

**OBRAS CIVILES DE INFRAESTRUCTURA QUE COLAPSARON. ESTUDIO
DE CASOS Y LECCIONES.**



MARÍA MAHECHA SÁNCHEZ

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C. FEBRERO 2023**

**OBRAS CIVILES DE INFRAESTRUCTURA QUE COLAPSARON.
ESTUDIO DE CASOS Y LECCIONES.**



MARÍA MAHECHA SÁNCHEZ

Proyecto de grado para obtener el título de Maestra en Gerencia de proyectos.

Asesor: HECTOR VILLAMIL BOLIVAR

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS**

BOGOTÁ D.C. febrero 2023

Tabla de Contenido

1.	Introducción	6
2.	Definición Problema	10
	2.1. Antecedentes.	10
	2.3. Planteamiento	14
3.	Objetivos	18
	3.1. Objetivo General	18
	3.2. Objetivos específicos	18
4.	Marco teórico	19
	La ética en el sector construcción	19
	Diseño y Planeación.	26
	Ejecución	31
	Afectación socioambiental de las construcciones	32
	Casos	50
	Caso Space.....	51
	Caso Blas de Lezo.....	70
	Caso Chirajara.....	77
5.	Marco metodológico	87
	5.1 Enfoque de investigación	87
	5.2 Tipo de Investigación	88
	5.3. Población y muestra	88
	5.4 Herramientas para la recolección de información	89
	5.5 Fuentes de información (primarias y secundarias)	90
6.	Análisis de resultados	91
7.	Conclusiones y recomendaciones	110
8.	Referencias.....	117
9.	Anexos	120

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Causas principales de colapso de puentes en Colombia</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 2. Valores Éticos.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 3. Factores aceptados por la ética</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 4. Normatividad ambiental en Colombia.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 5. Comparativa de los tres casos</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 6. Preguntas propositivas</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 7. Preguntas condenatorias.....</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 8. Resoluciones condenatorias.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 9 Lecciones aprendidas</i>	<i>112</i>

Índice de gráficas

<i>Gráfica 1. Resumen de posibles causas identificadas de las afectaciones en edificaciones.....</i>	<i>12</i>
<i>Gráfica 2 Posibles causas identificadas de las afectaciones en edificaciones.....</i>	<i>13</i>
<i>Gráfica 3. Diseño de reducción de riesgo en edificaciones.....</i>	<i>13</i>
<i>Gráfica 7 Análisis de palabras identificadas en el proceso investigativo.....</i>	<i>49</i>
<i>Gráfica 8 Fotografía de desplome torre 6 edificio Space Medellín.....</i>	<i>51</i>
<i>Gráfica 9 Fotografía de las deflexiones de las placas del edificio Space.....</i>	<i>54</i>
<i>Gráfica 10 Fotografía de la reparación de la R3 del piso 5 de la torre 6 del edificio Space.....</i>	<i>54</i>
<i>Gráfica 11 Fotografía de la bitácora del calculista del edificio Space a cerca de la columna R3.....</i>	<i>55</i>
<i>Gráfica 12 Imagen del comunicado de la constructora CDO previo al colapso.....</i>	<i>56</i>
<i>Gráfica 13 Fotografía del colapso del edificio Space donde se identifica la falla en la Columna R3.....</i>	<i>57</i>
<i>Gráfica 14 Fotografía de la torre 5 y afectaciones tras el desplome.....</i>	<i>58</i>
<i>Gráfica 15 Fotografía de las columnas las cuales fueron una de las causas del desplome.....</i>	<i>61</i>
<i>Gráfica 16 Fotografía de la sentencia por la muerte de Juan Cantor en el desplome del Space.....</i>	<i>64</i>
<i>Gráfica 17 Fotografía de la sentencia a los profesionales involucrados en el desplome del edificio Space.....</i>	<i>66</i>
<i>Gráfica 18 Fotografía del comunicado de las sanciones a los diseñadores del edificio Space.....</i>	<i>68</i>
<i>Gráfica 19 Fotografía de la construcción del edificio Blas de Lezo.....</i>	<i>70</i>
<i>Gráfica 20 Fotografía de boletín de la unidad de gestión del riesgo sobre la situación presentada.....</i>	<i>71</i>
<i>Gráfica 21 Fotografía del cartel de la curaduría con las falencias de información.....</i>	<i>73</i>
<i>Gráfica 22 Informe de la universidad de Cartagena sobre las falencias de la obra Blas de Lezo.....</i>	<i>75</i>
<i>Gráfica 23 Plano del diseño del puente Chirajara.....</i>	<i>78</i>
<i>Gráfica 24 Diseño en 3D del puente Chirajara.....</i>	<i>79</i>
<i>Gráfica 25 Diseño en 3D del puente Chirajara desde otro ángulo.....</i>	<i>79</i>
<i>Gráfica 26 Fotografía de vista lateral del puente Chirajara.....</i>	<i>80</i>
<i>Gráfica 27 Fotografía del desplome del puente Chirajara y daños ambientales.....</i>	<i>81</i>
<i>Gráfica 28 Fotografía del desplome del puente Chirajara.....</i>	<i>82</i>
<i>Gráfica 29 Imagen tomada sobre los render registrados en la ANI.....</i>	<i>82</i>
<i>Gráfica 30 Fotografía aérea de la magnitud del colapso del puente Chirajara.....</i>	<i>84</i>
<i>Gráfica 31 Etapas del estudio investigativo realizado.....</i>	<i>88</i>
<i>Gráfica 32 Distribución porcentual con relación a la profesión de los participa41ntes.....</i>	<i>102</i>
<i>Gráfica 33 Distribución de los participantes que recibirían incentivos económicos para adjudicar un contrato..</i>	<i>103</i>
<i>Gráfica 34 Distribución de los participantes que brindarían incentivos económicos para ganar una licitación ...</i>	<i>104</i>
<i>Gráfica 35 Distribución de los participantes que ha recibido incentivos económicos en algunas de las obras en las cuales ha trabajado.....</i>	<i>105</i>
<i>Gráfica 36 Distribución de donde los participantes perciben mayor corrupción.....</i>	<i>106</i>
<i>Gráfica 37 Acciones que realizan los profesionales cuando el tiempo para la ejecución se agota.....</i>	<i>106</i>
<i>Gráfica 38 Distribución de los participantes que ha presentado variación de los diseños contratados.....</i>	<i>107</i>
<i>Gráfica 39 Distribución de la percepción en relación con el cumplimiento de la normatividad ambiental.....</i>	<i>108</i>

1. Introducción

El colapso de una obra de infraestructura es un evento único y especial para lo que nadie nunca está preparado, ni las constructoras, ni los clientes finales de las obras, ni la ciudadanía en general. Cuando se realiza una obra de infraestructura, se espera que se erija una obra que perdure en el tiempo, que su vida útil proyectada de servicio sea inagotable, y que sirva a la sociedad; el impacto que genera el desplome es incalculable en términos de la desesperanza que causa en las víctimas, porque siempre hay víctimas, los beneficiarios, las constructoras y en los casos que abordaremos vidas humanas; un país en vía de desarrollo como lo es Colombia requiere de procesos investigativos que beneficie a los diseñadores, constructores y por ende a la comunidad.

El propósito de la presente investigación es realizar un estudio del colapso de tres (3) obras civiles para lo cual se abordará la revisión de la literatura, el estudio de casos y la consulta de expertos que en su conjunto den respuesta a las siguientes preguntas, ¿Qué implica el colapso de una obra de infraestructura?, de allí se dependen las siguientes inquietudes, ¿Cuáles son las causas en el desplome de estructuras de obras civiles? y a su vez ¿cuáles son las consecuencias legales que han tenido que enfrentar los involucrados en la planificación y construcción de estas obras colapsadas? Y finalmente, ¿Que acciones se deben implementar para mitigar el colapso de las obras?; se parte de la hipótesis de que, si la planificación, verificación y ejecución se hubieran realizado de manera adecuada, acatando las normas vigentes y se hubieran realizado los controles de ley, no habrían llegado al colapso estas edificaciones.

Como refiere Repizo, (Repizo Canizalez, 2018), se requiere implementar estrategias para el control de la ética en el sector construcción, mediante evaluaciones periódicas a los

profesionales vinculados, por parte del Gobierno Colombiano, actualizar normatividad, realizar vigilancia y control a las edificaciones en el desarrollo de la construcción; otro aspecto fundamental es la formación para el trabajo la cual debe tener un enfoque en el aspecto legal y de riesgos por parte del personal vinculado desde la planeación de los proyectos hasta la culminación de los mismos, (Repizo Canizalez, 2018), cambios socioculturales que van encaminados en una mayor ganancia percibida por parte de las empresas que se dedican a la construcción, lo cual no solo se observa en los proyectos de orden social sino en los diseñados para la población con un mayor poder adquisitivo, esto evidencia la pérdida de principios y valores, cambios socioculturales que le imprimen a los constructores un afán de enriquecimiento. García concluye que, el fenómeno de las estructuras colapsadas ocurre a partir del siglo XXI, en siglos pasados no hay registros de colapsos de estructuras que hallan fallado y tenido que ser demolidas al poco tiempo de ser construidas, tal como sucedió en los 3 casos de estudio de este trabajo, (García Ramírez, 2020)

Lo cual sustenta argumentativamente el problema identificado y que se soporta por medio de las dimensiones estructurantes o variables que apoyan el proceso investigativo en el cual se abordan tres casos estudio, por medio de los cuales se generará un análisis transversal de las variables y como inciden en la pregunta problema planteada, otro aspecto que se pretende, a partir del abordaje de análisis de casos, es generar un análisis de resultados y generar un documento de lecciones aprendidas. En un estudio realizado por Muñoz Díaz, (Díaz, 2002), en 63 estructuras de puentes colapsadas en el lapso de tiempo entre 1986 a 2001, el 31% falló por atentados terroristas, en otro análisis el mayor porcentaje sin tener encuentra los atentados terroristas se encuentra en la socavación y en avalanchas o crecientes, lo que demuestra un deficiente diseño del puente, o la no contemplación de fenómenos y eventos naturales en la vida útil del puente, falta de incorporación al diseño de los correspondientes estudios hidráulicos e hidrológicos.

Tabla 1. Causas principales de colapso de puentes en Colombia

Causa Principal	Número de puentes	%
Deficiencia estructural y de diseño	6	10%
Socavación	15	24%
Sobrecarga e impacto	3	5%
Atentados terroristas	20	32%
Avalancha, creciente, etc.	15	24%
Falta de mantenimiento	1	2%
Deficiencias en la construcción e interventoría	3	5%
Total	63	

Fuente: "Estudio de las causas del colapso de algunos puentes en Colombia".

Según la SCI-Sociedad colombiana de ingenieros en su página en internet (SCI, 2019), informa de más de 20 edificios evacuados, en los que se han visto involucradas 2.000 viviendas y 10.000 personas afectadas, por el desalojo de sus viviendas en edificios a los cuales se detectó fallas estructurales, ya sea para actividades de demolición o de reforzamiento, pero indica que pueden llegar a ser cientos de edificios con patologías estructurales.

En Cartagena, según informe de la Unidad nacional para la gestión del Riesgo (UNGRD, 2018) para el año 2018, se habían detectado 16 edificios que están en riesgo de colapso y por lo tanto deben ser evacuados, de estas 250 familias afectadas que no solamente perdieron su vivienda, su hogar, sino también el dinero en el ahorro de toda su vida y el distrito ha tenido que pagarles

los arriendos a estas familias durante 8 meses, después de desalojarlos de sus viviendas por posibles riesgos de colapso; en el edificio Blas de Lezo, se vieron afectadas directamente 21 familias de los fallecidos, la mayoría eran trabajadores cabeza de familia.

