachadas	33
Figura N° 21: Vista lateral F-08-Adicional	34

Figura N° 22: Acercamiento de intercepción de tubería de ACI con viga	35
Figura N° 23: Recorrido de línea de desagüe hacia caja principal	35
Figura N° 24: Encuentro de vehículos con entrada a sótanos.....	36
Figura N° 25: Detalle de cambio de viga ingreso a sótanos	36
Figura N° 26: Refuerzo por pase de bandeja en viga- ubicado al tercio central	37
Figura N° 27: Refuerzo en viga por bandeja- ubicado fuera del tercio central...	37
Figura N° 28: Recorrido de bandejas de fuerza en pasadizos de oficinas.....	38
Figura N° 29: Acercamiento de encuentro de bandeja (líneas magenta) con vigas (líneas azules)	38
Figura N° 30: Corte de ubicación de baldosas acústicas en pasadizos de oficinas (líneas azules).....	39
Figura N° 31: Corte de ubicación de baldosas acústicas en pasadizos de oficinas (líneas azules) se adicionó dintel de drywall (Líneas magenta).....	39
Figura N° 32: Ubicación de dinteles de drywall en pasadizos (líneas magenta)	40

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS:

ACI	Agua Contra Incendio.
IE	Instalaciones Eléctricas.
IS	Instalaciones Sanitarias.
PAC	Cobertura de aluminio que sirve para forrar, paredes y techos.
RDI	Requerimiento de Información.
INDECI :	Instituto Nacional de Defensa Civil.
OS	Orden de Servicio.
Curva S:	Tendencia de avance.

INTRODUCCIÓN:

Los proyectos de construcción han ido evolucionando a lo largo del tiempo, desde su etapa de diseño hasta la forma de construir, para poder explicar la constructabilidad es necesario referir como se ha definido en el tiempo el trabajo de diseñar y de construir.

La manera en que se diseñan y construyen edificios ha tenido una significativa evolución desde la integración implícita entre diseño y construcción que existía en la antigüedad, hasta la separación explícita basada en el ideal de conocimiento profesional experto que rige en la actualidad.

“En la antigüedad, las tareas de diseñar y construir edificios se fundían en una misma persona. El “arquitecto” era quien estaba a cargo de todas las obras necesarias para erigir un edificio, desde la elección de las formas, tamaños y materiales, hasta la dirección de los hombres en las faenas de construcción.

La primera gran revolución en la relación diseño-construcción ocurrió en el Renacimiento, cuando por primera vez en la historia surgió la figura del arquitecto disociada de la construcción y ligada exclusivamente a la etapa de diseño. El arquitecto se auto-reconocía socialmente diferente al constructor, quien quedaba asociado únicamente al trabajo manual.

La enseñanza del arte de la arquitectura comenzó a formalizarse en academias centradas en las artes liberales de dibujo, gramáticas, filosofía y ciencias exactas, y abandonó el tradicional sistema de ensayo-error transmitido oralmente a través de aprendices y gremios de oficios que fue ocupado por siglos. La visión “Albertiana” del arquitecto como “Un artista e intelectual cuya actividad no tenía conexión con la de un obrero o artesano” (Moore, 1996) marcó el primer quiebre de la constructividad (Parte de la Constructabilidad) implícita en la práctica de la arquitectura”.

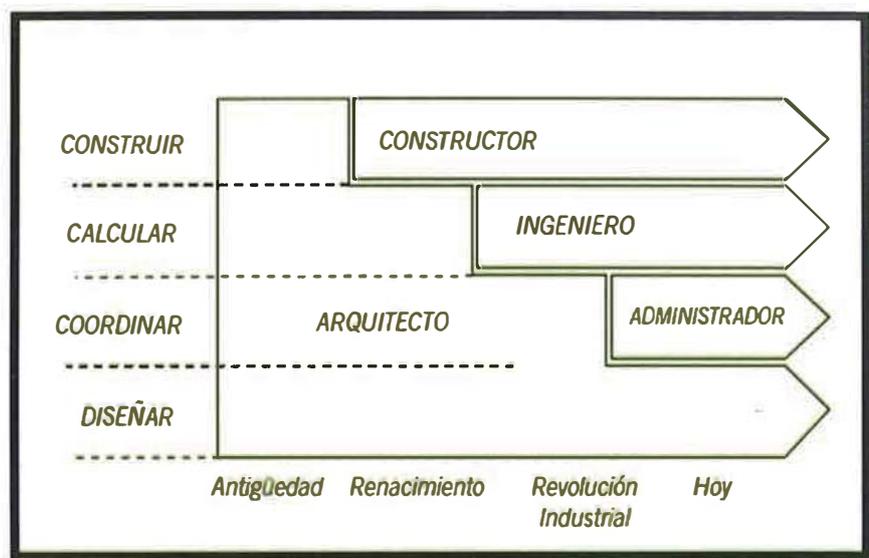


Figura N° 1: Evolución de la separación de las actividades en la construcción.

Fuente: LOYOLA, Mauricio y GOLDSACK, Luis. Constructividad y Arquitectura.

“La segunda gran revolución ocurrió casi 400 años después, en plena Revolución Industrial surgieron una serie de nuevos materiales (hierro fundido, hormigón armado, acero) que demandaron un conocimiento más exacto de sus propiedades físico-mecánicas, de métodos de cálculo de su comportamiento. Con la aparición de la figura del ingeniero, se terminaron de separar las labores de diseñar, calcular y construir”.

Esto trae como consecuencia la poca comunicación entre los diseñadores y los constructores que a su vez se traduce en incompatibilidades y falta de detalles. La constructabilidad aparece como medio de gestión para la solución de los problemas generados por la falta de constructividad en los proyectos y los problemas generados en el transcurso de la ejecución y operación del mismo.

CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN DE PROBLEMAS GENERADOS, INCIDENCIA EN VIDRIOS Y REFUERZOS ESTRUCTURALES

1.1 DEFINICIONES CONCEPTUALES

1.1.1 Definición de concepto de constructividad:

La definición de constructividad que se opta en el presente informe es: “Buscar la forma al momento del diseño de que el edificio sea más construible”.

Este concepto es un resumen de las definiciones mostradas a continuación:

- “La manera en la cual el diseño de un edificio facilita su construcción, sujeto a todos los requisitos generales del edificio terminado” (CIRIA, 1983)
- “La manera en la cual un diseño facilita el uso eficiente de los recursos de construcción y aumenta la facilidad y seguridad de construcción en obra, al tiempo que los requerimientos del cliente son cumplidos” (Lam et al., 2006)
- “Requiere un compromiso entre hacer un diseño más construible y dar cumplimiento a los distintos factores que influyen el diseño, incluyendo calidad, estética, tiempo y costo” (Griffith, 1987;Citado en Lam et al., 2006)

A partir de estas definiciones generales, las siguientes precisiones resultan necesarias de enfatizar:

- “La constructividad es un atributo del diseño: La constructividad describe la manera en que “un diseño” facilita su posterior construcción; no la manera en que “un proyecto”, “un tipo de administración” o incluso “un equipo profesional” facilita su construcción. La constructividad es un atributo del diseño en sí”.
- “La constructividad es graduable: La constructividad no es absoluta, sino graduable, lo que implica que todo proyecto tiene un cierto grado de constructividad que va, teóricamente, desde cero hasta infinito. Un diseño tiene un alto grado de constructividad si “considera atentamente el modo en que se ha de construir el edificio y los condicionantes prácticos que actúan en este proceso”, mientras que un diseño tendrá un bajo grado de constructividad si

“no tiene en cuenta las realidades prácticas del proceso constructivo o [contiene características de diseño que] están reñidas con ellas” (Adams, 1990)”.

- “La constructividad es medible: La constructividad es un atributo que teóricamente, se puede graduar, medir y comparar; lo que, sin embargo, no implica que sea posible hacerlo fácilmente hoy (Glavinich, 1995). Todavía no existen sistemas universales para medir la constructividad de un diseño bajo criterios objetivos (Low, 2001)”.
- “La constructividad está sujeta a otras variables de proyecto: La constructividad está condicionada a ciertos requerimientos generales del cliente o del mismo proyecto, los que en ocasiones pueden entrar en conflicto y obligar a aceptar un diseño con un grado menor de constructividad. Esto quiere decir que es posible, probable y aceptable que en ciertas situaciones las exigencias de constructividad deban ser postergadas por otras consideraciones más importantes según los objetivos y requerimientos específicos del cliente y del proyecto, obligando a los diseñadores a mantener siempre la capacidad de tomar decisiones en forma sistémica”.

En este documento la constructividad se define como: el grado en el cual un determinado diseño permite una mayor facilidad y eficiencia de construcción, sujeto a todos los requerimientos del cliente y del proyecto (figura 3).

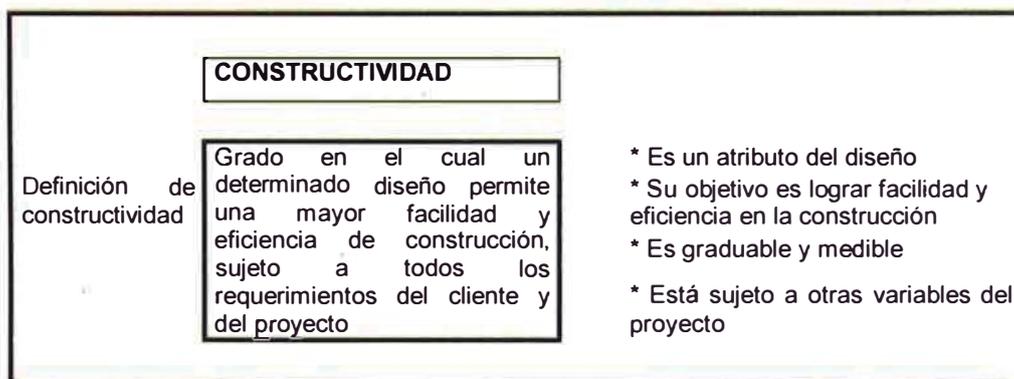


Figura. N° 2: Definición de constructividad.

1.1.2 Definición de concepto de Constructabilidad:

Se define la Constructabilidad como “El óptimo uso del conocimiento y experiencia en construcción para ser aplicadas al planeamiento, diseño, procura y operaciones de campo para que se logren todos los objetivos del proyecto”.

La constructabilidad se refiere a la gestión eficiente del conocimiento y experiencia en construcción para optimizar todas las etapas de desarrollo del proyecto y lograr cumplir los objetivos de proyecto con los menores recursos posibles. Por lo tanto, la diferencia fundamental radica en que mientras la constructividad es un atributo del diseño, la constructabilidad es un enfoque en la administración de proyectos.

Existen diferentes definiciones las cuales mencionamos:

- “Es la integración del conocimiento de construcción en el proceso de gestación del proyecto equilibrando las varias condicionantes ambientales [externas] y del proyecto [internas] para cumplir los objetivos y obtener un rendimiento de edificio de óptimo nivel” (CIIA, 1996).
- “Se refiere a la habilidad para planificar, diseñar y construir un edificio cumpliendo los niveles de calidad efectiva y económica, sujeto a los objetivos generales del proyecto” (Low, 2001)

1.1.3 Diferencias entre concepto de constructabilidad y constructividad

Los conceptos antes mencionados tienen como objetivo final que el proyecto sea eficiente por el uso de los recursos y que tenga facilidad en la construcción. Sin embargo, la constructividad se relaciona exclusivamente con la etapa de diseño, mientras que la constructabilidad se relaciona con la gestión de todas las etapas del desarrollo de proyecto.

Dado que el concepto de constructabilidad es más amplio, y de alguna forma envuelve en su alcance a la constructividad, es habitual encontrar que los investigadores — especialmente en el área de gestión de la construcción— lo han preferido, sugiriendo incluso descartar el uso del segundo.

En el presente informe, basará la Constructabilidad - definiciones (problema I) y desde un punto de vista referido a la Constructividad del proyecto en la parte estructural (problema II).

1.1.4 Características de la actual industria de la construcción que impulsan el estudio de la constructabilidad desde un enfoque de constructividad

A. Especialización de actividades

Actualmente en la construcción se está dando un desarrollo significativo lo cual es beneficioso, éste debido a la especialización de las actividades en cada etapa y partes del proyecto; sin embargo el actual nivel de especialización ocasiona dos problemas principales:

- Los objetivos de cada especialidad son distintos entre sí
- Porque los alcances en cada especialidad no están completamente definidos y se traslapan entre ellas.

La primera amenaza a un proyecto se explica que el trabajo de los diseñadores (arquitectos e ingenieros) consiste en definir las características del producto final, con la optimización del desempeño del edificio construido como objetivo principal. Los constructores, en cambio, privilegian la optimización de los procesos de construcción. Cuando estas diferencias de objetivos se agudizan y no se integran, se produce una competencia tácita al interior de los equipos que acaba en diseños que desconocen excesivamente las particularidades de la etapa de construcción que ocasionan errores en obra, que amenazan la correcta materialización del diseño.

La segunda amenaza a la constructividad de un proyecto se explica por la falta de una definición precisa (directa e indirecta) de los límites de acción de los distintos actores. Formalmente, la definición de los métodos y procesos de construcción le corresponden al constructor, pero en la práctica están implícitos en el diseño (Glavinich, 1995). Esto implica que, aunque una parte de los problemas de obra tienen su origen en el diseño, el constructor es siempre responsable por ellos y por lo mismo se le exige que los resuelva.

Tal como se menciona, estas amenazas implican una mejora constante en la constructabilidad de los proyectos, mejorar la relación entre cliente y diseñadores, esto debido a que se genera un buen puente de coordinación entre todos los diseñadores, hacer intervenir en los procesos de concepción del proyecto a los especialistas y definir los alcances macros y micros del proyecto.

B. Métodos contractuales de construcción

En un sistema contractual integrado (Diseño-Construcción), el mandante solicita a un solo equipo profesional la realización total del proyecto. Al ser naturalmente integrado, los diseñadores (arquitectos e ingenieros) trabajan de la mano con los constructores. Desde las más tempranas etapas del proyecto se incorporan las particularidades y características específicas de los procesos de construcción en el diseño. En cambio, en un sistema contractual no integrado (Diseño-Oferta-Construcción) el mandante contrata a un equipo específico para el diseño y luego elige a otro equipo exclusivo para la construcción; por ejemplo, a través de una licitación pública o privada. Esto supone que el equipo constructor (y sus características particulares y específicas de trabajo) no aparece en el proyecto sino hasta cuando el diseño ya está en un nivel avanzado de desarrollo; justo cuando las modificaciones para mejorar la constructividad son complicadas y costosas. En una parte importante de los casos, sólo los cambios críticos son realizados, y por lo tanto, el diseño sufre una pérdida importante de constructividad potencial. La excesiva subcontratación de especialidades acrecienta los problemas: aun conociendo a la empresa y al constructor, no se puede saber cuáles son las características y procedimientos particulares (maquinarias, herramientas, mano de obra, etc.) de quienes realmente realizarán el trabajo, pues serán posteriormente subcontratados a proveedores que no participan de los procesos de diseño o licitación.

Otra amenaza está dada por aquellos contratos que ejercen excesiva presión por lograr que los proyectos se completen en el menor tiempo posible. Aunque esto tiene razonables ventajas económicas, usualmente también implica: primero que los tiempos destinados al estudio y desarrollo del diseño se ven reducidos al mínimo posible; y segundo que las obras de construcción comienzan antes que el diseño esté completamente terminado. Respecto a lo primero, es evidente que un diseño sin el tiempo de estudio y desarrollo necesario tendrá deficiencias que afectarán la eficiencia

y calidad de los procesos de construcción. Respecto a lo segundo, cuando el proyecto comienza a construirse se aplica una restricción de cambios al diseño que es cada vez mayor a medida que la obra avanza, poniendo un obstáculo técnico y económico a las modificaciones de proyecto.

C. Complejidad técnica de las tecnologías de construcción

“Cada día los proyectos de construcción son más complejos y requieren mayor conocimiento técnico experto. La oferta de materiales, sistemas constructivos, procedimientos de obra, herramientas, equipos, tecnologías de gestión, y en general, de soluciones técnicas para los proyectos de construcción es interminable. Como consecuencia, entre más opciones disponibles, menos conocimiento común. Los diseñadores, y especialmente los arquitectos, ya no conocen ni pueden conocer todos los detalles involucrados en la construcción de un edificio. El desarrollo obliga a los arquitectos a ser más eficientes y concentrar su conocimiento técnico en aquellos puntos que efectivamente son relevantes para el diseño”.

D. Competencia por productividad

Siendo la industria de la construcción altamente competitiva. Factores como la globalización económica, una mayor y abierta transferencia tecnológica, mercado de capitales con créditos de más fácil acceso y una mayor cantidad de empresas proveedoras de servicios han acentuado la competencia a un punto en el que mantener elevados niveles de productividad es esencial para la sobrevivencia empresarial. El mercado exige que los diseños arquitectónicos no sólo sean de alta calidad en cuanto al producto final (edificio construido), sino también sean eficientes, rápidos, fáciles, económicos y seguros en su construcción. El grado de constructividad de los diseños representa un indicador de calidad. A mayor grado de constructividad, más eficiente su construcción y más eficiente el proyecto en general.



Figura N° 3: Características de la actual industria de la construcción que impulsan el estudio de la constructividad.

Fuente: LOYOLA, Mauricio y GOLDSACK, Luis. Constructividad y Arquitectura.

1.1.5 Importancia de la constructividad como atributo del diseño y constructabilidad en la solución de los problemas

Desde el punto de vista del proyecto

La gran ventaja de incorporar conocimiento de los procesos de construcción en el diseño se explica porque entre más tarde se toma una decisión de diseño más costo implica y menor impacto tiene (figura 4).

Este mismo concepto se refiere a la constructabilidad, debido a la toma de decisiones y gestiones de cómo resolver los problemas generados por la falta de coordinación entre diseñadores y los constructores, cuanto más temprano se identifiquen, se gestionen y se defina la solución, se tendrá menos impacto negativo en el proyecto.

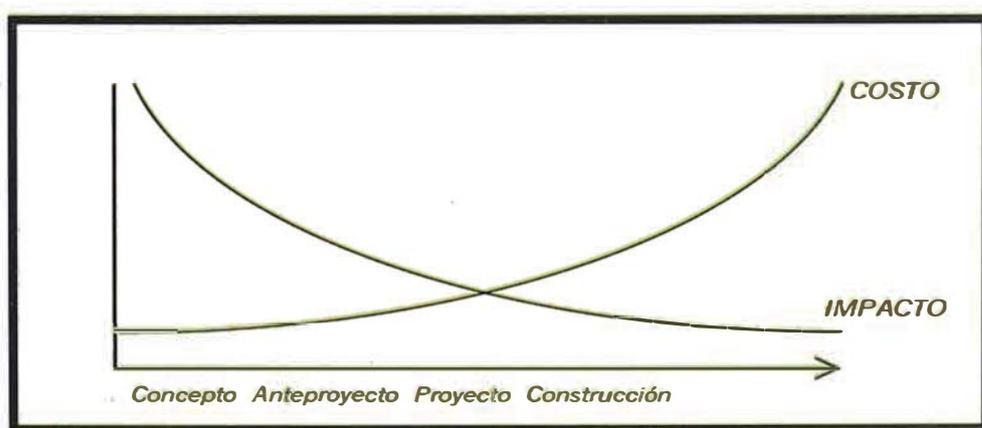


Figura N° 4: Curva de costo e impacto de las decisiones de diseño.

Fuente: LOYOLA, Mauricio y GOLDSACK, Luis. Constructividad y Arquitectura.

1.2 ESTABLECIMIENTO DEL PROBLEMA EN CENTROS EMPRESARIALES POR FALTA DE CONSTRUCTABILIDAD Y CONSTRUCTIVIDAD

1.2.1 Definición de proyecto:

1.2.1.1 Definición de proyecto en general

Existen numerosas definiciones del término proyecto. A continuación se muestran dos de ellas:

La Association for Project Management (APM) del Reino Unido define un proyecto como “una actividad aislada con objetivos definidos que a menudo incluyen tiempo, costo y calidad”.

El Project Management Institute (PMI), de los Estados Unidos, define un proyecto como “un esfuerzo temporal realizado para crear un producto o servicio único”.

Un proyecto posee las siguientes características (Bower, 2002):

- Es temporal
- Es único
- Tiene objetivos específicos
- Es la causa y el medio de cambio
- Implica riesgo e incertidumbre
- Requiere la inversión de recursos humanos, materiales y financieros

Además, los proyectos varían en escala y complejidad (Bower, 2002)”.

1.2.1.2 Definición de proyecto de edificaciones empresariales

Edificaciones destinadas al uso netamente comercial divididos en áreas o locatario de uno o más propietarios.

Normalmente se divide en oficinas en horizontal (Planta) y en vertical lo cual puede ser de una o más actividades productivas (Consultorios, administración, consultorías, etc.).

Dicha edificación se caracteriza por tener sistemas de control, de implementación mecánica y electrónica para la satisfacción del usuario; estos son:

- Iluminación moderada
- Sistema de ventilación
- Sistema de presurización
- Sistema de aire acondicionado
- Sistemas eléctricos inteligentes
- Sistemas de extracción de monóxido
- Sistemas de alarmas y vigilancia, etc.

Así mismo se tiene arquitectura similar en la actualidad:

- Plantas con iluminación propia.
- Uso de muros cortinas y vidrios.
- Área de circulación interna versátiles
- Amplia área para estacionamientos
- Área destinada a usos múltiples, sala de reuniones, etc.

1.2.2 Principales problemas en edificaciones en general con referencia a la constructabilidad

Los presupuestos adicionales y retrasos que se generan durante la etapa de construcción, los altos costos de operación y mantenimiento y la insatisfacción del cliente y de los usuarios son los principales problemas que ocurren debido a las malas prácticas durante la etapa de diseño y de definición del alcance del proyecto. Esto nos lleva a la necesidad de encontrar un proceso de gerencia del diseño y gestión de construcción (inclusión de constructividad) que incorpore las prácticas adecuadas, mediante el cual se eviten los problemas mencionados y se obtengan diseños estructurales y de especialidades así como de gestión que maximicen el valor de la inversión del cliente.

En el Cuadro 1.1 se muestra una lista de las principales deficiencias que actualmente se encuentran en la etapa de diseño y gestión de construcción en edificaciones en general:

- Determinación inadecuada de las necesidades del cliente y de los usuarios.
- Poca participación del cliente en la toma de decisiones.

- Falta de coordinación entre las especialidades.
- El diseño no toma cuenta los procedimientos de construcción adecuados y más beneficiosos.
- Falta de consideración de todas las etapas del ciclo de vida del proyecto.
- Desarrollo de una sola alternativa de diseño.
- Detallado deficiente y especificaciones incompletas, con errores e incoherencias.
- Participación de los contratistas especializados sólo en la etapa de construcción.
- No existe un proceso de retroalimentación.
- No se considera los costos de post venta generados por la falta de especificaciones
- No se considera la operatividad en todo el ciclo de vida del proyecto tanto en el diseño como en la ejecución del proyecto.

1.2.3 Principales problemas en edificaciones empresariales con referencia a la constructividad

Como se mencionó en el punto anterior se generan costos adicionales y ampliaciones de plazo debido a la falta constructividad del edificio.

En los centros empresariales lo que predomina es la vista exterior del edificio (Debido a que la implementación de la oficina está a cargo, regularmente, por el propietario) y la cantidad de instalaciones que intervienen; surgen problemas ya conocidos como son:

- A. Incompatibilidades entre estructuras e instalaciones
- B. Incompatibilidades entre arquitectura e instalaciones
- C. Incompatibilidades entre estructuras y arquitectura.

Con respecto a las incompatibilidades en A:

- No se considera el recorrido de las instalaciones provocando pases en estructuras.
- No se considera instalaciones dentro de las estructuras (Columnas, placas, vigas y losas)

- No se considera vanos y espacios necesarios para la cantidad de instalaciones solicitadas.
- No se considera los refuerzos necesarios en estructuras debido al peso de algunos equipos (Centrales de enfriamiento (Chillers), bombas, etc.).
- No se considera refuerzos por instalaciones no definidas (concesionarios).

Con respecto a las incompatibilidades en B:

- No se considera el paso de instalaciones por áreas comunes para definir las alturas de entresijos.
- No se considera la toma de aire ni ductos en áreas comunes.
- No se considera las acometidas principales al edificio por los concesionarios en las fachadas principales.
- No se considera dimensiones de vanos adecuadas para el paso de equipos.
- Modificación de vistas exteriores por implementación de equipos al aire libre (Chillers, inyectores de aire, extractores de monóxido, etc).

Con respecto a las incompatibilidades en C:

- Dimensiones de vanos
- Dimensiones diferentes de estructuras verticales y horizontales (Secciones)
- Falta de detalles estructurales por la incompatibilidad con arquitectura.
- Niveles de arquitectura difieren por el uso de contra pisos en plantas para oficinas y losas terminadas en estacionamientos.

1.3 Presentación del proyecto a estudiar

El proyecto en estudio es un edificio empresarial denominado “Centro Empresarial Plexus” ubicado en Calle Martín de Murua 150- San Miguel- Lima.

Consta de 7 sótanos más 14 pisos y azotea.

Datos Generales:

- Constructora: FG EDIFICACIONES SAC

- Inmobiliaria: FM EDIFICACIONES SAC
- Inversión: Privada Nacional- Extranjera
- N° de oficinas: 130 Und.
- Estacionamientos: 217 Und.
- 19,039.07m² de área construida
- Presupuesto 24'457,697.30nuevos soles (Costo directo más IGV)
- Tiempo de ejecución 21 meses
- Sistema a porticado con prelosas.
- Tipo de Cliente: B+
- Sistema de ejecución: Sub contratos de obras civiles y especialidades.



Figura N° 5: Vista posterior del edificio.

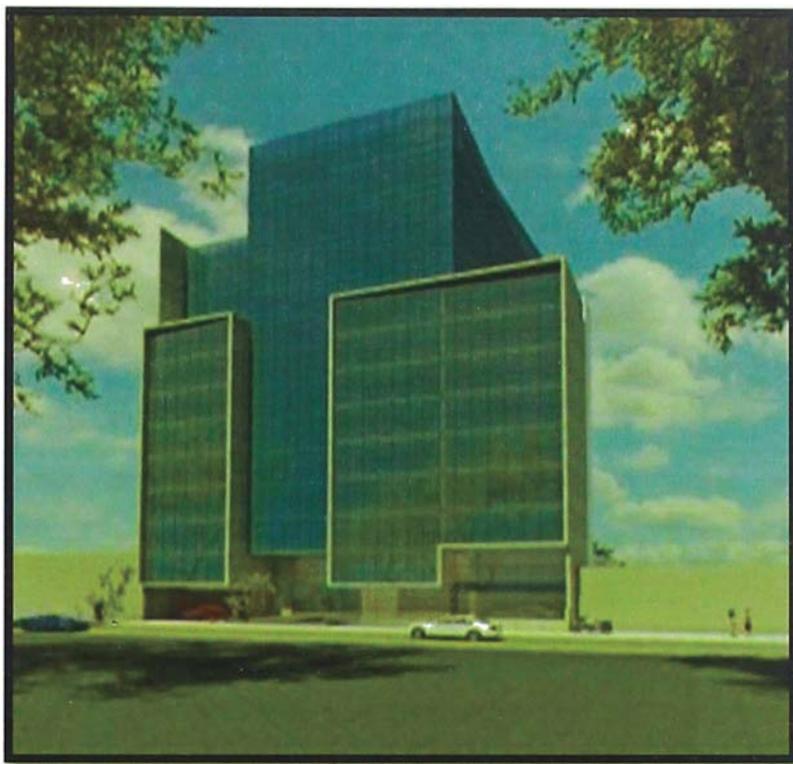


Figura N° 6: Vista frontal del edificio.

1.4 PRINCIPALES PROBLEMAS PRESENTADOS EN LA EJECUCIÓN DEL EDIFICIO “CENTRO EMPRESARIAL PLEXUS”

Como indica los objetivos del presente informe realiza una identificación de los problemas más incidentes generados en obra, en dos grupos: El primero vidrios y el segundo falta de detalles estructurales debido a las instalaciones o consecuencias de las soluciones tomadas durante la ejecución del proyecto debido a las incompatibilidades entre estructuras e instalaciones.

1.4.1 Problemas presentados en vidrios

1. Aumento de caja de sombra y sello cortafuego por creación de muro bajo para tomacorrientes en fachada (Incidencia en muro cortina).
2. Dinteles de drywall debido al cambio de modulación en muro cortina.
3. Cambio en diseño de barandas de hall debido a la limpieza.
4. Modificación de estructura metálica debido a muro cortina en azotea.
5. Modificación de mamparas de vidrio en muro cortinas debido a la altura de vanos.

6. Modificación de ventanas fijas en fachadas a ventanas corredizas por temas de limpieza.
7. Cambio de techo de vidrio por PAC debido a las luminarias.
8. Aumento de cristal por falta de vistas exteriores (Incidencia en muro cortina).
9. Aumento de cristal por falta de altura en edificio, aumento de altura de edificio (Incidencia en muro cortina).
10. Adicional de sello cortafuego en elementos verticales de fachada y muro cortina

1.4.2 Problemas presentados por incompatibilidad entre estructuras e instalaciones

1. Refuerzos en vigas por pase de IS y ACI.
2. Refuerzos en vigas por pase de bandejas eléctricas.
3. Refuerzos en vigas por cambio de peralte (Reducción).
4. Refuerzos en placas por cambio de vano de puerta cortafuego.
5. Refuerzos en losa de techo por cambio de ubicación de chillers.
6. Demolición de vigas y reforzamiento de losa por falta de altura de entrepiso.
7. Cambio de altura y rediseño de estructura metálica por altura de chillers.
8. Refuerzo en losas de techo por adición de ductos.
9. Adición de vigas por cambio de banco de medidores.
10. Cambio en sistema estructural de prelosas a losa maciza convencional por cantidad de instalaciones en el área.

CAPÍTULO II: PROBLEMAS INCIDENTES (DOS PROBLEMAS) SOLUCIÓN TOMADA. CUANTIFICACIÓN DE COSTO Y TIEMPO.

2.1 PRIMER PROBLEMA: CAMBIO DE MODULACIÓN E INCREMENTO DE VIDRIOS EN MURO CORTINA

2.1.1 Alcance de proyecto en cuanto a muro cortina Plexus

En el proyecto "Centro Empresarial Plexus" Se definió el alcance del muro cortina según planos de Arquitectura, elevaciones generales (vistas exteriores del edificio), lo cual comprende: Suministro e instalación de muros cortinas en fachadas incluye caja de sombras, sello cortafuego, sellado de vanos y limpieza fina.

Los muros cortinas del alcance inicial son:

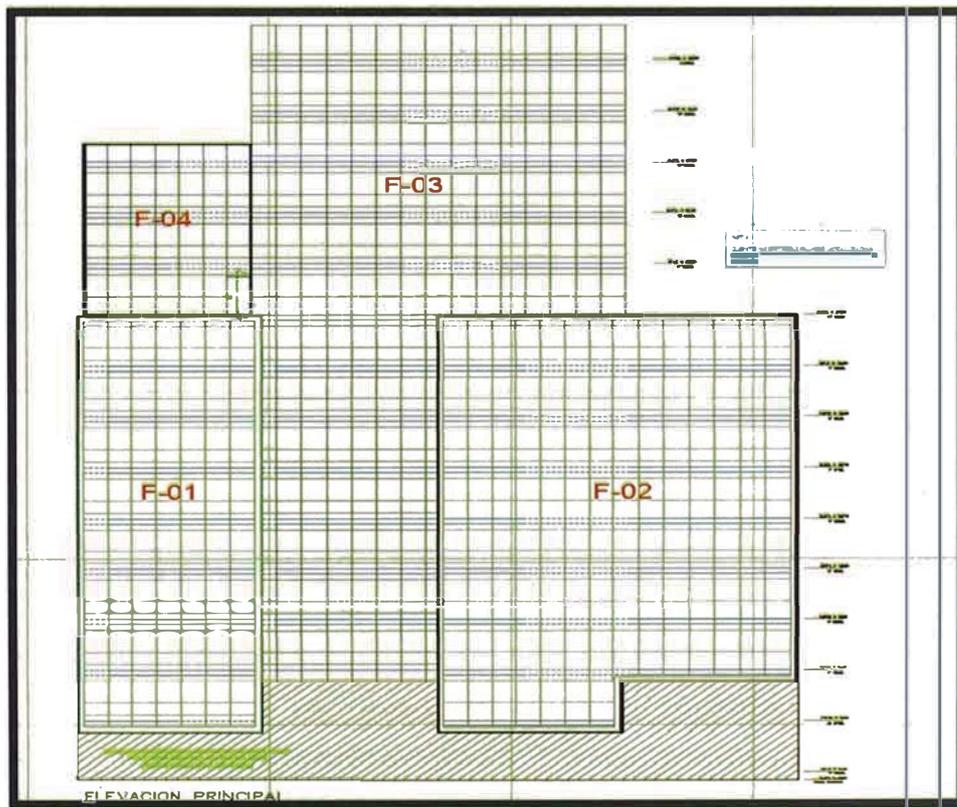


Figura. N° 7: Vista frontal del edificio- Elevación principal- Calle Martín de Murua.