Desde el punto de vista metodológico se identifica como problema la falta de ética, fallas en diseño y planeación, y afectaciones socioambientales, se plantea un estudio de la literatura, de tres (3) casos concretos, se obtienen unos resultados y lecciones, se identifican unas dimensiones, conceptos y variables que luego se analiza a partir de expertos para finalmente consolidar un conjunto de lecciones aprendidas respecto de cómo realizar diseños y construcciones de forma ética, con planeación técnica, económica y sostenibles ambientalmente.

Respecto al estudio de tres casos de conocimiento público y de los impactos que generó, se analizan las causas de desplome de tres obras de infraestructura en Colombia, el edificio Space, el edificio Blas de Lezo y el puente Chirajara, se realiza un estudio comparativo para determinar si estuvieron presente causas comunes y si las consecuencias fueron similares, el análisis de los interesados, los efectos legales, quienes ganan y quienes pierden. ¿Cuál ha sido el papel en materia política pública? y finalmente, se presentan un conjunto de recomendaciones, clasificadas en públicas, gubernamentales (planeación, curadurías), constructores y ciudadanía que buscan aportar a la planificación y desarrollo de las obras en Colombia.

2. Definición Problema

2.1. Antecedentes.

Las obras de ingeniería en Colombia y en el mundo tienen un nivel de riesgo el cual trata de ser cubierto en los contratos tanto estatales como privados mediante la promulgación de normatividad y legislación y mediante pólizas, pero aun así los problemas administrativos, legales y técnicos en la ejecución de las construcciones se siguen presentando, como son la falta de planeación rigurosa, fallas en el seguimiento y control de riesgos, cambios de diseño entre otros.

Como parte de control de riesgos los proyectos de construcción de obras civiles, en su mayoría, cuentan con empresas aseguradoras garantes las cuales protegen la inversión tanto de compradores como de vendedores y al sector estatal; las aseguradoras ofrecen entre su portafolio con pólizas que aseguran los proyectos de obras civiles de infraestructura, entre estas pólizas existen las de Todo Riesgo Construcción, multirriesgo, diseñadas para asegurar proyectos de construcción de obra, es una póliza que cubre el proyecto durante su ejecución y seguro decenal, esta última enfocada a proteger al comprador de vivienda nueva, ofreciendo una cobertura por diez años una vez terminada la obra y cubre eventos que generen el colapso o amenaza de ruina de las edificaciones, que sean originadas por fallas de la construcción.

En cuanto al papel del Estado, por medio del decreto 2150 de 1995 se crea la figura de las curadurías urbanas y el rol de los curadores urbano, este decreto define a: "...un particular encargado de estudiar, tramitar y expedir licencias de urbanismo o de construcción, a petición del interesado en adelantar proyectos de urbanización o de edificación, en las zonas o áreas de la ciudad". Tras ser objeto de modificaciones y derogaciones, esta figura se consolidó con la reglamentación de la Ley 388 de 1997, eximiendo el papel de supervisores de obras a los municipios.

Actualmente, en Colombia existen 97 curadores urbanos en 47 ciudades del país (URBANOS, 2022), quienes son designados por períodos individuales de cinco (5) años y tienen la responsabilidad objeto de expedir licencias de urbanización, parcelación, subdivisión y/o construcción. Solamente los municipios con más de 100 mil habitantes pueden solicitar esta figura; en los territorios con menor población, los alcaldes o secretarios de planeación son los encargados de tramitar y expedir licencias de construcción.

Es decir, en Colombia hay 97 curadurías urbanas, solamente en 47 de las 56 ciudades registradas por departamento, por lo tanto, la responsabilidad de la aprobación de las nuevas construcciones sigue estando en su mayoría en manos de los Municipio, y funcionarios que carecen de las competencias certificadas y capacidad para realizar las respectivas revisiones a los diseños y las avalanchas de solicitudes de construcción que se presentan actualmente en el país.

En Colombia la construcción de infraestructura esta reglamentada por la ley 400 de 1997 “Por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismos resistentes”, Decreto 33 de 1998, por el cual se reguló el tema de sismo resistencia de las edificaciones colombianas. Con actualizaciones Ley 1229 de 2008: “Por la cual se modifica y adiciona la Ley 400 del 19 de agosto de 1997”, Decreto 926 de 2010: "Por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10” Reglamento colombiano de construcciones sismo resistente NSR 10 (Ministerio de Ambiente, 2010); y para el diseño y construcción de puentes en Colombia está la Resolución 108 de 2015 del Ministerio de Transporte: “Por la cual se actualiza el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes y se adopta como NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES CCP-14” (Transporte, 2015). Actualmente para la expedición de licencias urbanísticas rige el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda No. 1077 del 26 de mayo de 2015, emitido por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 1203 del 12

de julio de 2017 (Ministerio de Vivienda, 2017).

Adicional a la ley 400 de 1997 a los constructores en Colombia los rige la ley de vivienda segura así: “El constructor o el enajenador de vivienda nueva deberán amparar los perjuicios patrimoniales a los que hace referencia la presente ley a través de su patrimonio, garantías bancarias, productos financieros o seguros, entre otros.” (Ministerio de Vivienda, 2017); adicionalmente artículo 2060 del Código Civil Colombiano, hasta por diez (10) años y el artículo 104 de la Ley 1480 de 2011 (Estatuto del Consumidor).

Por otra parte y sumado a los escándalos por sobrecostos en obras estatales, elefantes blancos, está el hecho de varias obras que han colapsado en Colombia en los últimos años, varios de ellos de escala mediática internacional, tales como el desplome de palcos durante una corrida de toros en el Espinal (bbc.com, bbc.com, 2022), caída de puente colgante en Villavicencio, entre otras, (bbc.com, bbc.com, 2017), los cuales no son objeto de este estudio, y otros pasan desapercibidos por los medios, pero igual hay afectación y víctimas.

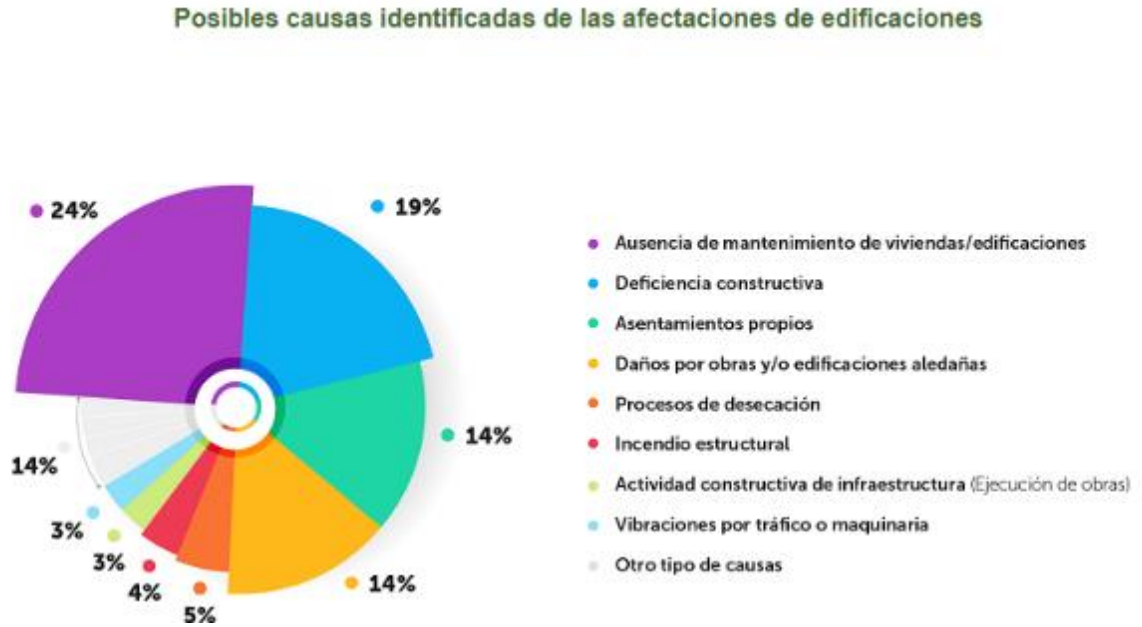
A nivel Bogotá, ciudad capital se tiene la siguiente información relevante sobre las afectaciones a las edificaciones, identificada por las autoridades en materia de riesgos.

Gráfica 1. Resumen de posibles causas identificadas de las afectaciones en edificaciones

Resumen de las posibles causas identificadas de las afectaciones de edificaciones



Gráfica 2 Posibles causas identificadas de las afectaciones en edificaciones



Fuente: IDIGER (Junio de 2022)

La anterior gráfica presenta un resumen de causas de las afectaciones de edificaciones en la ciudad de Bogotá. Se destaca que la deficiencia constructiva es una de las mayores causas con las que se están afectando las edificaciones, este punto incluye falencias en los diseños.

Gráfica 3. Diseño de reducción de riesgo en edificaciones



Fuente: Idiger (Junio 2022)

El sector de la construcción en Colombia es uno de los sectores primarios de la economía, la cual genera empleo de mano de obra no calificada, profesionales, material primas, etc. y ha sido el blanco de muchas disputas éticas a lo largo de los últimos años. De acuerdo con cifras entregadas por el Dane (Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC)) (DANE, 2022), el sector de la construcción ha generado más de un millón de empleos, rompiendo así un récord y teniendo mayor número de vinculaciones laborales con respecto al 2020. Las obras de ingeniería en Colombia y en el mundo tienen un nivel de riesgo el cual trata de ser cubierto en los contratos tanto estatales como privados mediante la promulgación de normatividad y legislación y mediante pólizas, pero aun sí los problemas administrativos, legales y técnicos en la ejecución de las construcciones se siguen presentando, como son falta de planeación rigurosa, fallas en el seguimiento y control de riesgos, cambios de diseño entre otros.

Cada continente cuenta con su propia normativa, y a su vez los países menos desarrollados copian la normativa de países que invierten en investigaciones, países desarrollados que cuentan con el recurso y la capacidad para realizar estudios de fondo del comportamiento de los materiales bajo una gran cantidad de variables.

Por lo anterior, se quiere abordar tres casos y analizarlos con el fin de obtener lecciones aprendidas que puedan ser referentes para profesionales que trabajen en o para el estado, así como los ejecutores y diseñadores e identifiquen las consecuencias del desconocimiento de normas y cómo recae en el ámbito comunitario generando una afectación social, dado que este es el fin de las obras estatales.

2.3. Planteamiento

Se ha identificado una carencia de información que articule el conocimiento técnico previo

de los profesionales de la construcción con el conocimiento de la legislación actual sobre temas cotidianos en el sector de la construcción, en los que se ha llegado a modificar la ley y normas mediante sentencias, actualizaciones de estas, las cuales pueden ser usadas para consulta en el actuar diario de un profesional de la construcción. Por desconocimiento de lo anterior, muchos profesionales cometen errores en diseño y planeación que terminan en casos tan lamentables como el colapso de edificaciones diseñadas, cargando a su paso la pérdida de vidas humanas, por lo tanto, necesariamente deben llegar a ser sancionados mediante condenas ejemplares ante tribunales, jueces, y pagar cárcel y pérdida de su tarjeta profesional.

Se busca dejar un documento con lecciones aprendidas e ideas de mejora en obras civiles de infraestructura tanto de vivienda como de obras públicas, aplicables a vías, puentes, edificios institucionales, entre otros, que concientice a los interesados en estar en constante actualización de normas y leyes y que le sean aplicadas a sus diseños y construcciones con toda la rigurosidad que puedan contemplar y el gasto que esto con lleve; el lucro de la actividades de la construcción no puede estar más allá de las vidas humanas que se pierden cuando colapsa un edificio.

Alfaro Félix, (FELIX, 2008), en su documento denominado “sistemas de aseguramiento de la calidad”, hace una interesante reflexión acerca de los costos asociados a la calidad, y los presenta de la siguiente manera:

- los costos asociados a la prevención de los defectos de diseño desde el inicio y desarrollo de los proyectos.