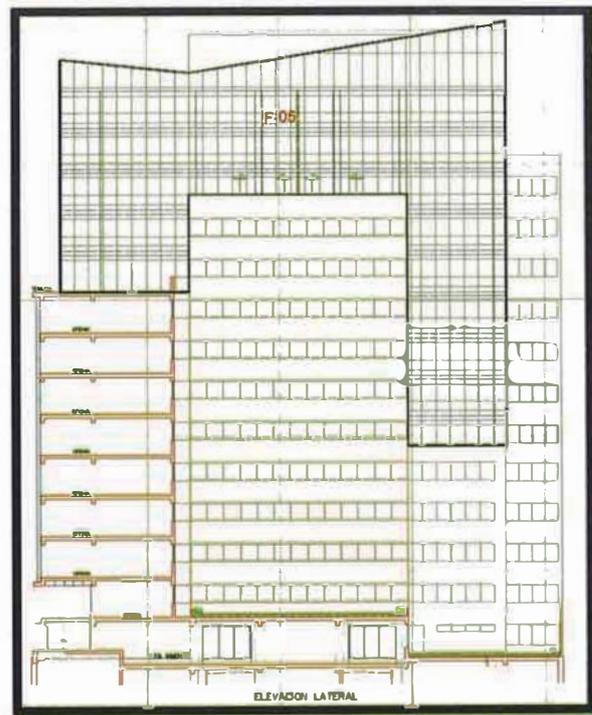


Figura N° 8: Vista Lateral del edificio- Calle Luis Banchero Rossi.



Figura N° 9: Vista Posterior del edificio- Calle Cesar López.

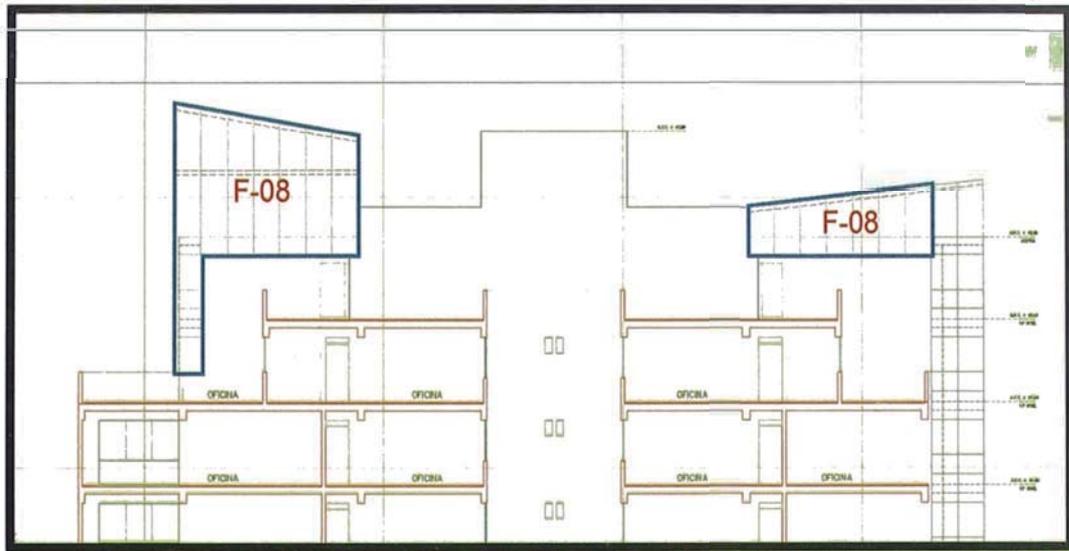


Figura N° 10: Vista Posterior del edificio- Calle Carlos Gonzales- Adicional.

El contrato de vidrios que incluye: Muro cortina, ventanas interiores, mamparas interiores y exteriores. Fue contratado a la empresa COORPORACIÓN FURUKAWA SAC (Sub Contratada), en noviembre del 2013 bajo la modalidad de suma alzada.

Como punto importante de esta orden de servicio fue el adelanto, este adelanto debió ser entregado en diciembre del 2013 sin embargo por temas financieros de la inmobiliaria se atrasó el pago hasta inicios de febrero del 2014.

Posterior a dicho pago se comenzó la negociación y aprobación de la modulación de muro cortina, tipo de mamparas y ventanas, así como el alcance general de la orden de servicio, dándose los cambios presentados a continuación. Las indefiniciones del cliente y la sub contratista (Falta de constructabilidad- gestión) hicieron que cambios originados desde febrero hasta abril y definidos en Mayo del 2014 y se enviará a producción los vidrios en junio y julio del 2014 así mismo estos sucesos dieron como consecuencia que hasta setiembre del 2014 no haya un contrato firmado y de pie a que la sub contratada maneje los tiempos de instalación según sus cronogramas internos.

2.1.2 Origen de cambio de modulaciones incremento de vidrios en muro cortina

2.1.2.1 Cambio de altura de edificio

Según los planos de Arquitectura de Proyecto “Proyecto San Miguel (post ploteo) actualización _ 08 de abril 2013” – Láminas de cortes generales muestran una altura de entrepiso de 3.00m considerando losas de 20cm y 25cm de peralte (Figura N°11). Según planos de estructuras encofrado de techo, se muestran peraltes de losas de 20cm y 25cm, con lo cual podemos verificar que no se consideró el espesor de contrapiso de 5cm. (Figura N°12)

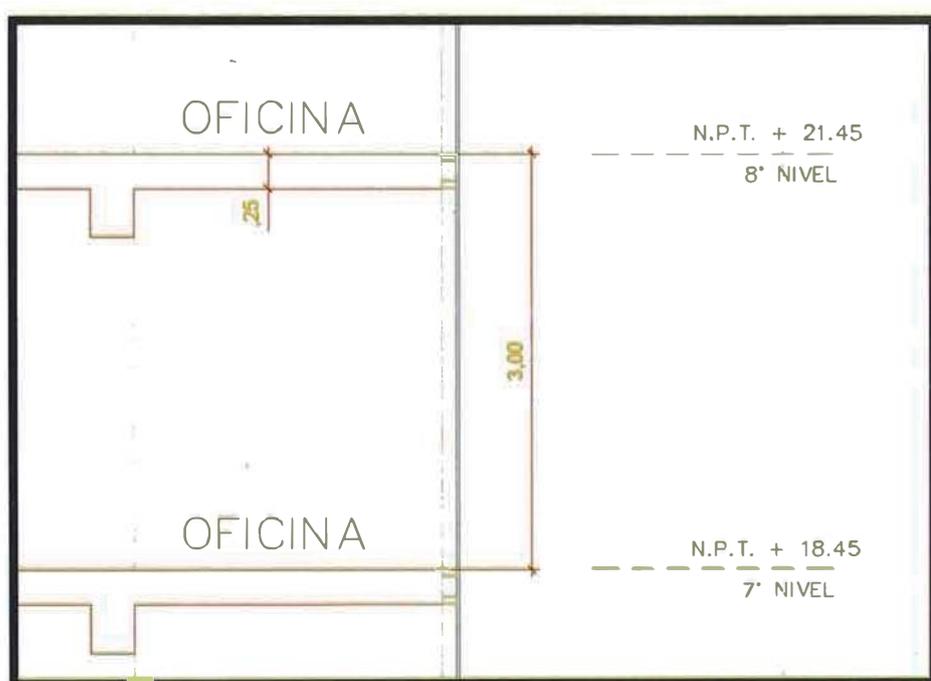


Figura. N° 11: Acercamiento de corte general 1, lámina A-16- Altura entrepiso 3.00m.

Por orden de cambio de arquitectura, se modificó los planos originales a “Planos obra Plexus actualización _ 06_06_14” en la cual se muestran los cortes generales en 3.05m de altura entre piso.

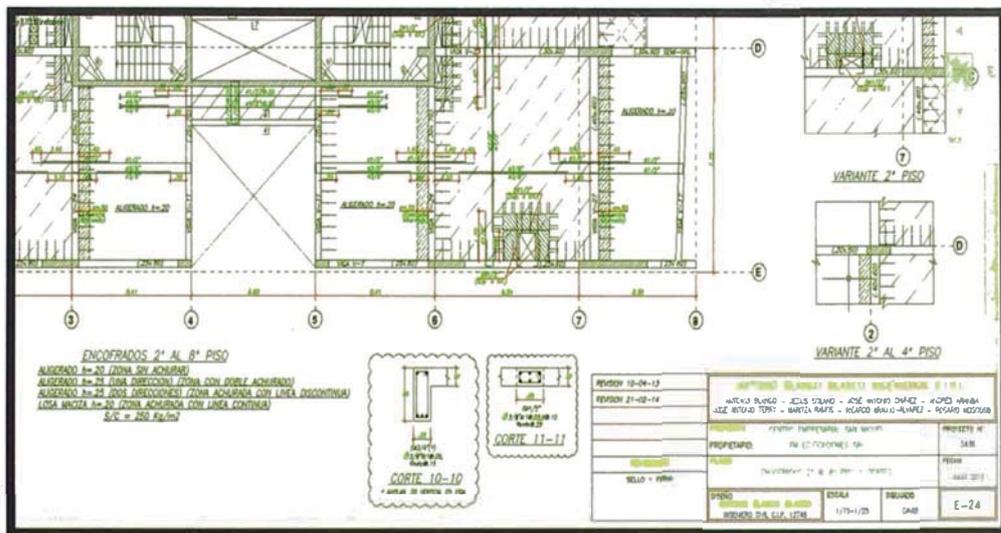


Figura N° 12: Planta de Encofrado de techos- Estructuras, lámina E-24- Espesores de losa de techo-e=25cm.

Con este cambio se originó un incremento del metrado de muro cortina, caja de sombra y sello cortafuego así como el cambio de modulación en muro cortina.

2.1.1.1 Adición de alféizar (muro bajo de tabiquería) en fachadas

Según los planos de arquitectura “Plantas generales”, se muestran placas eléctricas y data en el borde de las oficinas tal como se muestra en la Fig. N°13, bordes sin alféizar Fig. N°14, ubicadas en el piso, dichas placas eléctricas fueron reubicadas en un alféizar de 40cm de alto adicionado al borde de cada oficinas (frisos) quedando como en la Fig. N°15 y Fig. N°16.

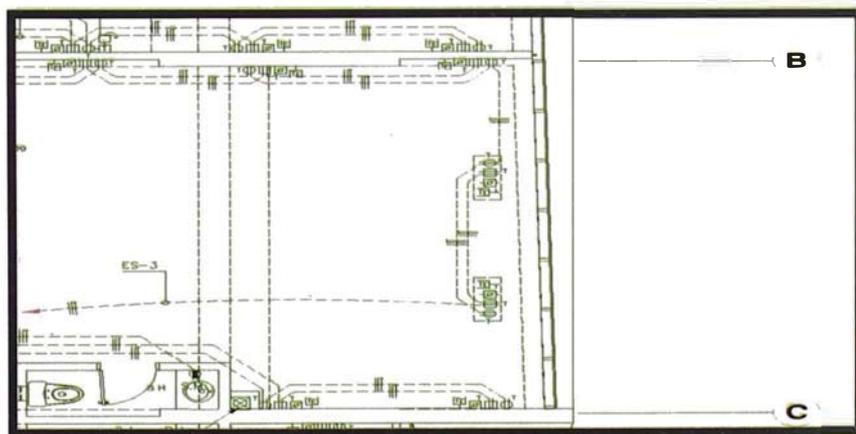


Figura N° 13: Planta de tomacorrientes- Inst. Eléctricas, lámina IE-22.



Figura N° 14: Corte general de arquitectura original- Sin alféizar en fachada.

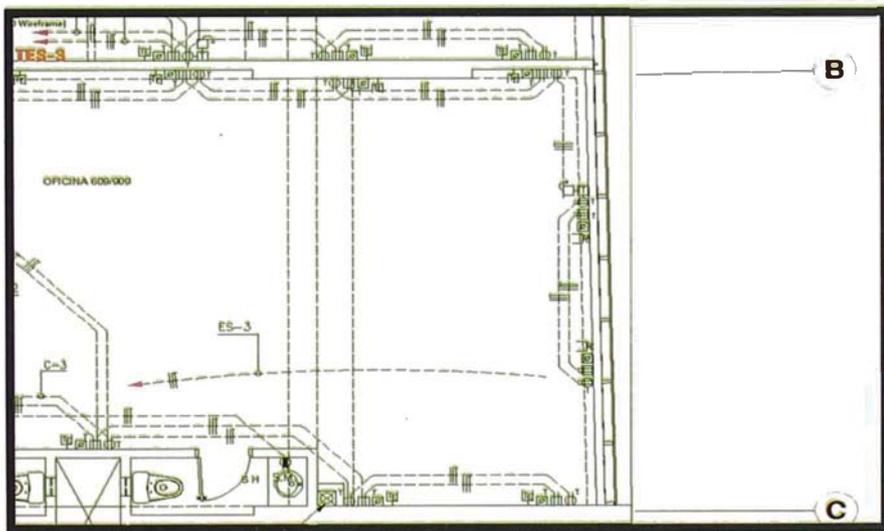


Figura N° 15: Planta de tomacorrientes- Inst. Eléctricas, lámina IE-22.

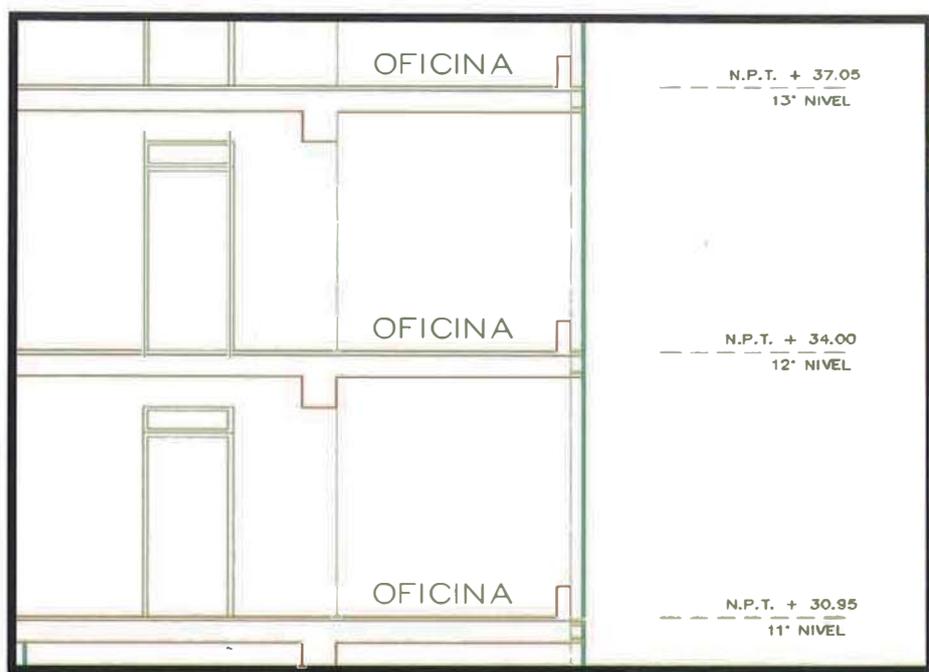


Figura N° 16: Corte general de arquitectura actualizado - Con alféizar en fachada.

Este cambio de ubicación de las placas eléctricas se originó por alcance de contrato de ventas de oficinas: Las oficinas se entregarán con instalación de placas eléctricas según muestra planos de Instalaciones eléctricas.

Sin embargo, en el mismo alcance no se considera acabados en pisos, solo falso piso semi pulido (Listo para recibir acabado final). Para entregar las placas colocadas el cliente adicionó alféizar tal como se indicó en figuras anteriores.

Los cambios mostrados en las figuras del N°14 al N°16, generan un cambio en la modulación del muro cortina y un incremento en la caja de sombra y sello cortafuego, tal como se muestran en la Fig. N°17 y N°18.

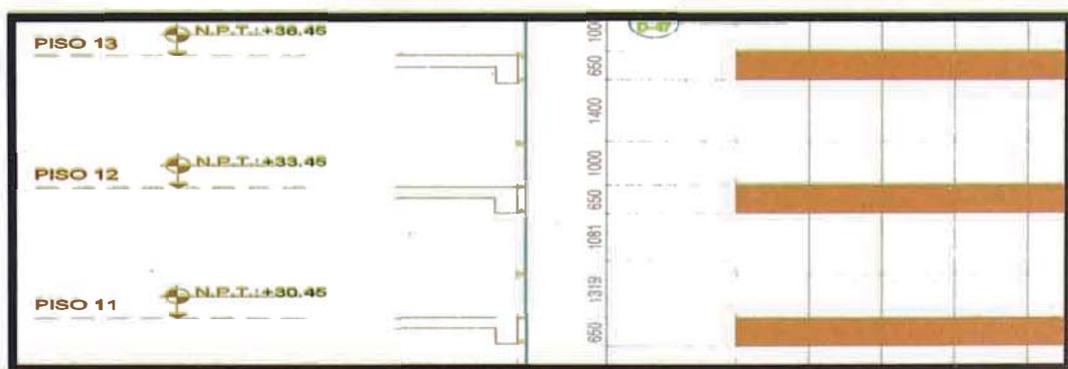


Figura N° 17: (Corte general de Arquitectura Furukawa original - Sin Alféizar en fachada-Caja de sombra cubre peralte de la viga.



Figura N° 18: Corte general de arquitectura "Furukawa" original- con alféizar en fachada-Caja de sombra cubre peralte de la viga más alféizar.

2.1.2.2 Adición de vigas de drywall en fachadas para conservar modulación

Según el requerimiento de modulación de muro cortina la caja de sombra en la mayor parte de las vistas del edificio será compuesta por: Peralte de viga más alféizar de tabiquería Fig. N°18, sin embargo en la fachada principal F-03 se tienen losas en voladizo según Fig. N°14, las cuales no tienen vigas peraltadas, cambiando así la modulación de la caja de sombra en: Peralte de losa más alféizar de tabiquería.

Según requerimiento de cliente la fachada debe de tener la misma modulación tanto en cristales como en caja de sombra, esto último debido a la tonalidad del vidrio al dejar pasar la luz. Dicho cambio origina que se adicione falsas vigas de drywall en toda la fachada principal F-03 que no tienen vigas peraltadas tal como se muestra en la Fig. N°19.

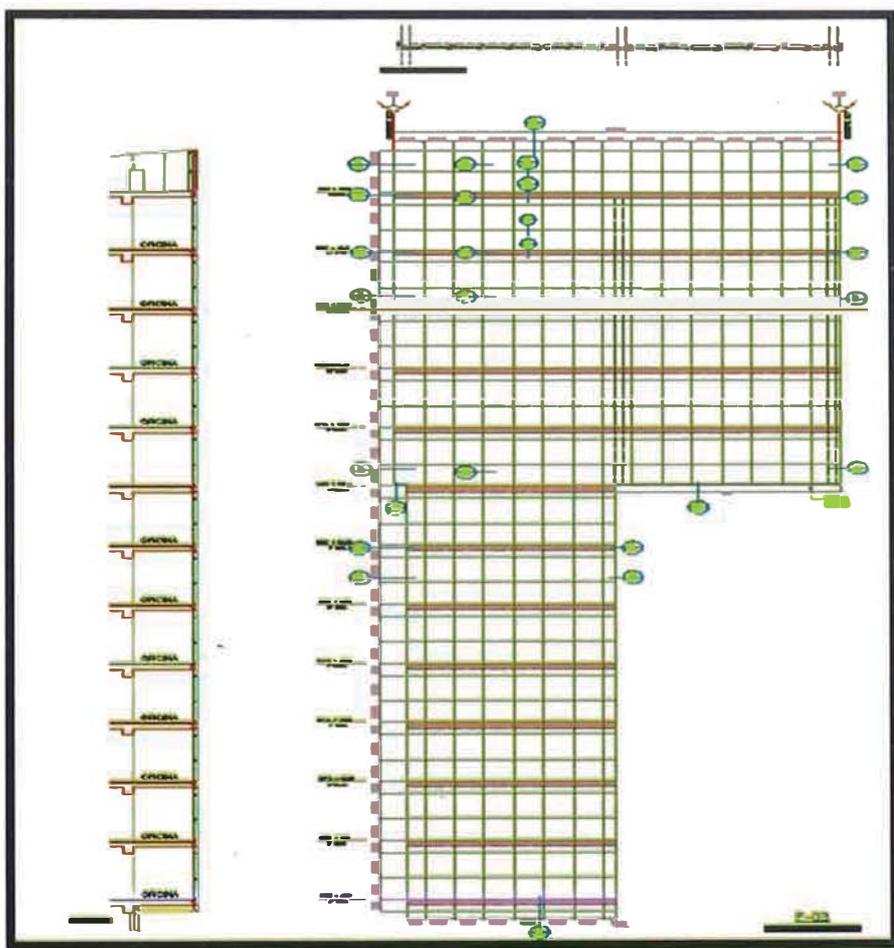


Figura N° 19: Vista frontal de F-03- Ubicación de frisos sin vigas peraltadas en fachadas.

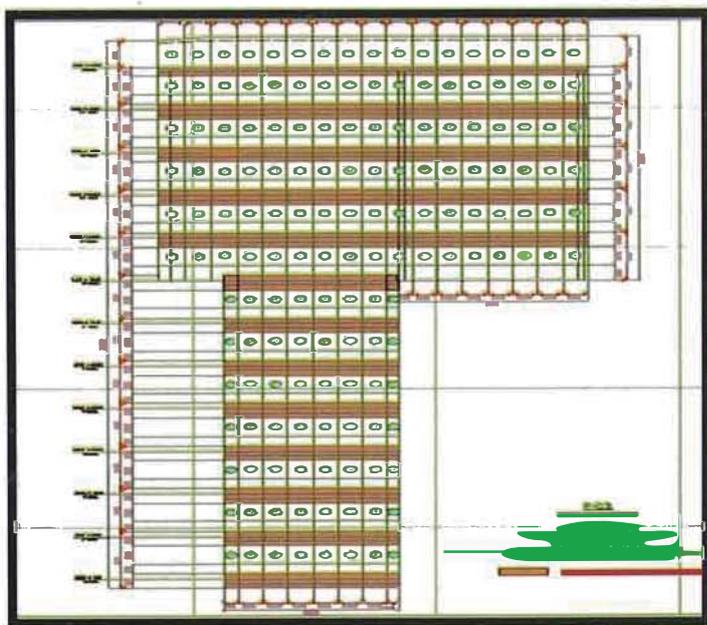


Figura N° 20: Vista frontal de F-03- Ubicación de falsas vigas de drywall en fachadas.

2.1.2.3 Falta de vistas exteriores en planos de arquitectura

Según los planos de arquitectura originales con lo cual se presupuestó el proyecto consta de la lámina A-01 hasta la lámina A-21 en las cuales no se mostraba la vista desde la calle Carlos Gonzales. Dicha vista contempla muro cortina según Fig. N°21 la cual fue por la falta de constructabilidad en el manejo de gestión de cliente – especialista se generó un adicional en costo y tiempo.

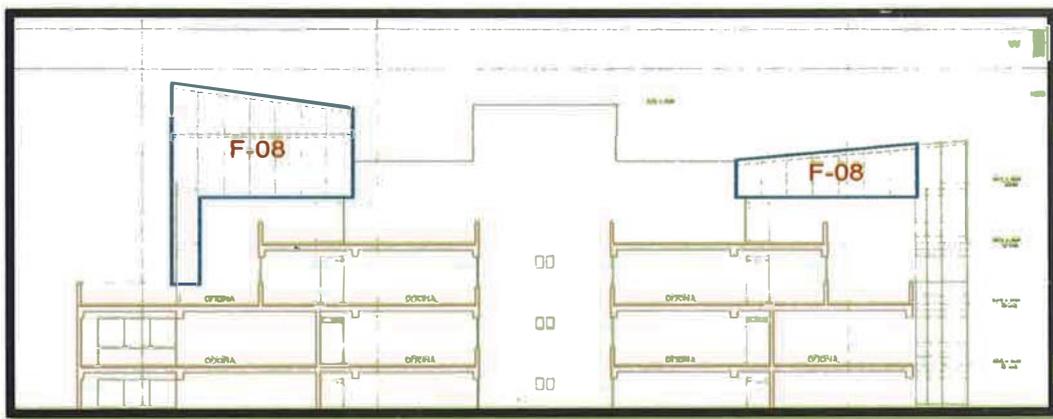


Figura N° 21: Vista lateral F-08-Adicional.

2.2 SEGUNDO PROBLEMA: INTERFERENCIA DE INSTALACIONES CON ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO

2.2.1 Identificación de problemas generados por instalaciones de ACI, IS, IE

2.2.1.1 Pases en viga por tuberías de ACI

Según los planos generados por el especialista de ACI, no se han considerado aspectos técnicos en los pases con las estructuras de concreto armado: Vigas y placas.

Según los planos originales de ACI de la lámina A-01 hasta la lámina A-14, se muestran las tuberías de 2.5" pasando fuera del tercio central de la viga. Fig. N° 22.

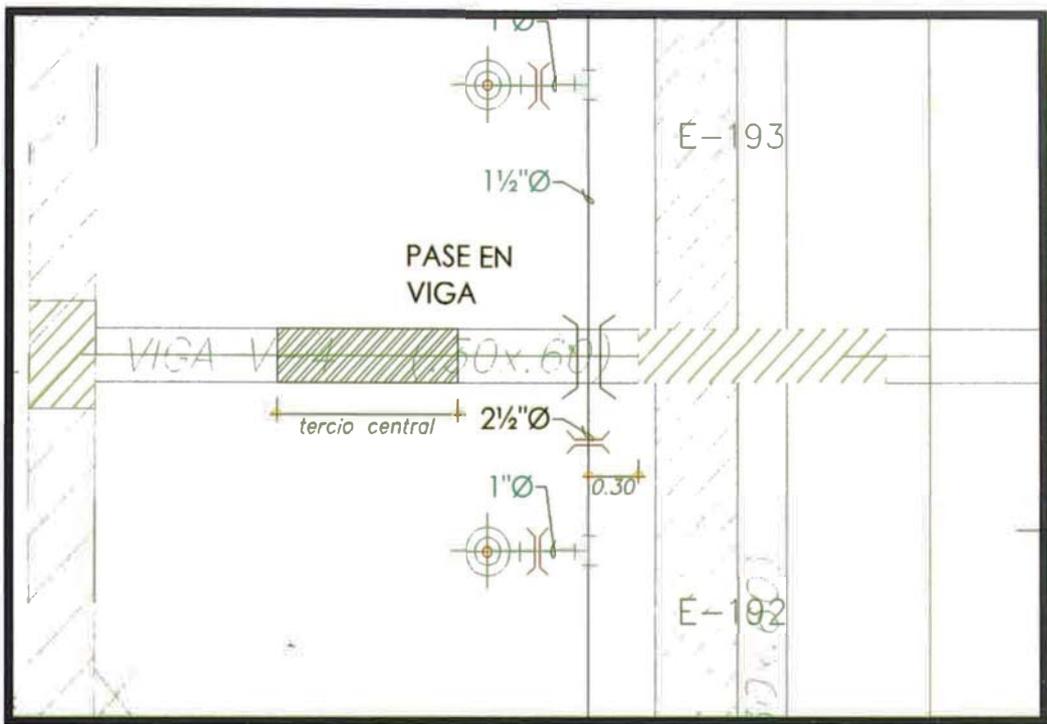


Figura N° 22: Acercamiento de intercepción de tubería de ACI con viga.

La reubicación de las tuberías genera un costo adicional con el aumento de las tuberías al ubicarlas en el tercio central.

2.2.1.2 Pases en viga debido a tubería de desagüe a red pública

Se muestran las siguientes figuras:

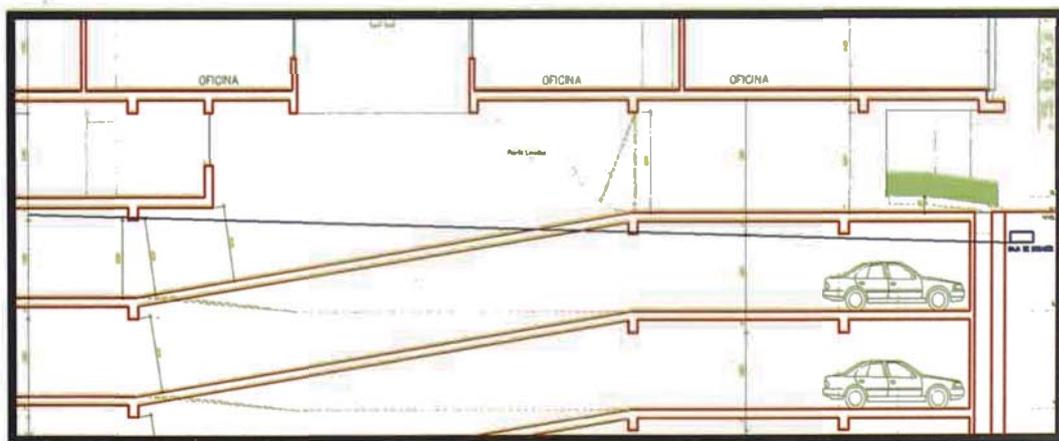


Figura N° 23: Recorrido de línea de desagüe hacia caja principal.

Posterior a la colocación de los pases según requerimiento de pendientes y aprobación de altura mínima de NPT a fondo de viga por parte de INDECI surgió la observación graficada en la Fig. N°24 por el cliente.

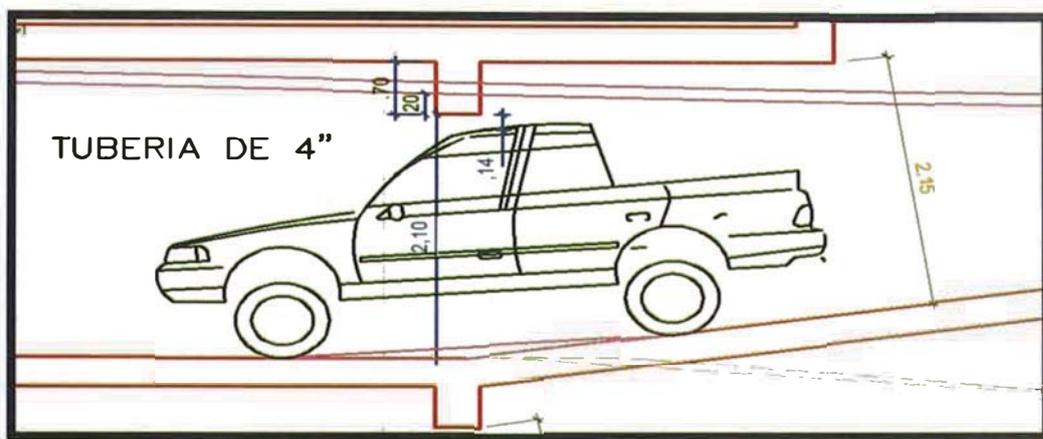


Figura N° 24: Encuentro de vehículos con entrada a sótanos.

El cliente observó la poca distancia que existía entre la parte superior de una camioneta y el fondo de viga, a pesar que sería aprobado por INDECI, el cliente decidió modificar el peralte de la viga por tema de post venta y satisfacción de sus compradores, por lo que se dio la orden de demoler la viga y cambiarla por una de 55 cm de peralte la cual se detalla en la Fig. N°25.

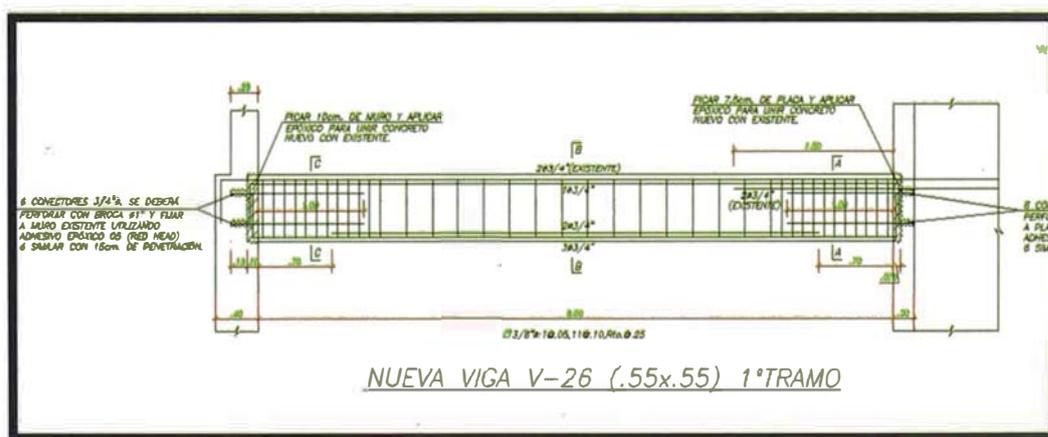


Figura N° 25: Detalle de cambio de viga ingreso a sótanos.