- los costos asociados a la evaluación en la búsqueda y detección de imperfecciones en los productos finales,

- los costos de las fallas internas que buscan eliminarlas antes de la entrega del producto,

- los costos de las fallas posteriores a la entrega del proyecto, que incluyen las garantías.

Esta interesante desagregación de costos asociados es importante y urgente implementarla en la ingeniería nacional, teniendo como punto de partida la academia e incorporándola en las buenas prácticas de las empresas a través de los sistemas de gestión de la calidad (SGC). En Colombia los contratos estatales de obra pública exigen la implementación de sistemas de calidad, pues para los procesos licitatorios se solicita se haga entrega de la documentación correspondiente al sistema de gestión de la calidad de la empresa oferente como parte integral de la oferta y por la cual se otorga puntaje calificadorio y se vuelve de obligatorio cumplimiento una vez adjudicado el contrato. A raíz de esta exigencia muchas empresas constructoras se obligan a implementar sistemas de gestión al interior de sus procesos llevando un seguimiento y control, lo cual permite identificar las buenas prácticas, no conformidades y lecciones aprendidas, esto hace que al interior de las empresas el talento humano se vuelva más competitivo, garantizando mayores rendimientos en la ejecución de los proyectos al minimizar los errores y reprocesos, aplica tanto para etapas de diseño como para etapas constructivas y de interventoría, de monitoreo y control.

A nivel internacional se tiene la experiencia en Chile, en donde el Estado es un actor principal al incorporar los elementos de calidad en la ley General de Urbanismo y Construcciones, de igual forma el gobierno de Brasil ha comenzado a exigir a sus contratantes la incorporación del componente calidad como requisito básico para la participación en sus proyectos.

Es así como en Latinoamérica se cuenta con los siguientes datos de empresas certificadas en ISO 9001, que es la norma de sistemas de gestión de la calidad (SGC) la cual permite administrar con calidad una organización y cuenta con un sistema efectivo que le ayuda a mejorar sus productos y servicios. Según la revista Espacios (Jorge BENZAQUEN-DE LAS CASAS, 2018), para el año 2018, se tenían en Chile 84 empresas constructoras certificadas en ISO 9001, es decir, alrededor de 42.21%, en Perú, un total de 1329 empresas certificadas, en México se tiene

aproximadamente 9 mil empresas certificadas y para Colombia la cifra es de más de 4700 empresas, y cada año va en aumento el número de empresas que se certifica o se recertifica. De igual forma, las empresas constructoras han comenzado a implementar los estándares del PMI en sus procesos, así como del GPM también, con lo cual buscan dejar registros y la trazabilidad de sus acciones, en el desarrollo de proyectos y con esto evitar los reprocesos, y acciones y salidas no conformes haciendo eficientes los proyectos en el uso de recursos.

Con los soportes y fundamentos teóricos analizados que se recogen de la investigación del comportamiento de los materiales de diferentes investigadores, es posible determinar los cálculos que recaen en la expedición de normas, actualización constante de estas normas y códigos para que los ingenieros civiles puedan desarrollar sus diseños estructurales constructivos.

Aun así, lamentablemente como lo veremos en estos tres casos de estudio, pese a tener toda la normatividad que ampara las construcciones desde el punto de vista de diseño y construcción, se siguen evidenciando fallas, ya sea en la parte de planeación y diseño, como en la parte constructiva. No hay controles adecuados a la enorme cantidad de edificaciones que se construyen día a día.

Hay notables debilidades en la formación por parte de las universidades a los futuros ingenieros, que se evidencian en la vida profesional, al no realizar revisiones exhaustivas a sus diseños, no saber cómo aplicar las normas existentes a los mismos y las necesidades que pretenden solucionar con estos, es importante comenzar a enseñar y analizar los temas de evaluación de riesgos, implicaciones jurídicas, analizar costos relacionados con los reproceso y calidad en la administración de los proyectos; en la revisión de literatura se evidenció falta de investigación en el país por parte de la academia y de los entes gubernamentales con relación a posibles fallas en las diferentes etapas del desarrollo de los proyectos de obras civiles y como abordarlas.

3. Objetivos

3.1. Objetivo General

Realizar un estudio de la literatura sobre obras civiles que han colapsado y en complemento, el estudio de casos que permitan determinar las causas y consecuencias, para generar oportunidades de mitigación a partir de las lecciones aprendidas para los diferentes estamentos.

3.2. Objetivos específicos

Analizar la literatura y casos documentados de obras de infraestructura que llegaron al colapso, determinando las causas en sus diferentes actores: gobierno a través de expedición de normativa, entes de control, constructores y ciudadanía en general.

Identificar prácticas de proyectos de construcción de obras de infraestructura que van en contra de la normatividad vigente para así evidenciar mediante el estudio de casos consecuencias y lecciones aprendidas.

Recomendar las buenas prácticas aplicables al diseño y construcción de obras civiles, que conlleven a la mitigación del riesgo de colapso basados en estándares internacionales reconocidos como el PMI (Project Management Institute) y el GPM (Green Project Management).

4. Marco teórico

El proceso investigativo cuenta con dimensiones estructurantes que permitirán contar con un acercamiento desde la perspectiva histórica, pero también desde el aspecto teórico, que ayudan a determinar las causas, consecuencias y medidas que han tomado los actores para enfrentar la problemática. Este análisis incluye las características del diseño y la planeación en Colombia, en donde adquiere gran relevancia el principio de planeación, equilibrio económico, la normatividad vigente asociada al aseguramiento de la calidad y estabilidad de las obras, el control y seguimiento y el cierre exitoso de los proyectos.

La ética en el sector construcción

Una de las líneas planteadas para el análisis de los tres (3) casos seleccionados es el de la ética de los profesionales en el sector de la construcción, debido a que en los casos analizados se observan falencias asociadas a la falta de ésta, tanto de los diseñadores como de los ejecutores, tanto así que causaron afectación en la población pasando por problemáticas económicas, sociales y emocionales, realizando un acercamiento desde el contexto teórico, se debe identificar en primer lugar que es la ética y cómo se articula al proceso constructivo.

La ética ha contado con diversos teóricos pasando por Aristóteles, Sócrates y Kant, sin embargo, coincidían en el análisis del bien y el mal y el comportamiento humano frente a esta situación, por lo cual se puede plantear la ética como la ciencia que tiene por objeto el estudio de los juicios de valor, aplicables al bien o al mal. Según (SANROMAN ARANDA, 2015), “La ética analiza problemas vistos desde la generalidad, es inútil acudir a la ética buscando respuestas a lo que debemos hacer o no, en situaciones concretas. A pesar de que la ética influye en nuestras

decisiones, gran parte de ella se debe a la condición moral de cada individuo”.

En el campo de la construcción se evidencia con un alto riesgo dadas las características de esta industria en la cual se cuenta con un alto número de trabajadores que pueden presentar riesgos asociados a las prácticas laborales, presentan exposición en el trabajo en alturas y espacios confinados, sumado a esto en la construcción se presenta el manejo de maquinaria pesada y que requiere un conocimiento específico de esta para su manejo, aspecto que ha sido analizado por varias entidades dentro de las que se encuentra el Consejo de seguridad de Estados Unidos, que en el año 2018 identificó que *10.000 personas murieron en los últimos quince años en los lugares de trabajo de construcción en los Estados Unidos, que fue el mayor número de muertes entre las muertes en todo tipo de industrias por encima de este período de tiempo. La misma tendencia se observó en otros países también. La situación es aún peor en los países en desarrollo, las estadísticas precisas son difíciles de obtener, ya que el subregistro es común, sin embargo, se estima que alrededor de 60,000 personas mueren cada año en obras de construcción en todo el mundo y los niveles de lesiones son igualmente altos.*

En la investigación realizada por (Santiago, 2018) denominada valores éticos enfocados en el ámbito de la obra civil, se aborda la ética desde 5 principios fundamentales.

Tabla 2. Valores Éticos

Principio	Descripción
Responsabilidad	Es la capacidad de asumir las consecuencias de nuestros actos en el cumplimiento de los compromisos adquiridos personalmente y de grupos.
Transparencia	Es la total “claridad y limpieza” de nuestra manera de ser y la

Principio	Descripción
	expresión máxima de nitidez en nuestro proceder.
Integridad	Está intrínseco con el grado de valor que se otorga a la honestidad, el respeto y la transparencia en el actuar profesional.
Honestidad	Es la más grande virtud que los militantes deben expresar en acciones de honradez, rectitud, transparencia y coherencia entre lo que se piensa, se dice y se hace
Respeto	Se basa en donde la convivencia en armonía radica fundamentalmente en el reconocimiento de los derechos, opiniones y diferencias de las demás personas sin importar su posición ideológica o estatus.

Tomada de (Santiago, 2018)

En un primer momento las obras civiles iniciaron como un acto de confianza entre el contratante y el contratista, en el cual el contrato era de palabra, sin embargo en la actualidad la globalización ha incidido en la manera de contratación y ha generado una estructura planteada en la ley de la oferta y la demanda que busca contar con mayores posibilidades.

En la ingeniería civil se cuenta con múltiples factores que pueden ser afectados por la ética dentro de los que se encuentra:

Tabla 3. Factores aceptados por la ética

Factores	Situaciones presentadas
Materiales	Los materiales son susceptibles de riesgos ya que es uno de los factores en los que se puede afectar ya que se puede generar una disminución de la calidad de los materiales durante los procesos constructivos.
Talento Humano	Esta es una de las industrias que a veces conlleva a generar trabajo de manera informal, sin aseguramiento en salud, sin condiciones de seguridad en el trabajo; otro aspecto es el no contar con los implementos para trabajo de alto riesgo como es el que se hace en alturas.
Diseños	En ocasiones, a pesar de contar con una normativa vigente definida para cada tipo de construcción, se desvían los diseños iniciales, se toman decisiones que van en contra de norma, ya sea por falta de tiempo en los proyectos o en búsqueda de una ganancia económica.

“construcción del autor”, Basada en (Mulino de Ramos, 2021).

Vale la pena resaltar el Código de la ética de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, el cual se transcribe:

CÓDIGO DE ÉTICA DE LA SCI

1. *Ejercer la profesión con responsabilidad, en el ámbito personal, en sus relaciones gremiales y con sus colegas, buscando la seguridad, el progreso y bienestar de la población, así como la conservación del medio ambiente y su desarrollo sostenible.*

2. *Ser justo, realista y objetivo en las relaciones con sus clientes, empleadores,*

colegas y subalternos; y actuar con integridad e imparcialidad. Ser prudente en sus declaraciones y demás actuaciones tanto públicas como privadas.

3. *Mantener y mejorar su competencia técnica, y sólo realizar trabajos para los que esté adecuadamente calificado. Trabajar basado en sus méritos, buscando acrecentar su prestigio, dignidad y buen nombre.*

4. *Proceder con honestidad en la crítica de los trabajos técnicos y exponer con claridad los problemas y sus posibles consecuencias. Reconocer y corregir errores. Respetar la propiedad intelectual y el trabajo de terceros.*

5. *Rechazar prácticas de competencia desleal o remuneraciones distintas a los honorarios pactados; y jamás afectar la reputación de los colegas o el buen nombre de la ingeniería.*

6. *Evitar conflictos de intereses reales o percibidos, y si existieran, advertirlos a las partes afectadas.*

7. *Denunciar cualquier forma de corrupción o práctica ilegal en el ejercicio de su profesión.*

El PMI cuenta con cuatro (4) grandes pilares en su manual de ética, 1) Responsabilidad del gestor de proyectos, 2) Respeto en Project Management, 3) Equidad dentro del código ético del PMI, 4) La honestidad en Dirección de Proyectos. Es así como desde hace unos años se viene buscando estandarizar las prácticas en las diferentes fases de proyectos, en procura de minimizar los riesgos, minimizar sobrecostos, y de alguna manera obligar a los profesionales a ceñirse a los planes escritos, a los registros y seguir el paso a paso planificado, de igual forma se buscan metodologías ágiles, que aseguren los resultados deseados, de manera oportuna y a unos costos

asociados razonables, sin demeritar la calidad de los productos o servicios ofertados.