Este cambio fue realizado por un especialista, el cual nos generó costo y tiempo ya que cerramos la entrada y salida principal del edificio (Por apuntalamiento de losa).

2.2.1.3 Pases en viga debido a bandejas eléctricas

Normalmente en la construcción de centros empresariales encontramos gran cantidad de instalaciones eléctricas que comprenden: Tuberías de fuerza, tuberías de iluminación, tuberías de tomacorrientes estabilizados, tuberías de teléfono externo, tubería de teléfono interno, etc.

En el proyecto actual se generó pases especiales para bandejas eléctricas de fuerza y comunicación en vigas fuera del tercio central, en el encuentro de vigas con columnas (nudos estructurales). Dichos detalles estructurales se muestran en las figuras N°26 y N°27.

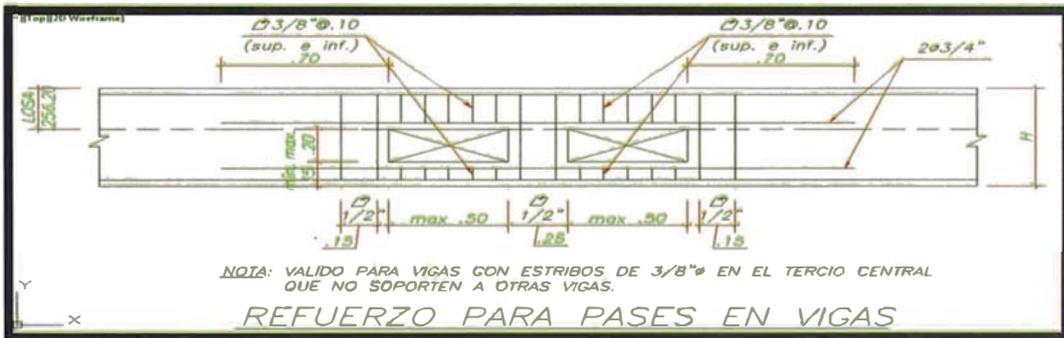


Figura N° 26: Refuerzo por pase de bandeja en viga- ubicado al tercio central.

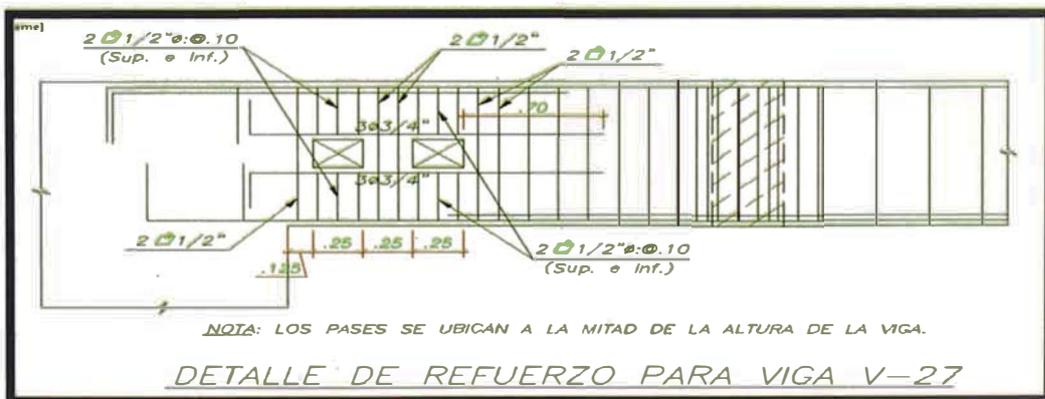


Figura N° 27: Refuerzo en viga por bandeja- ubicado fuera del tercio central.

Por lo tanto se generó costos adicionales no considerados en el presupuesto.

2.2.1.4 Interferencia entre bandejas eléctricas y estructura, consecuencia en la arquitectura

Así como los refuerzos mostrados en las figuras anteriores que son una incidencia directa en las estructuras generando costos adicionales y tiempo de espera en solución de RFI, también podemos encontrar una incidencia indirecta entre estructuras e instalaciones eléctricas provocadas por la no conformidad de pases en vigas, así tenemos bandejas mostradas en planta de instalaciones eléctricas que interceptan a las vigas en los encuentros de columnas, se muestra Fig. N°28 y Fig. N°29.

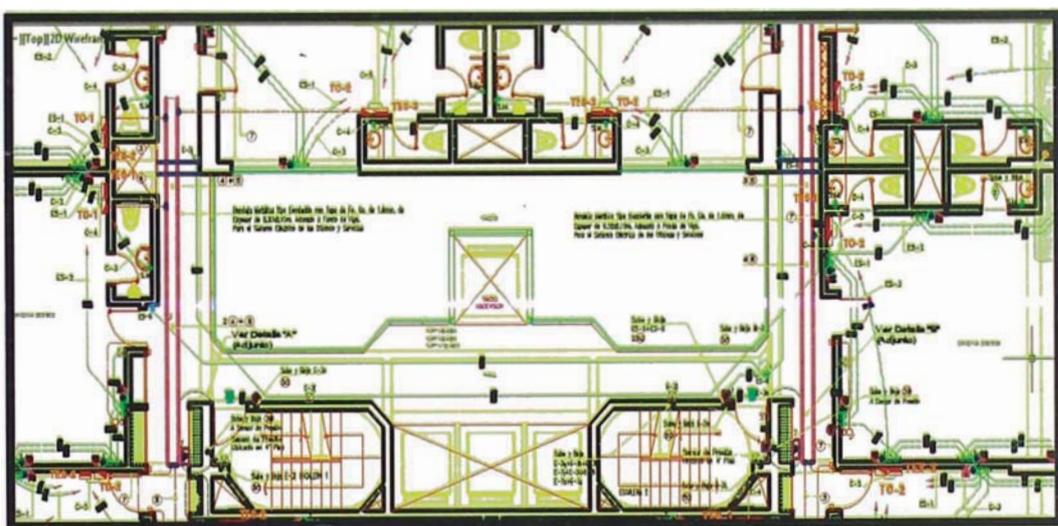


Figura N° 28: Recorrido de bandejas de fuerza en pasadizos de oficinas.

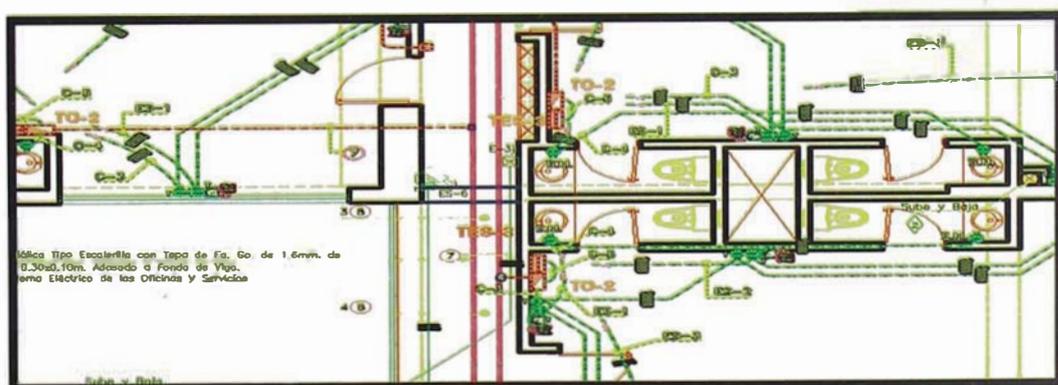


Figura N° 29: Acercamiento de encuentro de bandeja (líneas magenta) con vigas (líneas azules).

La respuesta estructural fue: "No se permite pases de bandeja en dichas vigas, buscar otra solución". La solución tomada fue pasar las bandejas eléctricas y de comunicaciones por debajo de la viga, esto genera como consecuencia que las baldosas acústicas proyectadas al fondo de viga (2.40m desde NPT- Fig. N°30) tenga que bajar en 20cm (Quedando en 2.20m del NPT). Según corte de arquitectura mostrado en la Fig. N°31 se adicionó un dintel de drywall en todo el contorno del pasadizo en los 14 pisos Fig. N°32.

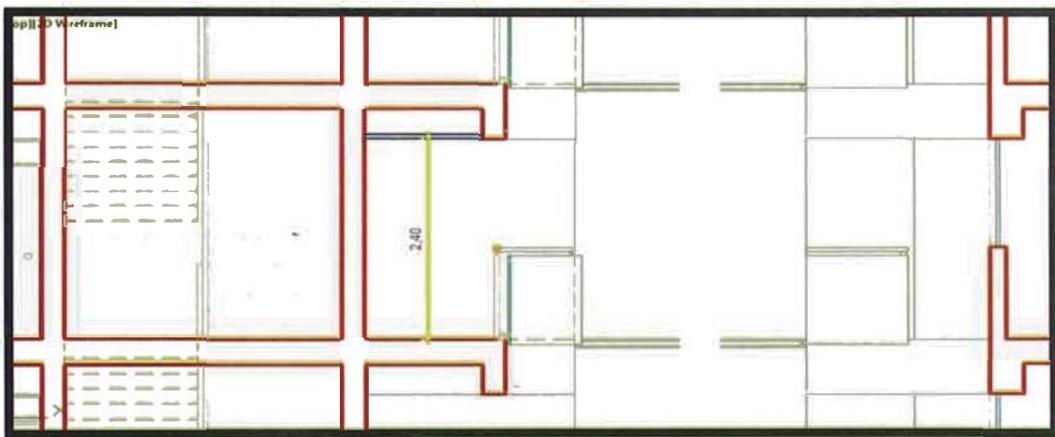


Figura N° 30: Corte de ubicación de baldosas acústicas en pasadizos de oficinas (líneas azules).

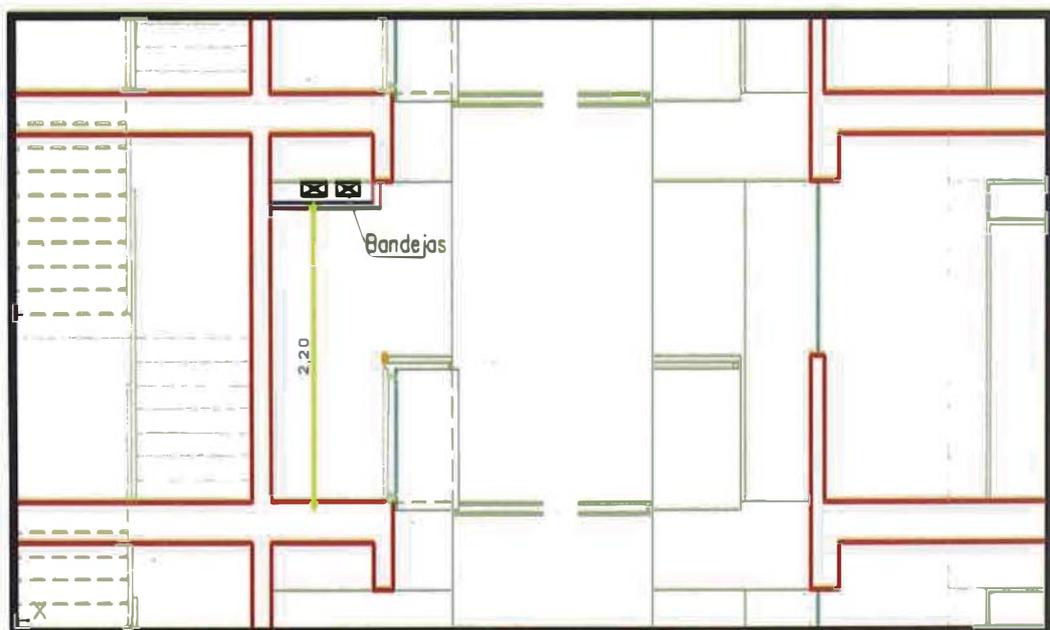


Figura N° 31: Corte de ubicación de baldosas acústicas en pasadizos de oficinas (líneas azules) se adicionó dintel de drywall (Líneas magenta).

Asimismo, se indica que el cambio de recorrido, quiebre por debajo de viga, se adicionó bandejas con ángulos en 45° más soporte adicional (pernos).

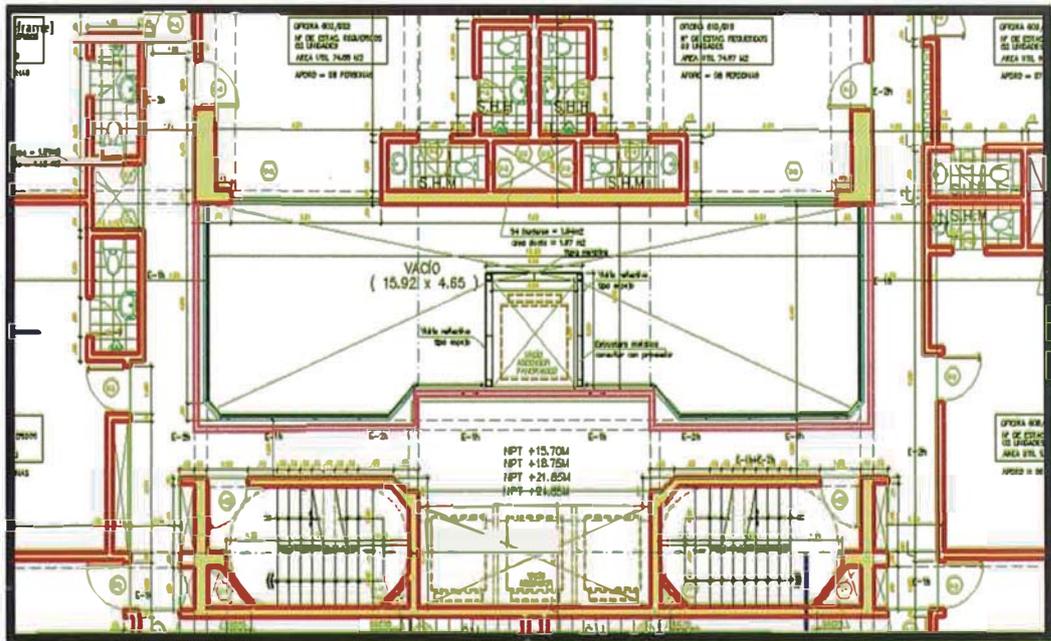


Figura. N° 32: Ubicación de dinteles de drywall en pasadizos (líneas magenta).

2.3 RESUMEN DE PROBLEMAS GENERADOS POR FALTA DE CONSTRUCTABILIDAD

2.3.1 Identificación de problemas generados, responsabilidades, solución tomada.

2.3.1.1 Identificación de problemas generados, responsabilidades, solución tomada en modificación directa e indirecta para muros cortinas.

Cuadro N° 1: Cuadro de incompatibilidades en muro cortina.

Ítem	Incompatibilidad		Descripción del problema	Orden de cambio	Solución tomada
1.0	Arquitectura	Estructuras	Mismos espesores de losa de techo en estructuras y arquitectura- No sé considera espesor de contrapiso.	Supervisión: FM Edificaciones SAC	Aumenta altura del edificio 5 cm por piso - aumento de cristal en todo el muro cortina de las distintas vistas.
2.0	I.E.	Alcance de proyecto de ventas	Incompatibilidad entre alcance de ventas: oficinas se entregan con tomacorriente; IE contemplan placas eléctricas en piso sin acabados finales.	Supervisión: FM Edificaciones SAC	Creación de muro bajo (alfeizar) para tomacorrientes aumento de caja de sombra y sello cortafuego.
3.0	Arquitectura	Cliente	La arquitectura no contempla vigas en frisos de fachada f-03, cliente solicita misma modulación de toda la fachada: F-01,F-02,F-03 deben ser similares.	Cliente	Adición de dinteles de drywall debido a la modulación en muro cortina.
4.0	Arquitectura	Cliente	No se revisó el alcance del proyecto de arquitectura en todas sus vistas, presupuesto no contempla muro cortina F-08.	Cliente	Aumento de cristal por falta de vistas exteriores- adición de fachada.

2.3.1.2 Identificación de problemas generados, responsabilidades, solución tomada en refuerzos estructurales directa e indirecta para instalaciones.

Cuadro N° 2: Incompatibilidades por refuerzos estructurales.

Ítem	Incompatibilidad		Descripción del problema	Orden de cambio	Solución tomada
1.0	ACI	Estructuras	Ubicación de pases en viga- fuera del tercio central.	Supervisión: FM Edificaciones SAC	Cambio de recorrido de tuberías de ACI- rociadores- incremento de tuberías.
2.0	IS	Estructuras	Intercepción de tubería de desagüe con viga en ingreso de rampa.	Supervisión: FM Edificaciones SAC / Cliente	Aumento de peralte de viga por indicación estructural- posterior demolición y cambio de viga.
3.0	IE	Estructuras	Intercepción de bandejas con vigas fuera de tercio central.	Supervisión: FM Edificaciones SAC	Ejecución de pases en vigas- adición de refuerzo no considerado.
4.0	IE	Estructuras/ Arquitectura	Intercepción de bandejas con vigas en cara de apoyo con columnas, falta de compatibilidad con estructuras/arquitectura.	Cliente	Bandejas por debajo de viga, bajar nivel de baldosas y creación de dinteles de drywall en pasadizos de oficinas.

2.4 CUANTIFICACIÓN EN COSTO Y TIEMPO DE PROBLEMAS GENERADOS POR FALTA DE CONSTRUCTABILIDAD

2.4.1 Cuantificación en costo de problemas generados por falta de constructabilidad en vidrios de muro cortina

Cuadro N° 3: Costos adicionales en muro cortina.

Solución tomada	Costo de cambio	Especialista/ presupuesto	Tiempo de espera de cambio	Motivo
Aumenta altura del edificio 5cm por piso - aumento de cristal en todo el muro cortina de las distintas vistas.	20,088.32	Furukawa	4 días calendario	Definición de arquitecto
Aumento de caja de sombra y sello cortafuego por muro bajo (alféizar) para tomacorrientes.	39,418.88	Furukawa	23 días calendario	Definición del cliente
Adición de dinteles de drywall debido a la modulación en muro cortina.	8,113.68	JoséÁlvarez EIRL	6 días calendario	Ejecución de trabajos
Aumento de cristal por falta de vistas exteriores- adición de fachada.	40,790.16	Furukawa	14 días calendario	Definición de cliente

El costo total generado por cambios y modificaciones en muro cortina son de **108,411.04** nuevos soles

2.4.2 Cuantificación en costo de problemas generados por falta de constructabilidad en refuerzos y cambios estructurales

Cuadro N° 4: Costos adicionales por refuerzos e incompatibilidades estructurales.

Solución tomada	Costo final	Especialista/ presupuesto	Tiempo de espera de cambio	Motivo
Cambio de recorrido de tuberías de ACI- rociadores-aumento de tuberías.	S/. 8,577.18	SUN FIRE	12 días calendario	ejecución de trabajos
Aumento de peralte de viga por indicación estructural- posterior demolición y cambio de viga.	S/. 14,866.66	TOP CONSULT INGENIERIA S.A.C	14 días calendario	definición de estructural
Ejecución de pases en vigas- adición de refuerzo no considerado.	- S/. 5,201.44	FG edificaciones SAC (Cuantificado en obra)	no se considera	no se considera
Bandejas por debajo de viga, bajar nivel de baldosas y creación de dinteles.	S/. 9,443.84	José Álvarez EIRL	15 días calendario	Definición del cliente

El costo total generado por refuerzos e incompatibilidades estructurales es de **38,089.12** nuevos soles.

2.4.3 Comparativo de costos generados por falta de constructabilidad en muro cortina y gastos generados por refuerzos estructurales

Cuadro N° 5: Comparativo de costos y margen porcentual.

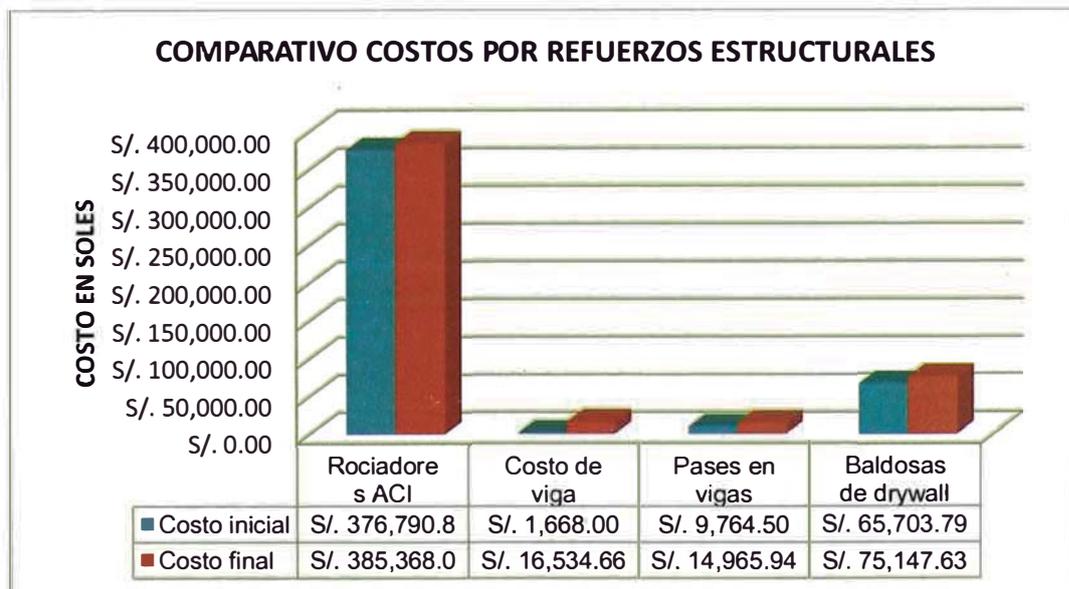
Descripción	Costo inicial	Incremento	Costo final	Incremento porcentual
Muros cortinas	S/. 1,039,788.30	S/. 108,411.04	S/. 1,148,199.34	10.43%
Rociadores ACI	S/. 376,790.89	S/. 8,577.18	S/. 385,368.07	2.28%
Costo de viga	S/. 1,668.00	S/. 14,866.66	S/. 16,534.66	891.29%
Pases en vigas	S/. 9,764.50	S/. 5,201.44	S/. 14,965.94	53.27%
Baldosas de drywall	S/. 65,703.79	S/. 9,443.84	S/. 75,147.63	14.37%

*En el cuadro anterior no se considera el incremento de costo de bandejas en ángulo de 45° de 13,000.00 soles (para pasar bandeja por debajo de viga), ejecutado por la contratista de instalaciones eléctricas.

Cuadro N° 6: Comparativo de costo de muro cortina.



Cuadro N° 7: Comparativo de costo por refuerzos estructurales.



Cuadro N° 8: Comparativo de costos en general.



Costo total de cambios en muro cortina y refuerzos estructurales consecuencias directas e indirectas **146,500.16** nuevos soles.

2.4.4 Cuantificación en tiempo de problemas generados por falta de constructabilidad en vidrios de muro cortina

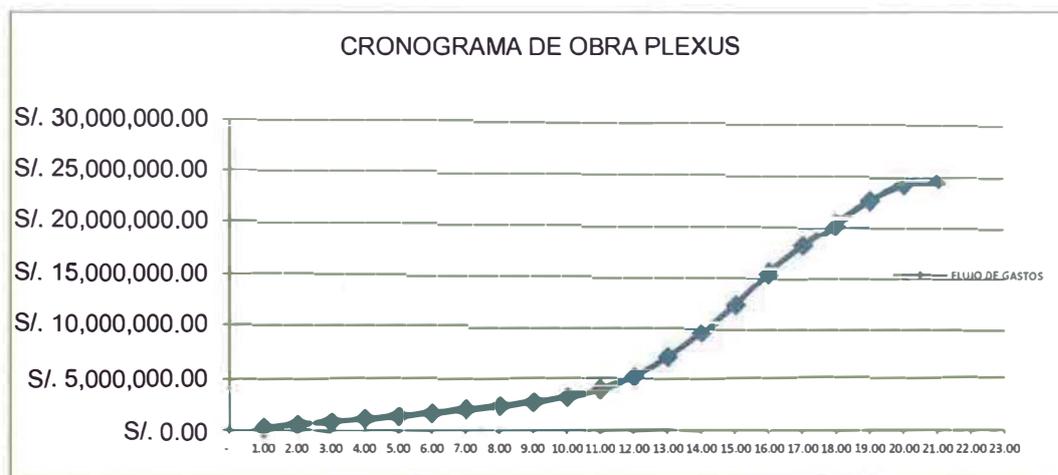
2.4.4.1 Cronograma de obra general

Se presenta el cuadro N°9 cronograma de obra indicando el porcentaje de avance de cada partida desde febrero del 2013 a octubre del 2014.

Cuadro N° 9: Cuadro N°9- Cronograma de avance general de obra.

TIEMPO EN MESES																									
MES	0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22		
	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	
		2%	3%	7%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	
					</																				

Cuadro N° 10: Cronograma de avance valorizado de obra.



2.4.4.2 Cronograma de vidrios original

Según se muestra en cuadro anterior (N°8) la partida de vidrios se estima desde el mes 15 al mes 21 es decir desde abril del 2014 hasta octubre del 2014, 7 meses de ejecución de trabajos. En el siguiente cuadro se muestra cronograma de obra (original) para las partidas de vidrios, cuadro N°11.

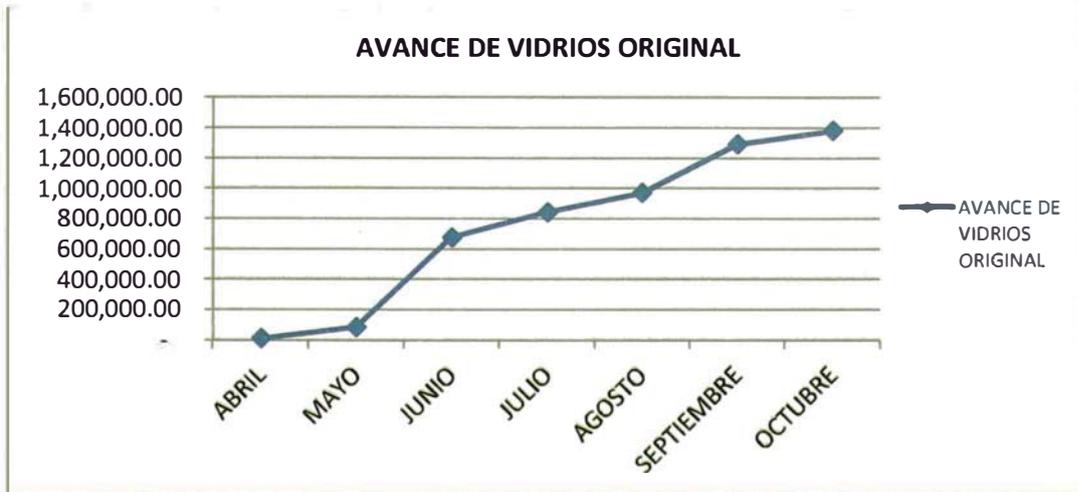
Cuadro N° 11: Cronograma instalación de vidrios- (original).

DESCRIPCIÓN	MONTO INCL IGV (S/.)	AVANCE DE VIDRIOS- MURO CORTINA						
		Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre						
		MES	MES	MES	MES	MES	MES	MES
		15	16	17	18	19	20	21
ARQUITECTURA VIDRIOS								
VENTANAS INTERIORES	S/. 42,799.11	30%	40%	30%				
VENTANAS ESTRUCTURALES	S/. 192,077.33		30%	40%	30%			
FACHADA F-01	S/. 87,462.86			100%				
FACHADA F-02	S/. 163,803.96			100%				
FACHADA F-03	S/. 250,746.86				60%	40%		
FACHADA F-04	S/. 55,387.16						100%	
FACHADA F-05	S/. 283,488.35				30%	40%	30%	
FACHADA F-06 - INGRESO PRINCIPAL	S/. 50,910.13						100%	
FACHADA F-07	S/. 198,899.12						60%	40%
FACHADA F-08								100%
TOTAL PRESUPUESTO	S/. 1,325,574.88							

Se muestra a continuación el cronograma valorizado, vemos la incidencia en el cronograma de obra:

Se muestra la curva de avance "S" del cronograma anterior (Según contratación de obra).

Cuadro N° 12: curva de avance "S" de vidrios- (Original).



2.4.4.3 Cronograma de vidrios modificado

Los datos presentados en los cuadros N°10, N°11 y N°12 son montos y avance contratados entre el constructor y el cliente (Originales), éstos fueron aprobados en Abril del 2013, sin embargo luego de la fecha de cierre de los vidrios en general (Muro cortina, ventanas y mamparas interiores, etc.) que se llevó a cabo en Noviembre del 2013, se dio cambios generados por el cliente que modificó los montos y el cronograma de obra según cuadros siguientes:

Cuadro N° 13: Cronograma Instalación de vidrios- (Modificado).

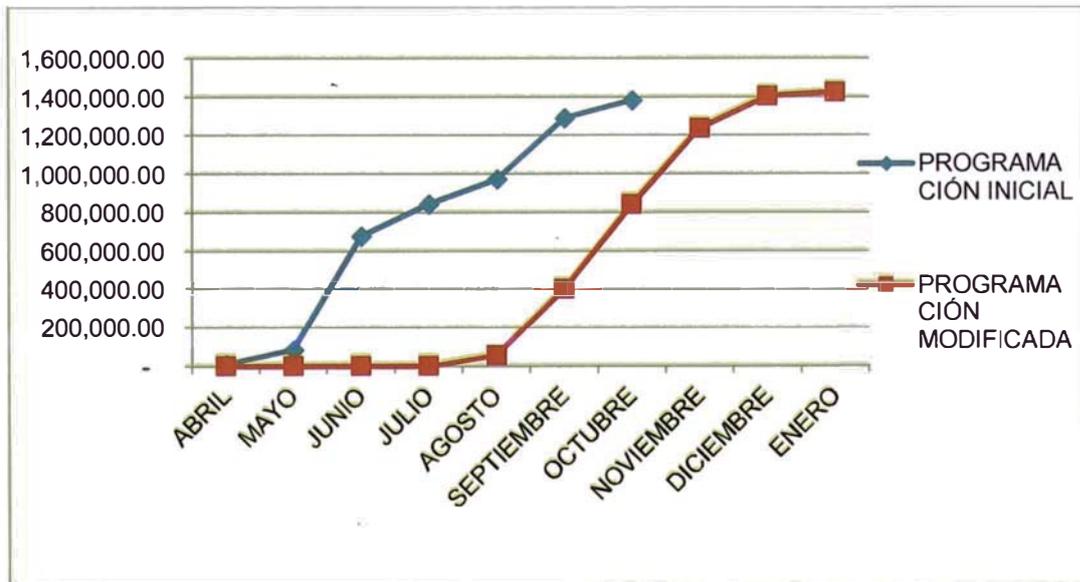
		AVANCE DE VIDRIOS- MURO CORTINA										
		Ago										
		Abr	May	Jun.	Jul.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.		
		MES										
		15	16	17	18	19	20	21	21	21	21	21
ARQUITECTUR A VIDRIOS												
VENTANAS INTERIORES	S/. 42,799.11					20%	40%	40%				
VENTANAS ESTRUCTURAL	S/. 192,077.33					20%	40%	40%				
FACHADA F-01	S/. 92,233.42					10%	80%	10%				
FACHADA F-02	S/. 173,372.90						35%	65%				
FACHADA F-03	S/. 265,880.13							5%	85%	10%		
FACHADA F-04	S/. 57,740.49							100%				
FACHADA F-05	S/. 300,150.10						40%	50%	10%			
FACHADA F-06 - INGRESO PRINCIPAL	S/. 50,910.13								70%	30%		
FACHADA F-07	S/. 209,918.47								50%	50%		
FACHADA F-08	S/. 40,790.16									50%	50%	
TOTAL PRESUPUESTO	S/. 1,425,872.2											50%

Cuadro N° 14: Cronograma Instalación de vidrios- (Modificado).