Desde la gestión de proyectos se ha identificado que la competitividad en los mercados según lo exponen Mishra, Dangayach y Mittal (2011) y Kliksberg (2013). “Lo cual ha generado presiones para dar cumplimiento a los proyectos a nivel económico, el tiempo estipulado y calidad dejando de lado el impacto a largo plazo del proyecto y sus efectos sociales y ambientales. Esta visión a corto plazo y enfocada en criterios de lucro, ha provocado la utilización de prácticas poco éticas que se han traducido en corrupción, violación de la ley y afectaciones negativas a la sociedad”.

En este sentido, Helgadóttir (2008) propone que la educación para gerentes debe dar un vuelco, debido a que en la realidad de los tiempos modernos obliga a que los directores de proyectos además de ser personas bien educadas y con habilidades de gestión sean capaces de debatir las cuestiones éticas propias de su campo profesional. Es así como este mismo autor, establece que la educación de gestión de proyectos debe incorporar el pensamiento creativo, pensamiento lógico y el pensamiento ético dentro de los planes de estudio.

El trabajo de Loo (2002), presenta los resultados de la elaboración de una medida multidimensional para los dilemas éticos y la toma de decisiones en la gestión de proyectos. Este investigador desarrolló tres escenarios que representan dilemas éticos que se pueden presentar de forma realista en las fases de planificación, ejecución y terminación de los proyectos. Sus resultados son validados en directores de proyectos y concluyen en la justicia como valor predominante en la toma de decisiones y el egoísmo como un valor negativo presente en el análisis de los escenarios presentados.

A nivel mundial, en los años recientes se tienen algunos casos identificados de desplome de edificio, tendientes a concluir que, adicional a factores técnicos, la falta de ética ha influido en

su caída.

A continuación, se mencionan casos de desplomes de obras a nivel internacional que son referente en este tipo de tragedias:

El 11 de noviembre de 2021, en la ciudad de Lagos, Nigeria se derrumbó un bloque de pisos de gran altura. Estaba en proceso de construcción y se determinó que se estaban construyendo más pisos de lo autorizado. 22 personas murieron. (Mayeni Jones, 2021).

Otro caso muy similar ocurrió el 24 de abril de 2013, en la ciudad de Daca, Capital de Bangladés, un edificio de 8 pisos que albergaba un cinco (5) fábricas de ropa que operaban de forma ilegal, se desploma, fallecieron 1134 personas. (Farid Ahmed, 2013). En el edificio se identificó una patología estructural importante, unas grietas en el piso siete (7) de la edificación, fue advertido inclusive en la televisión local, similar al caso del edificio Space, desafortunadamente, los dueños de las fábricas de ropa del lugar desatendieron las advertencias y no hubo desalojo de este, provocando la caída súbita con la pérdida de vidas humanas y miles de heridos, más de la mitad de las víctimas fueron mujeres, junto con sus hijos. (EP Madrid, 2013) “El propietario del edificio, Sohel Rana, quien se encuentra detenido, reconoció la semana pasada que construyó de forma ilegal los tres plantas superiores del mismo, ya que solo tenía permiso para seis”; El propietario del edificio, junto con uno de los ingenieros constructores, fueron quienes garantizaron a los dueños de las fábricas que el edificio no tenía problemas con las grietas encontradas. Adicional a lo anterior, el ministro del Interior del país, Muhiuddin Khan Alamgir, afirmó que “el edificio no fue construido de acuerdo con las normas y reglamentos de seguridad”. (Farid Ahmed, 2013). Luego de algunas investigaciones preliminares se determina que las causas del probable colapso fueron: a cuatro generadores situados en el techo del inmueble, a la maquinaria industrial usada en su interior y la baja calidad de los materiales del edificio

(EFE/Eldiario.es, 2013). Podemos inferir que el uso final de la edificación no correspondía al uso de diseño. Sumado a baja calidad constructiva, reconocida por los mismos ingenieros constructores, la ilegalidad en la construcción de plantas adicionales, el noveno piso estaba en construcción. Caso similar al Space.

¿Que se pierde cuando un edificio colapsa por falta de ética?... va más allá de la pérdida y afectación económica, se afectan los sueños de las personas que invirtieron los ahorros de su trabajo, los sueños e ilusiones de comunidades y no se observan condenas ejemplares para los constructores y la población afectada queda a la deriva. Además, se presenta una afectación ambiental a nivel de fuentes hídricas, del suelo, y material particulado que afecta la flora y fauna locales y que repercute en la salud de la población, y por último se han presentado pérdidas de vidas humanas durante los colapsos de obras civiles analizadas.

Diseño y Planeación.

¿Que se requiere para diseñar y construir un edificio? En Colombia la normatividad para responder esta pregunta es muy clara, existe un Código de construcciones, la norma Sismo resistente expedida en 1998, reglamentada por la ley 400 de 1997, y con actualización a la NSR-10, la cual asegura, que si se construye de tal forma cualquier edificación, esta es capaz de resistir un sismo que es la fuerza más fuerte e inesperada que puede afectar una edificación, adicional a resistencia por diversos factores climáticos como vientos huracanados, salinidad en el ambiente, corrosión, entre otros, tal como lo cita el numeral **A.1.2.2.2 de la NSR-10** *“Una edificación diseñada siguiendo los requisitos de este Reglamento, debe ser capaz de resistir, además de las fuerzas que le impone su uso, temblores de poca intensidad sin daño, temblores moderados sin daño estructural, pero posiblemente con algún daño a los elementos no estructurales y un temblor*

fuerte con daños a elementos estructurales y no estructurales pero sin colapso”.

Este Código Colombiano garantiza también que, si una edificación es construida para un uso específico, esta debe resistir los embates del tiempo y ocurrencias de sismos, cada construcción debe responder según diseño a este uso específico, y el cambio de uso específico puede afectar la durabilidad o estabilidad de la edificación, ejemplos de esto es una vivienda construida para un número determinado de personas, unas cargas de ocupación, al cambiar su uso a un colegio, o bodega, los pesos de uso cambian, en estos casos específicos aumenta y por lo tanto la estabilidad de la edificación puede verse afectada considerablemente, no es lo mismo considerar un peso de 15 personas, muebles y enseres, al peso de 70 personas en un colegio o discoteca, o el peso de equipos de maquinaria para confección que pesan mucho más que los enseres típicos de una vivienda, que son las consideraciones que tiene un diseñador en sus cálculos. De igual forma la Norma Colombiana de diseño de puentes delimita los alcances del diseño de puentes, su uso y cargas máximas permitidas, de igual forma evalúa los efectos que puede provocar un sismo en la estructura.

Cuando hablamos de un diseño, podemos definir claramente cinco (5) momentos: Identificación de la necesidad, Diseño conceptual, Diseño preliminar, Diseño detallado, Diseño solución final (Chaur Bernal, 2005); en lo que a diseño de infraestructura se puede complementar de la siguiente forma: inicia con la escogencia del lugar, orientación y luego de manera general pasa a contemplar lo necesario para que lo construido ofrezca un alto grado seguridad y protección para quienes lo habitaran. (Krauskopf, 2004)

En términos generales, el proceso de diseño de un proyecto de infraestructura puede constar de forma genera de las siguientes etapas definidas:

- Desarrollo de un programa arquitectónico.

- Desarrollo del anteproyecto, ubicación, costos, tiempos.
- Desarrollo del diseño, Ingeniería de detalle.
- Selección del grupo de construcción, riesgos, legalidad, finanzas.
- Desarrollo de la construcción.

En Colombia, para que un diseño sea apto para construir edificaciones, según la norma sismo resistente, es de obligatorio cumplimiento el TÍTULO A — “Requisitos genera y 2 de la Norma Colombiana de diseño de puentes.

A.1.2.2 — OBJETO — El presente Reglamento de Construcciones Sismo Resistentes, NSR-10, tiene por objeto:

A.1.2.2.1 — Reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos. (Ministerio de Vivienda, 2017).

El diseño de edificaciones y puentes a lo largo de los años va cambiando, en relación con la aplicación de los sistemas emergentes, pero las teorías de materiales, de diseño, son las mismas, en Colombia hay un gran número de diseñadores estructurales muy conocidos de forma internacional, comenzado por el Ingeniero Guillermo Gonzalez Zuleta, ganador de varios premios colombianos y diseñador de la mayoría de estadios en Colombia, que por su particular forma, ovalada, le han hecho merecedor de fama internacional, la Sociedad Colombiana de Ingenieros creó el premio a su nombre y año tras año reciben este premio los ingenieros civiles reconocidos por su amplia trayectoria en el diseño de estructuras de edificios y puentes; otro ingeniero civil contemporáneo es el ingeniero es Luis Guillermo Aycardi, quien junto con sus hijos Luis Enrique y Roberto, han realizado una gran cantidad de diseños estructurales, siendo de referencia reputacional entre el gremio.

Para el diseño estructural de vivienda, se cuenta con el Título E, de la NSR-10, Casas de

uno y dos pisos, adicionalmente, por medio de la Ley 1796 de 2016 (Ley de Vivienda Segura), creada posterior al año de la caída del edificio Space, se establecieron los siguientes aspectos fundamentales:

1. Revisión independiente a los diseños estructurales.
2. Supervisión Técnica Independiente.
3. Eliminación de excepciones para no revisar o supervisar proyectos.
4. Certificado Técnico de Ocupación.
5. Fortalecimiento del régimen de las responsabilidades profesionales que participan en el proceso constructivo.
6. Amparo de perjuicios patrimoniales a los compradores de vivienda.

Lo mencionado anteriormente nos plantea dos importantes preguntas: ¿Que es diseño? ¿Y cómo se aborda el diseño en la construcción de obras civiles? De acuerdo con (Salamanca Correa, 2066) los ingenieros diseñadores de estructuras de concreto lo realizan bajo el entendido del conocimiento de los materiales y fórmulas aplicadas producto de su vasta experiencia en el campo del diseño, de hecho en la ley 400 de 1997, en su capítulo II del título VI, se establecen responsabilidades a los diseñadores y condiciones, será un ingeniero civil que deberá acreditar estudios de posgrado o experiencia mayor de cinco (5) años en área de estructuras. (AIS, 1997) y en todo caso: *“deberán tener matrícula profesional y acreditar ante la “Comisión asesora permanente para el régimen de Construcciones Sismo Resistentes” los requisitos de experiencia e idoneidad.”*

¿Porque las edificaciones son diseñadas y construidas para soportar sismos?

Los sismos son una fuerza natural que afecta las edificaciones en formas inesperadas, y por ello genera una dificultad mayor al momento del proceso del diseño. El papel del diseñador

estructural es salvar todas estas dificultades para garantizar que la edificación diseñada, ante la ocurrencia de un sismo, no se va a caer, y en caso de afectarse, esta sea menor y en cualquier caso que no se genere la pérdida de vidas humanas, el objetivo es siempre diseñar para salvar vidas y afectar de la menor manera posible las edificaciones. (BLANCO, 2012). Se aborda desde la perspectiva de que las edificaciones tienen una estructura antisísmica y aunque no es un evento certero, está calculado, pero que colapse una edificación por deficiencias propias de su construcción no es algo que se espera.

Para el caso de puentes se tiene la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP14, del año 2015.

Para el caso de la planeación, se cuenta con la estructura organizativa de cada una de las empresas que tiene a su cargo la construcción y su verificación a través de las empresas interventorías cuando aplique, y lo regulado por ley 80 de 1993, lo que nos demuestra que el diseño y construcción están normados; adicionalmente se presenta un trabajo fundamentado desde la base académica que se identifica en los programas académicos de las universidades, en donde se incluyen materias como procesos constructivos, programación y presupuesto, evaluación y administración de proyectos, programación control y mantenimiento de obras formulación y evaluación de proyectos administración y control de construcción, entre otros, en los cuales efectivamente se enseña los procesos constructivos desde la planeación y formulación de un proyecto, adicional al sin número de programas de postgrados en áreas como la administración y control gerencial de obras.

En la contratación de las obras debe regir unos principios tales como la planeación de obras, según los artículos de la constitución Numero 209, 339 y 341, y aplica tanto a contratos privados como contratos públicos.

Sin embargo, como ya he mencionado, en las obras de construcción en ocasiones no se respeta este principio de planeación, sino que, con el ánimo en su mayoría de lucro desmedido, se realizan construcciones rápidas, se saltan los procedimientos constructivos malas prácticas con el objetivo de cumplir tiempos y cumplir metas económicas.

Una mirada rápida al PMBOK, y tendremos todo lo concerniente a planeación en proyectos, es el alma del PMBOK, porcas empresas de construcción en Colombia han adaptado la guía para realizar el gerenciamiento de proyecto, la planeación y su ejecución.

Ejecución

La ejecución obras civiles tiene un inicio variado en los proyectos, depende del tipo de obras, la magnitud, su programación etapas, entre otras; puede iniciar una vez son concluidos los diseños, o en algunos casos parcialmente concluidos. En contratación pública inicia cuando se ha firmado y perfeccionado el contrato mediante acta de inicio, suscripción de garantías, entre otras actividades contractuales.

La planeación según los teóricos debería abarcar el 90% del tiempo del proyecto y la ejecución el 10%, tal como se evidencia en la guía PMBOK, la cual contiene toda la guía para la planeación de los proyectos ahora la ejecución que se rige a los documentos base del PMBOK.

Durante la ejecución de los proyectos es donde ocurre la máxima inversión de los recursos del proyecto, es en la etapa en donde se pueden ver materializados los riesgos contemplados en la etapa de planeación, se impacta de forma significativa la región en la cual se ejecuta, pues se mueven materiales locales, recurso humano, se ofrece gran cantidad de empleo formal e informal, se fraguan expectativas y sueños; es espacio para aprendizaje pero no para equivocaciones, los gerentes de proyecto y directores deben ser profesionales calificados con amplia experiencia que

garantice que precisamente que no se materialicen los riesgos, y también que puedan evidenciar y mitigar nuevos riesgos, minimiza costos si es posible sin detrimento de la calidad del los productos ejecutados.

Afectación socioambiental de las construcciones

Desde la génesis el progreso en la infraestructura tiene como objetivo el mejoramiento en la calidad de vida y el desarrollo económico como es referido en el Manual de gestión socioambiental para obras en construcción, se cuenta con el análisis de tres casos que permiten contar con perspectivas diferentes dada la naturaleza de cada una de las obras de infraestructura abordadas, sin embargo cuentan con aspectos en común de los actores involucrados que van desde los constructores a la comunidad beneficiada.

Por lo cual, se ha generado un proceso normativo desde el enfoque socio ambiental que permite realizar seguimiento y monitoreo que permita mitigar el riesgo aplicando los procesos de gestión ambiental y hace referencia al conjunto de acciones y mecanismos que tiene la administración para que se haga un uso sostenible de los recursos naturales en las zonas urbanas y periféricas aledañas con las que se interrelacionan. Dentro de la gestión ambiental se debe tener en cuenta las relaciones entre las áreas naturales y urbanas y de igual forma cómo se equilibran. También atiende las necesidades de los países y sus objetivos de desarrollo, como explicaba Serrano en publicaciones actuales. Sin embargo, como cualquier gestión, puede hacerse de forma eficaz o no, de acuerdo con las metas que se deseen lograr.

Normatividad Ambiental en Colombia

Para la normativa vigente para la construcción en el ámbito ambiental, las empresas colombianas deben cumplir con lo determinado en las siguientes normas para mitigar y prevenir los impactos ambientales de la construcción de un proyecto:

Tabla 4. Normatividad ambiental en Colombia

TIPO DE MANEJO AMBIENTAL	NORMAS VIGENTES
Control de emisiones atmosféricas	<p>Decreto 948/1995. Min. Ambiente. Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.</p> <p>Resolución 0610/2010. Modifica la Resolución 601 de 2006 por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia, respecto de algunas definiciones, los niveles máximos permisibles para contaminantes criterio, niveles máximos permisibles para contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos y umbrales para las principales sustancias generadoras de olores ofensivos, procedimientos de medición de la calidad del aire, mediciones de calidad del aire por las autoridades ambientales, declaración de los niveles de prevención, alerta y emergencia por contaminación del aire.</p>

TIPO DE MANEJO AMBIENTAL	NORMAS VIGENTES
	<p>Ley 769/2002. Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones.</p> <p>Resolución 627/2008. Min. Ambiente. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.</p> <p>Resolución 910/2008. Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones.</p> <p>Resolución 909/2008. Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.</p>
Uso y almacenamiento adecuado de materiales de construcción	<p>Resolución 2400/1979. Min. Trabajo. Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.</p> <p>Decreto 1521/1998. Min. Minas. por el cual se reglamenta el almacenamiento, manejo, transporte y distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo, para estaciones de servicio.</p>

TIPO DE MANEJO AMBIENTAL	NORMAS VIGENTES
	<p>Resolución 2309/1986. Min. Salud. Por la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del [Título III de la Parte 4a. del Libro 1° del Decreto-Ley N. 2811 de 1974] y de los [Títulos I, III y XI de la Ley 09 de 1979], en cuanto a Residuos Especiales.</p> <p>Resolución 541/1994. Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación</p>
Protección del suelo	<p>Resolución 541/1994. Min. Ambiente. Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación</p> <p>Decreto 948/1995. Min. Ambiente. Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la</p>

TIPO DE MANEJO AMBIENTAL	NORMAS VIGENTES
	<p>prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.</p> <p>Resolución 2400/1979. Min. Trabajo. Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.</p> <p>Resolución 2413/1979. Min. Trabajo. Por la cual se dicta el Reglamento de Higiene y Seguridad para la Industria de la Construcción</p>
Manejo de sustancias químicas peligrosas	<p>Decreto Nacional 1609/2002. El presente decreto tiene por objeto establecer los requisitos técnicos y de seguridad para el manejo y transporte de mercancías peligrosas por carretera en vehículos automotores en todo el territorio nacional.</p> <p>Decreto 1973/1995. Promulga el Convenio 170 sobre la Seguridad en la utilización de los productos químicos en el trabajo, adoptado por la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo el 25 de junio de 1990.</p>

TIPO DE MANEJO AMBIENTAL	NORMAS VIGENTES
	<p>Ley 55/1993. Por medio de la cual se aprueba el "Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1990.</p> <p>Ley 1196/2008. por medio de la cual se aprueba el “Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.</p> <p>Decreto 1469/2009. Por el cual se reglamentan las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas.</p> <p>NTC 1692 Resolución 2309/1986. NTC 1692 Resolución 2309/1986</p> <p>Decreto 1521/1998. por el cual se reglamenta el almacenamiento, manejo, transporte y distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo, para estaciones de servicio.</p>
Manejo de maquinaria, vehículos y equipo en obra	<p>Decreto Nacional 948/1995. Prohibición de generación de ruido.</p> <p>Prohíbese la generación de ruido que traspase los límites de una propiedad, en contravención de los estándares permisibles de</p>

TIPO DE MANEJO AMBIENTAL	NORMAS VIGENTES
	<p>presión sonora o dentro de los horarios fijados por las normas respectivas.</p> <p>Decreto Nacional 1552/2000. Se prohíben las emisiones visibles de contaminantes en vehículos activados por diésel (ACPM), que presenten una opacidad superior a la establecida en las normas de emisión.</p> <p>Ley 769/2002. Min. Transporte. Le corresponde al Ministerio de Transporte como autoridad suprema de tránsito definir, orientar, vigilar e inspeccionar la ejecución de la política nacional en materia de tránsito.</p> <p>Decreto 1609/2002. Min. Transporte. Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.</p> <p>Decreto 174/2001. por el cual se reglamenta el Servicio Público de Transporte Terrestre Automotor Especial.</p> <p>Ley 1383/2010. Por la cual se reforma la Ley 769 de 2002 - Código Nacional de Tránsito, y se dictan otras disposiciones.</p>

“construcción del autor”

Como país se cuenta con normatividad vigente para la protección del medio ambiente y la mitigación de la afectaciones ambiental y sociales, dentro de los que se cuenta con el Manual de gestión socioambiental para obras en construcción mediante de la ciudad de Medellín, el cual se genera una tipificación de las obras que ayuda a determinar el impacto ambiental o la alteración que estas generan a los recursos naturales en tres (3) categorías que se presenta a continuación (Medellín, 2010)

Proyectos tipo I, entre otros:

- Construcción y ampliación de vías como viaductos, autopistas urbanas y vías arterias principales.
- Construcción de elementos del sistema integrado de transporte masivo.
- Construcción de obras y equipamiento de alcance metropolitano.
- Construcción de intercambios viales a nivel o desnivel.
- Canalizaciones con longitudes mayores a 400 metros
- Construcción de terminales de buses.
- Construcción de obras como complejos habitacionales de más de 300 unidades, parques de bodegas, centros industriales, comerciales o de servicios, con un área construida total superior a 2 000 m² y/o que impliquen la tala de más de 50 árboles mayores de 1 metro a la altura del pecho y/o un movimiento de tierra de más de 50 000 m³.
- Cualquier construcción que genere inestabilidad de laderas o incremente riesgos de avenidas torrenciales.
- Cualquier construcción cuya ejecución se extienda en el tiempo por más de 6 meses.

Proyectos tipo II:

Proyectos de impacto moderado cuya afectación no trasciende el área de influencia directa.

Se consideran proyectos Tipo II, entre otros: (Medellín, 2010)

- Adecuación y mantenimiento de elementos del sistema integrado de transporte masivo.
- Construcción de puentes peatonales, plazas, plazoletas, parques, senderos lineales, senderos ecológicos, vías peatonales y zonas de esparcimiento, recreación y de uso comunitario.
- Construcción de escenarios deportivos, placas polideportivas y canchas de alcance zonal. Construcción de ciclorrutas y alamedas.
- Construcción, restauración o mantenimiento de edificios públicos cuya destinación es diferente a vivienda de interés social
- Construcción de vías arterias menores y vías colectoras, mantenimiento de autopistas urbanas y vías arterias principales; construcción o mantenimiento de andenes, cordones y separadores viales; mantenimiento de puentes vehiculares e intercambio de vías a nivel o desnivel.
- Construcción de estructuras de contención y estabilización de taludes en zonas inestables y orillas de quebradas.
- Construcción o mantenimiento de box Colbert, acueductos, alcantarillados y demás obras de drenaje de aguas corrientes o de aguas lluvias y de escorrentía.
- Cualquier obra lineal que implique rotura de pavimentos.
- Construcción de obras como complejos habitacionales, parques de bodegas, centros industriales, comerciales o de servicios, con un área construida entre 300 y 2 000 m², donde no se talen más de 50 árboles ni se hagan movimientos de tierra de más de 50 000m³.

Proyectos Tipo III:

Por su bajo impacto sólo deben adoptar los requerimientos mínimos de buenas prácticas de manejo ambiental y social. Se consideran proyectos Tipo III, entre otros:

- Poda y corte de árboles, así como el mantenimiento de zonas verdes públicas.
- Cerramientos de escenarios deportivos, culturales y edificaciones.
- Construcción de gradas en escenarios deportivos y culturales, en parques.
- Instalación de señalización.
- Parche o mantenimientos puntuales de vías.
- Mantenimiento de áreas de espacio público e instalación y mantenimiento del mobiliario urbano como semáforos, paraderos de buses, sillas, bancas, canecas, rampas de acceso para minusválidos, etc.
- Construcción e instalación de barandas y barandillas en puentes, senderos, vías peatonales, vías vehiculares, etc.
- Construcción de viviendas individuales o cualquier otro tipo de edificio con un área construida menor de 300m².
- Reformas o adiciones a edificaciones con un área intervenida inferior a 300 m².