Según los cuadros antes mostrados N°12 y N°14 hay un desfase en 3 meses (cuadro N°15), en el anexo 01 se encuentra el cronograma contractual de Obra V-11, el cual tiene una fecha de entrega de 15 de enero del 2015. Según el cronograma general de obra la última partida a ejecutar son los vidrios con lo cual vemos que el plazo se extendió en dos meses y medio; del 31 de octubre del 2014 al 15 de enero del 2015. El costo adicional por desfase de entrega del proyecto fue asumido por la inmobiliaria debido a que los cambios que originaron este desfase son de responsabilidad de la misma inmobiliaria.

Cuadro N° 15: Cronograma Instalación de vidrios- (Comparativo).



Para fines de investigación tomaremos los costos calculados en el punto 2.4.5 “Costos de equipo de obra y administración de oficina central” para calcular la incidencia en costo del tiempo de atraso: 75 días de atraso.

El costo por atraso de obra asumido por la inmobiliaria es de $75 \times 2,600.00 = 195,000.00$ nuevos soles.

2.4.5 Cuantificación en tiempo de problemas generados por falta de constructabilidad en refuerzos estructurales

Para iniciar la cuantificación de tiempo desperdiciado como consecuencia de falta de constructabilidad entre especialidades se tiene que mencionar los momentos donde se ejecutaron la solución a cada problema presentado en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 16: Cuantificación de tiempo por refuerzos estructurales.

Descripción del problema	Solución tomada	Momento de ejecución	Tiempo de cambio
Ubicación de pases en viga-fuera del tercio central	Cambio de recorrido de tuberías de ACI-rociadores	Construcción de casco, del 13 al 14 piso	12 días calendario
Intercepción de tubería de desagüe con viga en ingreso de rampa	Aumento de peralte de viga por indicación estructural- posterior demolición y cambio de viga	Ejecución de acabados en sótanos	14 días calendario
Intercepción de bandejas con vigas fuera de tercio central	Ejecución de pases en vigas- adición de refuerzo no considerado	Construcción de casco, sótanos	no se considera
Intercepción de bandejas con vigas en cara de apoyo con columnas, falta de compatibilidad con estructuras/arquitectura	Bandejas por debajo de viga, bajar nivel de baldosas y creación de dinteles de drywall en pasadizos de oficinas	Construcción de casco, del piso 1 al piso 14	15 días calendario

Con los momentos de ejecución de las soluciones tomadas debemos mencionar que no se ha generado un atraso de obra debido, como se muestra en el cronograma de obra, a que no son ruta crítica.

Como se indicó en la presentación de la empresa, la forma de ejecución es a base de sub contratos desde las obras civiles (casco y acabados) hasta las especialidades, con lo que podemos concluir que la afectación de partidas internas dentro del tiempo contractual afecta directamente a los sub contratistas (pérdidas de horas hombres) e indirectamente a la constructora (reduciendo las holguras que pueda tener en la ejecución del proyecto).

No se ha presentado algún reclamo por parte de los sub contratistas en base a improductivos de obra.

Para fines de investigación cuantificaremos costos como un posible atraso de obra. Para iniciar la cuantificación de tiempo desperdiciado como consecuencia de falta de constructabilidad entre especialidades; se tiene que mencionar que no existe una penalidad entre la constructora y la inmobiliaria sin embargo lo cuantificaremos equivalente al gasto administrativo que se genera por cada día de atraso, esto se calcula en base al equipo destinado a obra más la incidencia de oficina central (30%). El equipo administrativo de obra está constituido y sus precios de mercado costo empresa son:

- 01 Residente de obra (16,000.00 soles)
- 01 Jefe de oficina técnica (8,000.00 soles)
- 01 Jefe de producción (8,000.00 soles)
- 01 Administrador de obra (7,000.00 soles)
- 01 Maestro de Obra (7,000.00 soles)
- 01 Jefe de Almacén (6,000.00 soles)
- 02 Prevencionistas (4,000.00 soles)

Podemos calcular el costo día en base a precios de mercado de cada uno de los integrantes del equipo de obra, como se indica:

$(01 \times 16,000.00 + 01 \times 8,000.00 + 01 \times 8,000.00 + 01 \times 7,000.00 + 01 \times 7,000.00 + 01 \times 6,000.00 + 02 \times 4,000.00) / 30 = 2,000.00$ soles diarios.

La incidencia de oficina central es $0.3 \times 2,000 = 600.00$ soles

El costo total implicado por cada **día de atraso es de 2,600.00 soles**

El tiempo por cuantificar es el mostrado en el cuadro N°18: 41 días entre los cuatro problemas de refuerzos y consecuencias estructurales.

El costo es $41 \times 2,600.00 = 106,600.00$ nuevos soles.

2.4.6 Descripción específica de la falta de constructabilidad por cada uno de los problemas presentados

Cuadro N° 17: Resumen de falta de constructabilidad- Muro cortina.

Descripción del problema	Tipo de falta de constructabilidad	Descripción de falta de constructabilidad
Mismos espesores de losa de techo en estructuras y arquitectura- no se considera espesor de contrapiso	Constructividad	No se compatibilizó las especialidades al momento del diseño
Incompatibilidad entre alcance de ventas: oficinas se entregan con tomacorriente; IE contemplan placas eléctricas en piso sin acabados finales	Gestión	No se coordinó la inclusión de los muros bajos (alféizar) con Furukawa, no se cuantificó las consecuencias en tiempo y dinero
La arquitectura no contempla vigas en frisos de fachada f-03, cliente solicita misma modulación de toda la fachada: f01, f02, f-03 deben ser similares	Post Venta	Se incluyó esta solución por decisión del cliente por un tema de estética exterior y satisfacción de los compradores de oficinas así como de prestigio y recomendación de la inmobiliaria
No se revisó el alcance del proyecto de arquitectura en todas sus vistas, presupuesto no lo contempla	Gestión	No se realizó una revisión a detalle de todas las vistas de arquitectura con el alcance del proyecto ofrecido por la inmobiliaria

Cuadro N° 18: Resumen de falta de constructabilidad- Refuerzos estructurales.

Descripción del problema	Tipo de falta de constructabilidad	Descripción de falta de constructabilidad
Ubicación de pases en viga- fuera del tercio central	Constructividad	Falta de compatibilización de planos
Intercepción de tubería de desagüe con viga en ingreso de rampa	Post venta	Decisión tomada para la comodidad de los propietarios en el ingreso de todo tipo de vehículos
intercepción de bandejas con vigas fuera de tercio central	Constructividad	Falta de coordinación entre especialistas.
Intercepción de bandejas con vigas en cara de apoyo con columnas, falta de compatibilidad con estructuras/arquitectura	Constructividad/ gestión	Falta de compatibilización de planos/ solución del problema en su debido tiempo, se evita la pérdida de tiempo en decisión de solución entre el arquitecto y el cliente

2.4.7 Incidencia por falta de constructabilidad en el proyecto “centro empresarial plexus”

Como hemos mencionado en el presente informe la constructabilidad es hacer el edificio más construible desde su diseño hasta el modo de construcción y operación, se ha mencionado tres tipo de constructabilidad: constructividad, gestión (interna de obra, entre cliente y especialistas) y Post Venta.

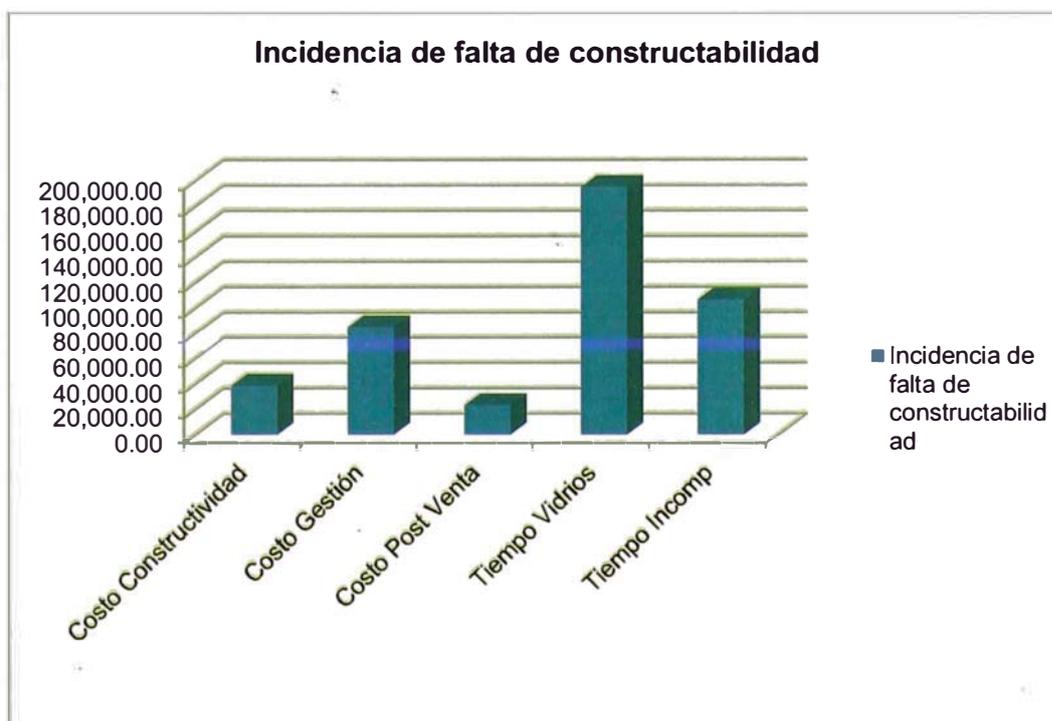
Para poder lograr un estimado de la incidencia que ocasiona la falta de constructabilidad en un edificio de oficinas, tendremos en cuenta el costo de pérdida de tiempo en cuanto a refuerzos e incompatibilidades estructurales (Costos que no intervienen en ruta crítica).

A continuación indicamos la incidencia de cada tipo de constructabilidad en el proyecto y el porcentaje de variación en el presupuesto total de obra.

Cuadro N° 19: Porcentaje de incidencia por la falta de constructabilidad.

Incidencia porcentual de falta de constructabilidad			
Constructabilidad en Costos	Constructividad	38,588.86	8.61%
	Gestión	84,930.96	18.96%
	Post Venta	22,980.24	5.13%
Constructabilidad en Tiempo	Vidrios- Gestión	195,000.00	43.52%
	Incompatibilidades- Estr - Constructividad	106,600.00	23.79%
Costo total por falta de constructabilidad		444,8100.16	100.00%

Cuadro N° 20: Cuadro estadístico de incidencia de falta de constructabilidad.



Como podemos observar el monto que asciende la falta de constructabilidad es de **448,100.16 nuevos soles** que representa un **1.83%** del monto de obra de 24'457,697.30 nuevos soles.

Cabe mencionar que el análisis anterior no se ha considerado los montos pagados por la inmobiliaria a los propietarios o usuarios de las oficinas por concepto de atraso en entrega de oficinas, por no contar con dicha información, un aproximado por cada oficina por día de atraso es de 150 soles incluido IGV.

Hasta la fecha noviembre del 2014 se vendió 56 oficinas, el monto a considerar por los 75 días de atraso sería: $56 \times 150 \times 75 = 630,000.00$ soles que incrementaría el monto de falta de constructabilidad de 448,100.16 a **1'078,100.16 soles con un porcentaje de 4.41% del monto del proyecto.**

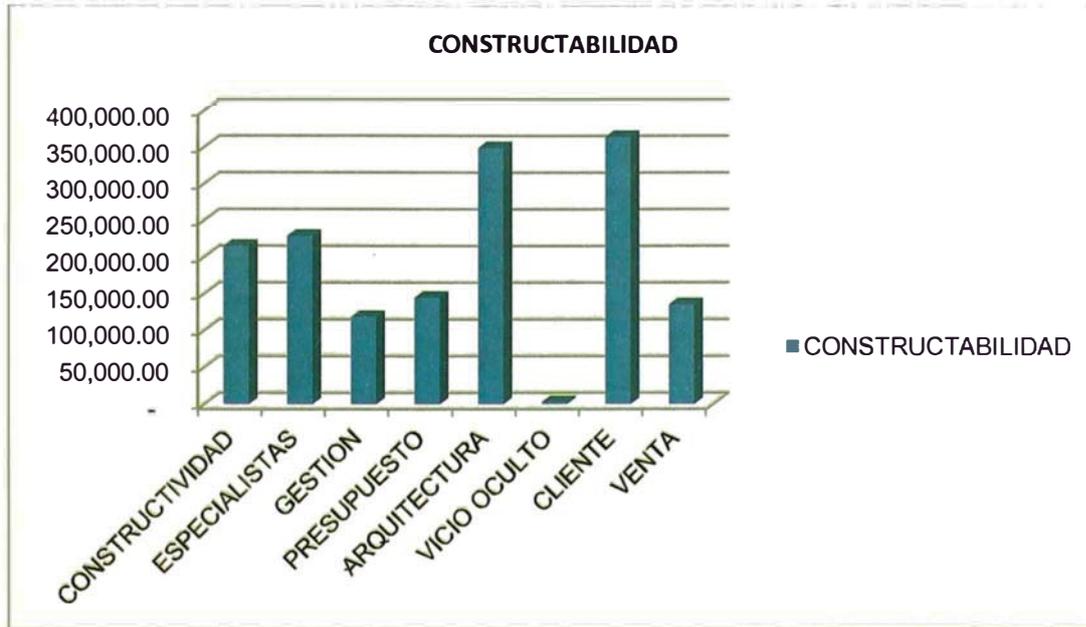
2.4.8 Resultado operativo de constructabilidad total en el proyecto centro empresarial plexus

Como información adicional del proyecto Centro Empresarial Plexus se muestra el resultado operativo en cuanto a modificaciones y cambios sufridos en el transcurso de la ejecución (adicionales) en forma global – todas las especialidades:

Cuadro N° 21: Cuadro de constructabilidad total en el proyecto Centro Empresarial Plexus.

CONSTRUCTABILIDAD				
CODIGO	TIPO	MONTO	%	DESCRIPCIÓN
CV	Constructividad	215,208.22	13.79%	Falta de coordinación entre proyectistas
ES	Especialistas	229,128.04	14.68%	Requerimiento de especialista
GE	Gestión	118,890.03	7.62%	Coordinación entre la gerencia y terceros
PR	Presupuesto	145,189.63	9.30%	Omisiones de presupuesto
AR	Arquitectura	349,086.84	22.37%	Modificaciones por requerimiento del arquitecto, falta de detalles o especificaciones
VI	Vicio oculto	3,020.80	0.19%	No considerado por no tener información
CL	Cliente	364,245.71	23.34%	Cambios solicitado por el cliente (dueño del edificio)
VE	Venta	135,818.52	8.70%	Cambios en el proyecto como parte de la venta de oficinas
	TOTAL	1,560,587.79	100.00%	

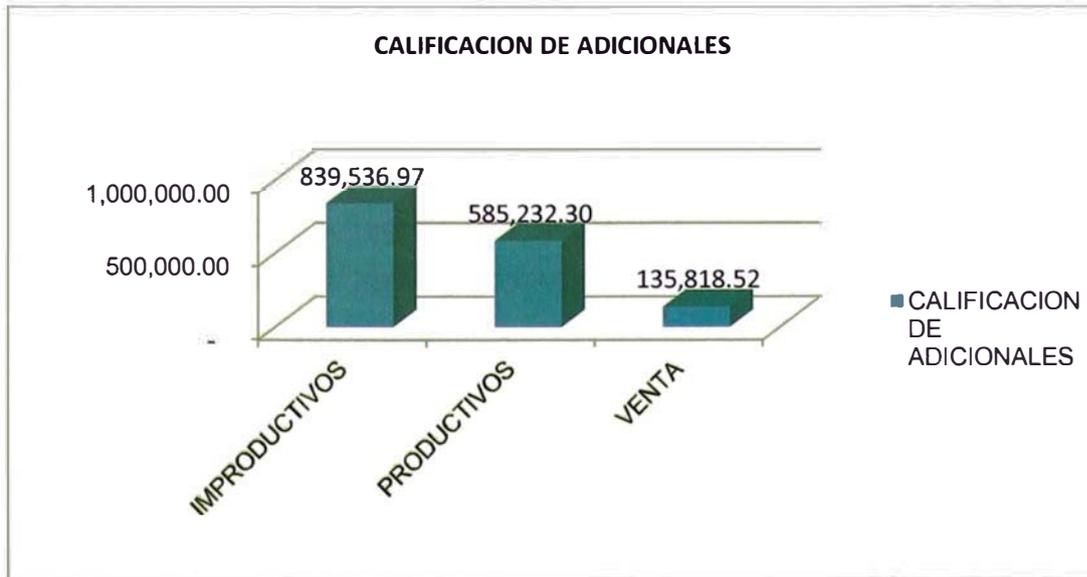
Cuadro N° 22: Cuadro estadístico de incidencias de constructabilidad total en el proyecto Centro Empresarial Plexus.