Durante los procesos constructivos de edificaciones, se hace importante revisar los impactos causados por las obras dentro de las que se encuentran alteraciones físicas y químicas en el suelo, la contaminación que se puede causar a las fuentes hídricas por los insumos utilizados en la obra, otra de las contaminaciones que puede darse es la asociada a las emisiones de sonido por la maquinaria que es utilizada, sumado a esto se cuenta con emisiones de material particulado que

puede afectar la salud respiratoria de los habitantes de la zona que también pueden estar asociado a los residuos sólidos y líquidos generados.

Algunos autores han realizado el análisis del impacto ambiental de los megaproyectos entre ellos el investigador Rodolfo García al analizar tres (3) proyectos dentro de los que se encuentra el puente Chirajara abordado en tesis doctoral del 2016 en la cual refirió que una de las mayores falencias del sistema es que se privilegia la opinión de los expertos que hacen parte de la minoría y de las entidades que licitan dejando de lado la opinión de actores externos.

Dentro de los análisis que se hacen con relación al puente Chirajara refiere la necesidad de la comunidad de este proyecto y cómo esto afectó a un departamento completo y afectó el ambiente ya que se debió realizar de nuevo el proceso constructivo; dentro de las conclusiones el autor refiere 2 importantes que aportan a la mejora en la planificación estructuración ambiental.

La primera implica promover censos ambientales nacionales de obligatoria adopción por parte de todos los actores que pretendan promover iniciativas en el país, con el fin de evitar las dificultades de información limitada de quienes participan en el proceso de evaluación ambiental tanto interna como externa a las firmas promotoras. "De esta manera, todos sabrían qué hay en el medioambiente." (Rodolfo García Sierra, 2018).

La segunda consiste en trasladar la responsabilidad de los estudios de impacto ambiental de las firmas promotoras a interesados independientes como la academia, para lograr la autonomía de los expertos respecto al diseño y planeación de los proyectos. Así se hace en Chile, donde los estudios de impacto ambiental son elaborados por universidades reconocidas que no pueden ser contratadas por las empresas interesadas. Las compañías aportan recursos a un fondo público responsable de contratar a las instituciones educativas. "De esta manera, se evita la tendencia a privilegiar medidas de mitigación y compensación sobre las de cancelación de megaproyectos."

(Rodolfo García Sierra, 2018).

Análisis afectación socioambiental caso Chirajara

Teniendo en cuenta la importancia del manejo ambiental en los proyectos de construcción se aborda el caso del desplome del Puente Chirajara en la doble calzada El Tablón - Chirajara, en los Departamentos de Cundinamarca y Meta, desde las afectaciones de la construcción del proyecto y posterior desplome al medio ambiente y la comunidad.

Ocurrido el 15 de enero de 2018, uno de los pilares principales de la estructura falló, a tan solo 20 días de su inauguración, dejando a su paso el colapso y el fallecimiento de nueve (9) trabajadores.

El proyecto contaba con la licencia ambiental inicial 0081 del 16 de enero de 2010, y se ubica el proyecto sobre la cordillera oriental colombiana, uniendo las dos orillas del puente del río Negro, constaba de dos pilares en forma de diamante de 110 metros de altura cada uno, que sostenían los torones de acero del futuro puente atirantado.

El desplome de una edificación pertenece a los riesgos imprevisibles de un proyecto de construcción, no se puede medir el riesgo y la afectación ambiental ni parcial ni total de un colapso de una edificación; en los proyectos de gran envergadura como este, se debe contar con licencia ambiental, según la resolución 2820 del 2010, en su artículo 7, proyectos de red vial nacional, que incluyen plan de gestión ambiental y planes de mitigación de riesgo el cual involucra el tema ambiental durante los procesos constructivos, que buscan compensar los daños que se causen al ambiente en cada etapa constructiva del proyecto, pero en ellos no se prevén riesgos por desplomes o fatalidades durante la construcción de los mismos.

Sin embargo, es necesario que las constructoras, y quienes gerencian los proyectos

permiten que en estos planes y licencias se contemplen estas imprevisiones y con ello se estudien planes de emergencia y de acción frente a estos riesgos imprevisibles.

Los daños causados por un desplome de una edificación difícilmente se pueden mitigar durante su ocurrencia y posteriormente, pero podrían integrarse a los planes ya mencionados como la probable ocurrencia de un desmantelamiento o el mismo desplome.

En materia ambiental existe el principio de precaución, el cual parte de los supuestos riesgo e incertidumbre, los cuales invitan a planear las consecuencias negativas que puede tener una determinada actividad o conjunto de ellas, tanto para la salud como para el medio ambiente, por lo tanto, en la estructuración de los proyectos se debe prever, planear los daños irreversibles que pueda tener la construcción de un proyecto, ya sea que lleven a un colapso o a un desmantelamiento.

De igual forma el principio de prevención, en materia medio ambiental, permite tomar las medidas necesarias y anticiparse a las consecuencias medioambientales de los daños por colapso o desmantelamiento de una edificación. Sin embargo para un constructor o una promotora de proyecto, permitir prever el colapso es pensarse que su diseño presenta fallas y se contempla la posibilidad de un daño en la estructura, caso tal no ocurre cuando se tiene la certeza de contar con diseñadores que cuentan con licencias vigentes nacionales, revisiones por la autoridades competentes, y en el Caso del Edificio Space, se contaba con la participación de profesionales de una vasta trayectoria y reconocimiento a nivel nacional , y en el caso Chirajara, el diseño del tramo que incluía el puente ganó el premio Nacional de Ingeniería en 2010, dado por la Sociedad Colombiana de Ingeniería, lo cual no daría lugar a sospechas o dudas en cuanto a sus diseños y por lo tanto no se contemplan daños medioambientales por un posible colapso total o parcial.

Por medio de las licencias ambientales, reglamentadas mediante el Decreto Ley 2811 de

1974, y reguladas en el artículo 50 de la Ley 99 de 1993 y en el Decreto 2041 de 2014, se busca que estos principios en materia medio ambiental se plasmen en los proyectos y se ejecuten en las fases del proyecto, en las licencias ambientales se debe discriminar la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada.

De otro lado, la gestión medioambiental de un proyecto, se considera un requisito indispensable pero onerosa en los proyectos, es considerada una limitante, y no se asignan los recursos correspondientes lo cual no permite fortalecer la actuación medioambiental, puede que se tengan los permisos ambientales, planes, estudio, pero muchas veces quedan en el papel y su aplicabilidad real en obra es muy escasa.

Hay desconocimiento por parte de los ejecutores de la importancia del tema ambiental, los estudios son deficientes y no pasan de ser solamente requisitos por cumplir.

Componente social

En el capítulo 8 del estudio de impacto ambiental complementario a la licencia ambiental principal de este proyecto, la Numero 243 de 2016, se contempló el componente de la afectación social del proyecto, en este capítulo se presentó la evaluación de impactos sociales, desde el punto de vista de cambio de la movilidad en la vía. En este estudio se presentó una tabla comparativa de la situación actual sin proyecto y la situación futura con proyecto; se analizaron las variables: impacto que lo genera, cómo impacta el medio ambiente, su valoración relativa, y comparación de resultados.

En esta tabla se contempla la situación cambiante tanto para los vehículos que se desplazan por la vía, transportadores y turistas principalmente, como para los peatones que circulan y la atraviesan sobre todo en las zonas escolares.

Análisis afectación socioambiental caso Blas de Lezo

En el caso del edificio Blas de Lezo, no se contaba con permisos o licencias de construcción, los diseños eran incipientes, realizados por un estudiante de Ingeniería civil y no fueron revisados por ninguna entidad legal territorial, no se tuvo planes de emergencia, de mitigación de riesgo.

Esta obra de vivienda, no se encontraba sujeta a una licencia ambiental, por no ser un proyecto numerado en los artículos No 8 y 9 del decreto 2820 de 2010, vigente para la fecha de la construcción y posterior desplome del edificio, sin embargo, cómo mínimo en el ámbito ambiental, debería contar con Plan de Manejo Ambiental (PMA), y lo exigido por el Establecimiento Público ambiental (EPA) de la ciudad de Cartagena, el cuál es la máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, programa de manejo de materiales y elementos de construcción. (CARTAGENA, 2015).

En la ciudad de Cartagena existe la *guía para la elaboración del programa de: manejo de materiales y elementos de construcción, para todo aquel que genere RCD*, aplicable al a construcción del edificio Blas de Lezo, esta guía es del año 2015, dos (2) años antes del desplome de la edificación, por lo tanto, la obra ya debía contar con los debidos Programa de Manejo de Materiales y Residuos de Construcción y fichas de manejo ambiental. Se presume que la generación y disposición de residuos durante la construcción se hizo de manera irregular.

Componente social

Dentro del Plan Distrital de Gestión del riesgo Nacional de la UNGRD, para las ciudades, se tiene identificados los escenarios de riesgo de los municipios de Colombia, se caracterizan escenarios, factores, causas, tipo y nivel de daños que se pueden presentar. Se tiene un objetivo específico: Monitoreo de procesos sociales y naturales. (...) 5. “*Analizar la vulnerabilidad física y estimar el riesgo de las infraestructuras urbanas, edificaciones esenciales y líneas vitales*”. (“El componente general de los planes de ordenamiento territorial”) (DESASTRES, 2022). Evidentemente este manual no se tuvo en cuenta en el proyecto de construcción del edificio Blas de Lezo, no se contemplaron los riesgos asociados a no contar con una licencia de construcción, al no tener unos diseños estructurales aprobados y ni siquiera conservar unas buenas prácticas constructivas apresurando los procedimientos hasta que finalmente se llegó al Colapso del edificio, llevando como consecuencias 21 obreros muertos que dejan a este número de familias afectadas de manera económica y emocional y 22 lesionados.

Análisis afectación socioambiental caso Space

Esta obra de vivienda, al igual que el caso anterior no se encontraba sujeta a la obtención de una licencia ambiental, por no ser un proyecto numerado en los artículos No 8 y 9 del decreto 2820 de 2010, vigente también para la fecha de la construcción y posterior desplome del edificio, sin embargo, cómo mínimo en el ámbito ambiental, debería contar con Plan de Manejo Ambiental (PMA); En Medellín se cuenta con el Área metropolitana del valle del Aburrá quien actúa como autoridad de transporte público metropolitano y autoridad ambiental urbana. Esta entidad a su vez a emitido el *Manual de gestión socioambiental para obras en construcción* (Aburrá, 2010), del año 2010, vigente para la fecha de construcción y posterior desplome del edificio, el cual contiene los siguientes capítulos:

Programa para el manejo de residuos.

Control de emisiones atmosféricas.

Uso y almacenamiento adecuado de materiales de construcción.

Protección del suelo – prevención de procesos erosivos y control sobre la escorrentía.

Prevención de la contaminación de cuerpos de agua y redes de servicios públicos.

Manejo de la vegetación, la fauna y el paisaje

Manejo del tránsito.

Salud ocupacional.

Adecuación de campamentos.

Manejo de contingencias.

Gestión social.

Y a su vez manual para la presentación de plan de acción socio ambiental:

Capítulo I. Esquema de Gestión

Capítulo II. Plan de implementación de las medidas socioambientales

Capítulo III. Plan de acción socioambiental de Obra

Capítulo IV. Plan de Manejo de Tránsito

Capítulo V. Plan de Manejo silvicultural y paisajístico

Es importante destacar que este manual contempla el plan de manejo de contingencias y enumera las contingencias más comunes dentro de una obra, lamentablemente no se contempla nunca el desplome de este; es importante considerar el desplome del edificio, ya sea por causas como el sismo, o eventos externos, dentro de la matriz de riesgos del proyecto.