Cuadro N° 23: Cuadro de calificación de adicionales productivos e improductivos.

CONSTRUCTABILIDAD				
CODIGO	TIPO	MONTO	%	DESCRIPCION
IMP	Improductivos	839,536.97	53.80%	Adicionales realizados por falta de detalles, omisiones o malas gestiones, ayuda al funcionamiento del proyecto pero no da valor agregado al edificio, no ayuda a las ventas.
PRO	Productivos	585,232.30	37.50%	Cambios o adiciones al proyecto para su mejora en funcionamiento o vista, le da valor agregado al edificio y mejora las ventas.
VE	Venta	135,818.52	8.70%	Cambios estratégicos para ventas de oficinas.
	total	1,560,587.79	100%	

Cuadro N° 24: Cuadro estadístico de incidencias de productivo e improductivos.



Como es sabido todos los cambios que se generan en el proyecto deberían dar valor agregado al proyecto y de tal forma ser beneficioso al momento de la venta o uso de los propietarios.

Según el cuadro N°23 antes mostrado sólo el **37.50%** es considerado en el presente informe como **adicional productivo**.

Tener en cuenta que para la ejecución del proyecto normalmente lo financia una entidad bancaria con un requisito mínimo de pre-ventas del 30%, éstos 30% casi siempre tienen un precio bajo como estrategia para empezar un proyecto, entre el 40% y 50% se venden durante la ejecución del proyecto por tener precios relativamente cómodos, y entre el 30% y 40% de los ambientes son vendidos después de la culminación del proyecto (Datos históricos de la inmobiliaria FM EDIFICACIONES SAC).

Para ser competitivo como empresa se requiere tener precios de venta que superen a la competencia con la misma calidad o mejor, sin embargo si durante la ejecución del proyecto se encuentran con adicionales de considerable monto esto podría generar una pérdida del valor del proyecto en sí, debido a que los flujos de caja (desembolsos mensuales) se eleven y puedan generar atrasos por falta de financiamiento de obra; según el cuadro N°23 se ha generado un monto

de adicionales por **1'560,587.79 soles** que es el **6.38%** del monto total de la obra por tanto sólo se tiene pocas opciones para cubrir los gastos adicionales del proyecto: subir los precios de venta o minorar las utilidades.

Como empresa inmobiliaria o constructora se quiere que las proyecciones análisis de factibilidad o presupuestos de obra sean lo más certero posible y esto se consigue integrando durante la concepción del mismo al: Cliente, especialista, constructor.

2.4.9 Alternativa de gestión para minimizar la falta de constructabilidad en los proyectos empresariales- vidrios y soluciones estructurales

Con el objetivo de minimizar los costos generados por la falta de constructabilidad se debe tener en cuenta lo siguiente:

“Se debe tener claro que la causa de la falta de constructabilidad no es solamente la incompatibilidad de planos o que el problema se soluciona colocando personal para la compatibilización de los mismos”.

La constructabilidad de un edificio como se indicó en el punto **1.1.2** va desde hacer el edificio más construible, es decir:

- Coordinación de los especialistas diseñadores con la forma de ejecución (Constructores).
- Coordinación entre especialistas y diseñadores para evitar compatibilizaciones durante la ejecución y tiempos perdidos en la solicitud de información: RDI.
- Coordinación con el cliente (dueño) y especialistas para la definición íntegra y en su totalidad del alcance del proyecto generando información suficiente (especificaciones, planos, detalles, etc.) que no demanden pérdidas de tiempo al momento de la ejecución.

Hasta el manejo de la información, planteamiento óptimo de la ejecución del proyecto, gestión de soporte para tener los recursos (humanos, financieros y de equipamiento) necesarios, seguimiento del avance, cierre del proyecto y control de post venta y operaciones.

A continuidad en base a los resultados obtenidos en el presente informe se mostrará las posibles alternativas de gestión previa para evitar que se repita pérdidas por causas similares:

Cuadro N° 25: Soluciones de gestión- Muro cortina.

Descripción del problema	Tipo de falta de constructabilidad	Gestión de cautela
Mismos espesores de losa de techo en estructuras y arquitectura- no se considera espesor de contrapiso	Constructividad	Coordinación entre especialistas al momento de la concepción del proyecto
Incompatibilidad entre alcance de ventas: oficinas se entregan con tomacorriente; IE contemplan placas eléctricas en piso sin acabados finales	Gestión	Coordinación entre el cliente y especialistas, es necesario definir en su totalidad el alcance del proyecto y ser plasmado en la oferta de venta.
La arquitectura no contempla vigas en frisos de fachada f-03, cliente solicita misma modulación de toda la fachada: f01,f02,f-03 deben ser similares	Post Venta	Se debe realizar una revisión exhaustiva de la vista exterior del proyecto entre el arquitecto y el cliente y las consecuencias que generan los elementos adyacentes a la misma.
No se revisó el alcance del proyecto de arquitectura en todas sus vistas, presupuesto no lo contempla	Gestión	Definir al 100% el alcance del proyecto en todas sus vistas, contemplar el 100% de los detalles de arquitectura necesarios.

Cuadro N° 26: Soluciones de gestión- Refuerzos estructurales.

Descripción del problema	Tipo de falta de constructabilidad	Descripción de falta de constructabilidad
Ubicación de pases en viga- fuera del tercio central	Constructividad	Coordinación entre especialistas, revisión por parte del responsable del proyecto.
Intercepción de tubería de desagüe con viga en ingreso de rampa	Post venta	Visión proyectada del funcionamiento del edificio posibles observaciones por parte del propietario y facilidades que se pueden incluir en el proyecto que satisfagan las expectativas del usuario.
intercepción de bandejas con vigas fuera de tercio central	Constructividad	Coordinación entre especialistas, eléctrico, estructural y arquitecto, para las aprobaciones debe estar de acuerdo el cliente para evitar cambios en el futuro.
Intercepción de bandejas con vigas en cara de apoyo con columnas, falta de compatibilidad con estructuras/arquitectura	Constructividad/ Gestión	Coordinación entre especialistas, eléctrico, estructural y arquitecto, para las aprobaciones debe estar de acuerdo el cliente para evitar cambios en el futuro.

CAPÍTULO III: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 CONCLUSIONES

Como se aprecia en el cuadro N°3, se ha incurrido en gastos adicionales que si bien es cierto no afectan económicamente a la constructora debido a que el costo adicional es asumido por el cliente el cual sí se ve afectado, se tiene que tener en cuenta que la finalidad del informe es detectar este tipo de problemas y solucionarlo en su debido momento para determinar un presupuesto de obra o factibilidad de proyecto de inversión que contemple todos estos detalles, no genere los adicionales antes mencionados y como consecuencia se pueda confiar un análisis de factibilidad del proyecto en un 100%, de esta forma la inmobiliaria no se ve afectada en su flujo de caja y por ende en los precios de venta de las oficinas. Los tiempos de entrega de una oficina ofrecidos por la inmobiliaria a sus clientes debería ser un compromiso inamovible independiente de que se tenga en los contratos penalidades y que estos se puedan pagar por los días de atraso en la entrega. Debido a la alta oferta en el mercado inmobiliario la satisfacción del cliente debe ser lo primordial, como definimos en el punto 1.2.1.2, las oficinas son destinadas a la instalación de empresas y éstas a su vez a generar ganancias, un día de atraso en la entrega de las oficinas no sólo genera un costo fijo establecido en el contrato, sino más allá, pérdida de prestigio, confianza y garantía de la inmobiliaria.

Conclusiones de la falta de constructabilidad en muro cortina en base al costo:
Las modificaciones que se generan en el muro cortina son de dos tipos: compatibilización de especialidades y definición del alcance del proyecto del cliente. En este proyecto se dio que la incompatibilidad entre especialidades es el 20% aproximadamente, y el 80%, es básicamente coordinación entre los especialistas y el cliente, más específico aún, no determinar el alcance del proyecto en cuanto a la arquitectura: vistas, modulación, detalles de caja de sombra, cortes, etc.

Con respecto a las conclusiones de falta de constructabilidad en muro cortina en base al tiempo, tenemos que los tiempos generados en cuanto a las

modificaciones y adiciones en el proyecto, en muros cortinas han ocasionado un desplazamiento en la entrega final del proyecto de 2.50 meses equivalente a 75 días calendario; esto último debido a que: según el cronograma de obra se requería la producción de los vidrios para el mes de abril y su instalación en mayo del 2014, sin embargo por indefiniciones y falta de detalles se pasó la orden de producción en el mes de julio y se comenzó a instalar en el mes de agosto del 2014.

De los 47 días que se ha demorado los cambios y definiciones según el cuadro N°3 el 78% es en base a la falta de definición del cliente o del arquitecto.

Podemos concluir entonces que el incremento en costos de ejecución y costos por la extensión de tiempo de entrega de un proyecto ya sea gastos generales, penalidades; son generados principalmente por el cliente y el arquitecto con la poca coordinación al momento de concebir el proyecto.

Con respecto a falta de constructabilidad en refuerzos estructurales directos e indirectos en base al costo, sabemos que los costos que se pueden generar debido a la falta de constructabilidad en un proyecto empresarial pueden pasar de ser insignificantes a ser muy significativos para la obra.

En el proyecto estudiado según el cuadro N°4 vemos que los montos no son nada despreciables más de 38 mil soles representa un gran gasto por falta de constructabilidad con respecto a la falta de constructividad y gestión de refuerzos e incompatibilidades estructurales. En el cuadro N°5 vemos que la diferencia porcentual con el presupuesto original es incidente en dos puntos: rociadores de ACI y refuerzos estructurales, el primero se incrementa en 2.28% del presupuesto original lo cual representa un monto considerable, por lo que se tiene que tener en cuenta al momento de la adjudicación al especialista (sub contratista) de dicha partida, un margen que pueda asumir estos costos.

Con respecto a los refuerzos estructurales vemos que se gastó 53.27% más de lo proyectado, esto debe ser analizado antes de la ejecución.

Con respecto a las conclusiones de falta de constructabilidad en refuerzos estructurales directos e indirectos en tiempo, indicaremos que los proyectos empresariales cuentan con gran cantidad de instalaciones, estas instalaciones en la mayoría de casos no están compatibilizadas entre sí, ya sea en recorrido, dimensiones, salidas, etc. Esto trae como consecuencia que se genere en el transcurso de la construcción detalles estructurales, pases, que generan costos directos y pérdidas de tiempo. En cuanto al tiempo de la preparación y colocación de estos refuerzos, no implica mayor incidencia en el cronograma madre (en base al estudio realizado en el presente informe), por lo que comúnmente es absorbido y no cuantificado. Sin embargo cabe señalar que sí existe un tiempo de coordinación, de definición y principalmente de interrupción a otras actividades cuando se ejecutan estos refuerzos estructurales, esto último se detalla a continuación:-

Según el punto 2.2.1.2 la demolición de la viga en el ingreso principal a los estacionamientos del edificio ha demandado un tiempo de ejecución que no ha desplazado la entrega de obra pero de manera indirecta ha generado mayor tiempo para otras actividades como son:

- Eliminación de desmonte de los sótanos (se paraliza actividad por no tener ruta de salida).
- Acabados en oficinas afectadas por la viga en demolición.
- Acabados en rampa de acceso vehicular.
- Cableado y puesta de guías en instalaciones dentro de oficinas afectadas.

3.2 RECOMENDACIONES

Una recomendación fundamental es que en toda empresa tenga un responsable de las revisiones en la evolución de un proyecto desde su concepción, coordinación entre especialistas, planificación del mismo, coordinación de la ejecución con los especialistas y proyectistas e integrar sus requerimientos en el diseño, proyección del funcionamiento de las especialidades y del edificio en general así como la aprobación del proyecto antes de remitirlo al responsable de obra. El responsable de la revisión de un proyecto no debe desligarse del mismo durante la etapa de construcción ya que agiliza la solución de inconvenientes y genera una retroalimentación de información para mejoras de futuros proyectos. “El responsable tiene que ser responsable desde la concepción hasta la puesta en marcha del proyecto”.

Los beneficios que se pueden obtener con la aplicación de una buena gestión de constructabilidad pueden ser:

- Flujos de caja para la inmobiliaria con grado de confianza alrededor del 100%, presupuesto en el análisis de factibilidad con alto grado de confianza.
- Diseño total del proyecto, facilidad en la publicidad, relaciones comerciales y ayuda a las ventas (se tiene claro lo que se ofrece).
- Tener toda la información necesaria y compatibilizada garantiza un cronograma de obra real, con tendencia a sufrir cambios mínimos.
- Al conocer la ejecución del proyecto y la necesidad de cada especialidad (para el funcionamiento), se logrará un presupuesto tanto para el cliente como para la constructora con una variabilidad mínima en costos.
- Conociendo todos los procesos y requerimiento de cada uno de los especialistas o concesionarios del proyecto (telefonía, energía eléctrica, agua y desagüe, etc.) se puede llevar a cabo los trámites hacia los concesionarios desde etapas tempranas y un planeamiento óptimo del proyecto en tiempo que ayuda a reducir costos (horas hombre, horas maquinas, etc.) debido a que se puede medir mejor los tiempos de

ejecución de cada partida y esto se ve reflejado en los precios unitarios del presupuesto.

- Conociendo el planteamiento y requerimiento de cada especialista y plasmado en el diseño, se puede gestionar de manera óptima planificación de cadena de abastecimiento y planos de abastecimientos.
- Al tener el costo total y real del proyecto, y teniendo en cuenta que en el mercado actual de la construcción: entre más grande sea el monto de una partida o mayores sean los metros mayor descuento comercial o mejor precio unitario se puede obtener en los cierres de presupuestos de cada especialidad del proyecto con las sub contratistas.
- Teniendo el proyecto definido al 100% y por lo tanto libre de sufrir cambios se puede acelerar las gestiones de conformidad de obra, inspección de INDECI, y todo trámite municipal o legal en el cual intervenga el producto final (el proyecto).

Con respecto a las recomendaciones de la falta de constructabilidad en muro cortina en base al costo, recomendamos que para poder ahorrar o estimar este incremento de costos es indispensable la coordinación personalizada, continua y con el personal idóneo y justo (cantidad necesaria) para la definición del alcance, modulación y detalles de los muros cortina.

Recomendaciones de falta de constructabilidad en muro cortina en base al tiempo, se recomienda que las coordinaciones y gestiones para la solución de problemas en plena ejecución del proyecto al tratarse de alcances de arquitectura exteriores se realicen con tiempo, más vale tener todo definido mucho antes del inicio de la ejecución de la partida según el cronograma madre original, que coordinar la solución esperando tenerla para el día de la ejecución.

Recomendaciones de falta de constructabilidad en refuerzos estructurales directos e indirectos en base al costo, si bien es cierto que cada proyecto es único y diferente entre sí, todos deben contemplar una partida de refuerzos estructurales y estimar para su costo la cantidad de instalaciones que se interfieren con las estructuras.

Recomendaciones de falta de constructabilidad en refuerzos estructurales directos e indirectos en tiempo, se recomienda identificar las interferencias entre instalaciones y estructuras pero que a la vez afecten directa o indirectamente la arquitectura para que la solución a ello sea definida con el debido tiempo y no afecte el cronograma de obra ni ruta crítica.

BIBLIOGRAFÍA

- FM EDIFICACIONES SAC. Información de Obra- Planos- Memoria Descriptiva - Cuadro de Acabados. Centro Empresarial Plexus.
- Loyola Vergara, Luis Mauricio Goldsack Jarpa, Luis. *“Constructividad y Arquitectura”* 1ra edición. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 2010.
- Neyra García, Luis Gerardo -PUCP. *“Asegurando el valor en proyectos de construcción: Un estudio de las técnicas y herramientas utilizadas en la etapa de diseño”* – Tesis para Optar el título profesional -PUCP.
- Orihuela A. Pablo y Arq. Orihuela A. Jorge Motiva S.A. VII Congreso Iberoamericano de Construcción y Desarrollo Inmobiliario – M.D.I. Perú 2003- Artículo-“CONSTRUCTABILIDAD EN PEQUEÑOS PROYECTOS INMOBILIARIOS”.