En el desplome del edificio Space, no se tiene información sobre los planes de carácter ambiental durante su construcción, ni evidencia que se considerase el desplome como un factor a tener en cuenta en panoramas de riesgos; en la etapa en la que se cuenta con documentación registrada, es en la etapa de la implosión de las torres 1 a 5, la cual fue ejecutada por la empresa Atila Demoliciones, ubicada en Cali, fue la empresa seleccionada por Constructora Lérica CDO para realizar la implosión de las torres.

Durante el proceso de implosión se debió radicar las debidas licencias ante el área metropolitana del Valle de Aburrá. Estas licencias se tramitaron para un único día, el de la implosión la cual dura solamente 7 segundos, donde garantizaron que no habría afectación ambiental ninguna, pese a la gran cantidad de material particulado que expele una demolición de un edificio, adicional del ruido y las vibraciones del caso.

Se calcularon 7.500 m³ de escombros. En cuanto a la fauna del área de afectación se debió ahuyentar con sistemas lumínicos y sonoros 4 días antes del día de la implosión. Se reubicaron zonas de anidación en el área. El municipio dispuso dos unidades de rescate animal y la Unidad de Emergencias ambientales.

Gráfica 4 Análisis de palabras identificadas en el proceso investigativo



Fuente: Creación propia

Casos

Se plantea el análisis a profundidad de tres (3) de casos de proyectos de obras de infraestructura que han colapsado por motivos diferentes a sismo, como es el caso del desplome del edificio Space en Medellín, el edificio Blas de Lezo en Cartagena y el desplome del puente Chirajara en la vía al Llano.

A nivel nacional se presentan obras inconclusas, debidamente liquidadas, pero sin cumplirse su objetivo contractual convirtiéndose en elefantes blancos, muchas veces amparándose en el desequilibrio económico. Si los funcionarios de las entidades estatales, así como empleados de empresa privada, tuvieran conocimiento responsable de la normativa del país, junto con el marco legal que acompaña la construcción, y se aplicará el principio de planeación se podrían

evitar la pérdida en pleitos legales, obras inconclusas, y en este caso de estudio, vidas humanas, de otro lado el beneficio a la comunidad y generación un mayor desarrollo en infraestructura, económico y social.

Se han generado análisis de investigadores como Rodolfo García Sierra de la Universidad Nacional de que está pasando con los megaproyectos y desastres ambientales que se han presentado.

Caso Space.

El edificio Space, famoso por el colapso de una de sus torres dejando a su paso en esta tragedia 12 personas fallecidas, y cerca de 30 heridos. Ubicado en la Carrera 24D # 10E – 120, en un exclusivo sector de la ciudad de Medellín, fue construido entre los años 2006 a 2013; esta construcción estuvo a cargo de la constructora Lérida CDO, cuyo director es el exgobernador de Antioquia y expresidente de la Sociedad Antioqueña de Ingenieros Álvaro Villegas, y su gerente es el señor Pablo Villegas; tuvo una interventoría externa inicial en sus fases 1 y 2 por FCR Francisco Correa y CIA LTDA; El edificio constaba de 6 torres de 161 apartamentos, su diseño arquitectónico estuvo a cargo del arquitecto Laureano Forero, de la Firma Laureano Forero & CIA LTDA, el diseño de la estructura a cargo del ingeniero estructural y empresario Jorge de Jesús Aristizábal Ochoa, dueño de varias empresas, entre ellas Halcones de San Diego S.A, graduado de la Universidad Nacional en 1976, como diseñador estructural realizó un número importante de diseños para varias de las empresas constructoras pertenecientes al grupo CDO; el geotecnista del proyecto fue el ingeniero Bernardo Vieco, de la firma Vieco Ingeniería de suelos, y como parte de la ejecución de obra estuvo la Ingeniera María Cecilia Posada, directora de obra del edificio Space.

Gráfica 5 Fotografía de desplome torre 6 edificio Space Medellín



Fuente: Revista Semana (enero 2018)

El revisor inicial del proyecto fue el ingeniero Edgar Mauricio Ardila Vélez, quien certificó que los diseños cumplían a cabalidad los lineamientos de la Norma Sismo resistente (NSR-98), él era empleado del Ingeniero calculista Aristizábal desde el año 2003. El curador del proyecto fue Carlos Alberto Ruiz, quien había exonerado a la firma CDO de contar con supervisión técnica desde el 19 de diciembre de 2007 hasta el 31 de julio de 2013, por supuesta calidad y control en los diseños y su vasta experiencia. Por lo tanto, la Curaduría dio por revisado los diseños, y así no habría forma de advertir las fallas que llevaron el edificio al colapso.

El edificio fue concebido inicialmente como edificio de 2 torres de 15 pisos, con el tiempo se modificó a un solo edificio dividido en 6 etapas, y así se diseñó y construyó. De altura variable, la primera torre en 8 pisos y 3 sótanos hasta la torre 6 de 24 pisos y 5 sótanos. Cabe anotar que el diseño primario de torre 6 fue de 22 pisos y fueron construidos 26, el edificio completo tenía construidos 161 apartamentos, en la torre 6 alojaba a 22 familias que fueron desalojadas el día de la tragedia.

Día del colapso. La noche del 12 de octubre de 2013.

En esta tragedia perecieron 12 personas, 10 trabajadores del incipiente reforzamiento estructural que se estaba llevando a cabo, 1 residente de la torre y un vigilante de esta y cerca de 30 personas más resultaron heridas. (FRANCO, 2013).

- Murió el joven Esteban Cantor, estudiante de comunicación social de 23 años, único fallecido que era habitante del edificio.

- Jaime Botero Botero, técnico electricista, trabajador de la constructora.
- Juan Carlos Botero Botero, Ingeniero trabajador de la constructora.
- Andrés Ricardo Castañeda, soldador trabajador de la constructora.
- James Andrés Arango Pulgarín, soldador trabajador de la constructora.
- Wbeimar Contreras, Vigilante del edificio.
- Iván Darío González Álvarez, soldador trabajador de la constructora.
- Diego Hernández Ceballos, trabajador de la constructora.
- Álvaro José Bolívar Cañola, trabajador de la constructora.
- Luis Alfonso Marín, trabajador de la constructora.
- Albeiro Antonio Alcaraz, trabajador de la constructora.
- Jesús Adrián Colorado, trabajador de la constructora.

Solamente 10 días después del colapso, el 23 de octubre de 2013, se terminó el rescate de los cuerpos de las víctimas.

Antecedentes al día del colapso.

En mayo de 2012 se comenzaron a generar deflexiones excesivas en las placas de entresijos, y se detectan asentamientos no normales en los ejes R3 y S3.

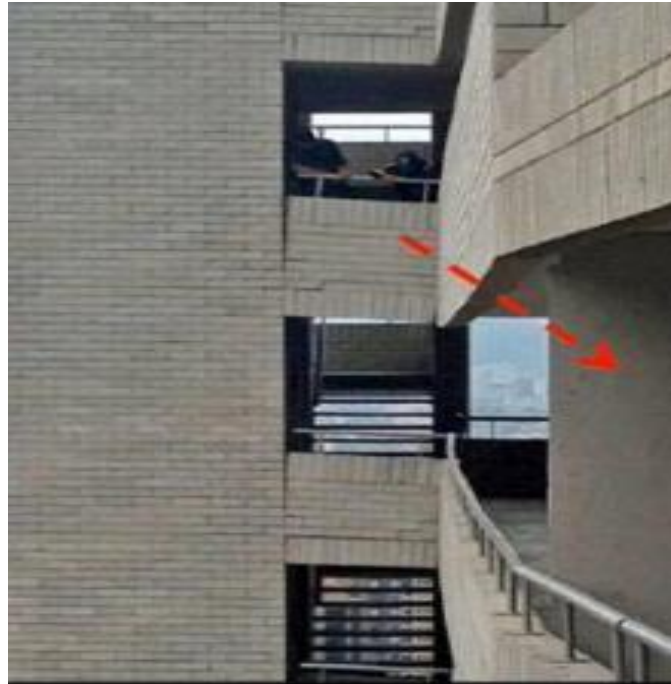
Gráfica 6 Fotografía de las deflexiones de las placas del edificio Space



Tomada de: <https://www.facebook.com/ElColombiano/posts/529830203773690/>

En agosto de 2012, los muros divisorios de mampostería de concreto de la torre 6 comienzan a soportar las cargas de los pisos superiores, y al no ser diseñados para soportar cargas, sino que solamente son divisorios, comienzan a fallar, a deformarse en conjunto. El 2 de febrero de 2013, se identifica un asentamiento excesivo en los ejes Q3, R3, S3 y S5.

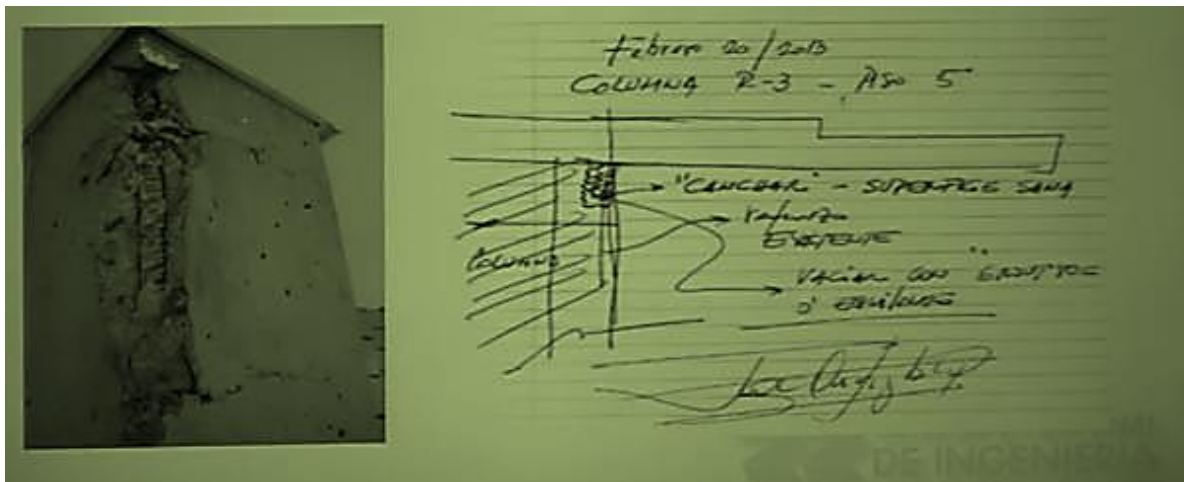
Gráfica 7 Fotografía de la reparación de la R3 del piso 5 de la torre 6 del edificio Space



Fuente: Jaime Suarez Díaz. Geotecnología SAS. Sociedad Colombiana de Geotecnia

El 20 febrero de 2013 a las 2:00 am falló a compresión en el piso 5 la columna “R3”. La cual solamente fue reparada, como se puede ver en lo anotado en la bitácora del proyecto; firmado por el calculista Aristizábal, 8 meses antes de la tragedia. Se reparo antes de ser habitada la torre.

Gráfica 8 Fotografía de la bitácora del calculista del edificio Space a cerca de la columna R3



Fuente: presentación del 33 congreso nacional de ingeniería. SCI

Esta columna comenzaba a presentar fallas por los asentamientos excesivos que venía

presentando el edificio.

En agosto de 2013 se inicia construcción de pilas muletas en pila del eje S3, que detienen momentáneamente los asentamientos excesivos, generando así una tranquilidad en los constructores.

Gráfica 9 Imagen del comunicado de la constructora CDO previo al colapso



Fuente: Comunicado de CDO horas previas al colapso (12 de octubre de 2013).

11 de octubre de 2013, falla la columna del eje S3 en el 4 piso, ante lo cual la constructora

emite un comunicado.

12 se octubre de 2013, el edificio colapsa.

Gráfica 10 Fotografía del colapso del edificio Space donde se identifica la falla en la Columna R3



Fuente: Revista semana.2018

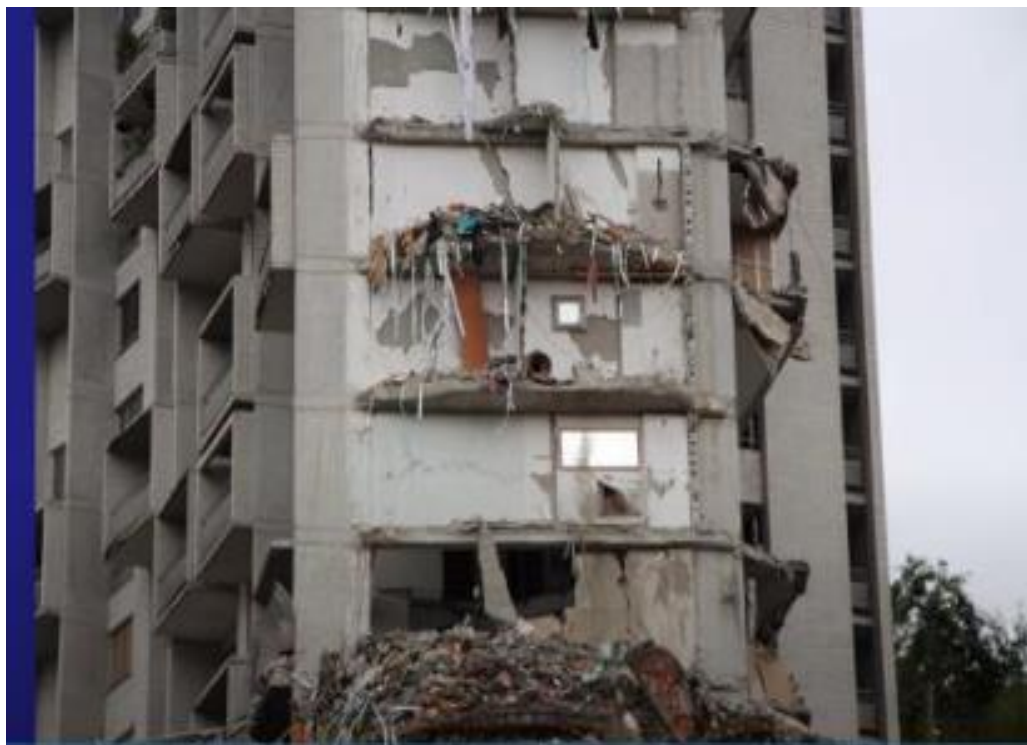
Uno de los análisis posteriores al colapso demostró que uno de los pilotes del edificio (eje R3) no se cimentó sobre el suelo correspondiente, sino sobre menos profundidad que la solicitada por el geotecnista (Vieco Ingeniería de Suelos); se fundió en concreto uno de los pilotes o caisson a menor profundidad de diseño y sobre suelo no apto o resistente, lo cual llevó a asentamientos importantes sobre este mismo eje. Esta situación era conocida por la directora de obra del proyecto y el calculista, ingeniero Aristizábal, lo cual se determinó como un error importante durante la ejecución de la obra, fue una decisión tomada en la ejecución de obra, sin consultar con el geotecnista, el Ingeniero Bernardo Vieco. Se comenzaron a presentar asentamientos atípicos en

ese eje. Se construyeron dos pilotes adicionales a los lados del pilote afectado, a manera de muletas, así frenaron los asentamientos, sin embargo este antecedente, esta situación a su vez desencadenó en que se redistribuyeran las fuerzas del edificio sobre las demás columnas y muros divisorios y, como las columnas no fueron diseñadas para soportar su propio peso, como tampoco los muros divisorios, falla el día 12 de octubre de 2013 la columna S3 en el 4 piso, (las columnas se reforzaron en su construcción en la torre 6 hasta el 4 piso, en adelante se continuó con el diseño original), y luego de este falló, al pretender realizarle una reparación o refuerzo, retirando muros divisorios adyacentes a la columna fallada para poner unos parales de carga, muros que estaban ayudando a soportar las cargas del edificio, y al quedar la solamente la columna fallada soportando el peso de la edificación, como no tenía capacidad para soportarlo, colapsa.

Luego del colapso, tres meses después, según los resultados del estudio realizado por la Universidad de los Andes y a cargo del ingeniero Eduardo Valencia, quienes hicieron los análisis de terreno pertinente y llegaron a la conclusión de que la torre 5 habría sufrido estructuralmente, y debía demolerse, como medida preventiva previo a un probable desplome debido a la incapacidad de soportar su propio peso y el daño sufrido durante el colapso de la torre 6, es decir, por causa del colapso de la torre 6, primero porque actuaban como un solo edificio, y segundo al momento del desplome, las columnas y en general la estructura de concreto golpeó la estructura de la torre 5, y debido también a las condiciones de desnivel presentes en el terreno, podría hacer que el resto de la estructura colapse completamente; por lo tanto, esta torre 5, tuvo que ser contenida con concreto lanzado para las labores de rescate y luego demolerse. (Andes, 2014)

El 27 de febrero del 2014, se procedió a demoler la torre 5. Pero no fue sino hasta septiembre de ese año que la edificación no fue derrumbada por completo.

Gráfica 11 Fotografía de la torre 5 y afectaciones tras el desplome



Fuente: INFORME FINAL - FASE III. UNIANDES (Noviembre 2014)

Como parte de las investigaciones realizadas alrededor de este caso, la Alcaldía de Medellín, mediante contrato de consultoría 4600051633 DE 2013, contrató a la Universidad de Los ÁNDES, para realizar: “*CONSULTORÍA Y ASESORÍA TÉCNICA A LA ALCALDIA DE MEDELLIN EN EL CASO DEL COLAPSO DEL EDIFICIO SPACE EN MEDELLÍN Y SOBRE EL ESTADO Y SEGURIDAD DE OTRAS EDIFICACIONES EN LA CIUDAD*” como resultado de esta consultoría se presentó un Informe final en 3 fases, (Universidad de los Andes, 2014).

El análisis realizado por la Universidad de los Andes demostró que si se hubiese cumplido el diseño estructural con los requisitos mínimos de las NSR-98 y NSR-10, correspondientes a la capacidad axial de carga, las columnas habrían tenido la capacidad de resistir las cargas axiales asociadas, aun teniendo la situación ocurrida de los asentamientos diferenciales registrados en las Columnas ejes S3 y R3.

Consecuencias previas al colapso:

- Se generaron deflexiones excesivas debidas a la falta de rigidez, detectadas en mayo de 2012.
- Para nivelar las deflexiones excesivas de las placas de entrepiso se cargaron con peso no controlado, haciendo rellenos de construcción con icopor, generando sobrecargas.
- Comienzan a fallar las columnas en entrepisos.
- Se presentan numerosas fallas, tipo deflexiones, desprendimientos, en mampostería, placas de entrepiso, alineamientos en corredores.

Según el informe presentado por la Universidad de los Andes la conclusión del desplome de la torre 6 se debió a lo siguiente:

“La causa primaria o principal del colapso del edificio SPACE se encuentra en la falta de capacidad estructural de las columnas principales de la edificación para resistir las cargas actuantes debidas al peso propio de la estructura y a las cargas de servicio impuestas. En particular las columnas de los ejes R-3 y S-3 presentaron cargas actuantes que superaron sus capacidades en puntos críticos por lo cual estas presentaron falla estructural por compresión los días 20 de febrero de 2013 y 11 de octubre de 2013, esta última un día antes del colapso de la edificación. La falta de capacidad estructural está asociada a la deficiencia en el dimensionamiento y diseño de los elementos estructurales principales (columnas, vigas y placas). Hay evidencia de que el edificio adolecía de problemas y patologías estructurales internas en los meses y días previos al colapso los cuales incluyen fisuras y grietas en muros divisorios de mampostería, deflexiones verticales excesivas en las placas de entrepiso y fallas estructurales en al menos dos columnas principales de la edificación”, (Andes, 2014).

Gráfica 12 Fotografía de las columnas las cuales fueron una de las causas del desplome



Fuente: INFORME FINAL - FASE III. UNIANDES (Noviembre 20114)

A juicio de los especialistas y expertos de la Universidad de los Andes, la estructura del edificio SPACE, de haberse diseñado cumpliendo la totalidad de los requisitos aplicables de la Ley 400 de 1997 y sus Decretos Reglamentarios (NSR-98), la Etapa 6 no hubiese presentado el colapso que presentó en las condiciones impuestas. (Andes, 2014).

Luego del informe realizado por la Universidad de los Andes, y como conclusión principal

se llegó a que el edificio no cumplía con norma sismorresistente, y no era capaz de soportar su propio peso, se tomó la determinación de demoler las torres 1 a 4. Inicialmente se contempló la idea de hacer un reforzamiento estructural a las torres, se realizaron modelos y la misma constructora quiso realizar este reforzamiento, pero la alcaldía de Medellín tomó la decisión de demolerlas por seguridad de sus habitantes. El 23 de septiembre del año 2014 las cuatro (4) torres que quedaban en pie fueron demolidas tras un proceso de implosión. Se utilizaron 200 kilos de explosivo Indugel y 3.000 metros de cordón detonante.

De acuerdo con las investigaciones realizadas por los entes de control, el suelo no se encontraba apto para soportar la carga de esta edificación, según lo encontrado durante las excavaciones había nivel freático alto y suelos arenosos inestables, por esta razón se recomendó en los estudios de suelos cimentar los pilotes a una profundidad de 21 metros y no entre 13 y 18, como se hizo los pilotes que fallaron.

La constructora Lérica CDO les devolvió el dinero a los propietarios de la torre seis. Según el informe pericial realizado por la firma Ingeniería Sísmica y Estructural SAS, entregado el 1 de septiembre de 2014 se concluyó lo siguiente:

- "Un diseño estructural inadecuado y violatorio de los principios mínimos de comportamiento estructural que se establecen en la legislación de sismo resistencia nacional.

- El diseño estructural de la edificación desconoce y trasgrede los aspectos fundamentales del ordenamiento legal vigente que regula el diseño y c ...

- No se realizó la revisión de las memorias y planos estructurales ordenada por la ley, y si se realizó, se hizo de una manera negligente y superficial, ya que permitió la aprobación de un proyecto estructural que es trasgresor de los elementos fundamentales establecidos por el ordenamiento jurídico legalmente vigente en el país.

-Las bajas resistencias de hormigón usado en la obra en elementos primordiales del sistema de carga vertical contribuyeron a acelerar el mecanismo de colapso progresivo de la edificación.

-Es negligente la respuesta del diseñador estructural ante los avisos de sobre esfuerzos que presentaba la edificación.

-No existió supervisión técnica adecuada del proyecto para los productos de este accionar irracional y temerario y más elementales de comportamiento, diseño estructural con trasgresiones y desconocimiento reiterativo al ordenamiento legal vigente.” (Isaza, 2014).

Lo anterior coincide completamente con el informe entregado por la Universidad de los Andes.

Sanciones.

Como parte de las investigaciones realizadas al caso, La fiscalía junto con un grupo de 3 fiscales, 1 arquitecto y 3 agentes del CTI, y contrató una investigación independiente con la una firma de ingenieros de Armenia, Ingeniería Sísmica y Estructural SAS, liderada por el ingeniero Leonardo Cano Saldaña, fruto de esta investigación la Fiscalía imputó cargos por el delito de homicidio culposo a Pablo Villegas Mesa, al ingeniero Jorge de Jesús Aristizábal, a la ingeniera directora de obra María Cecilia Posada Grisales, la curadora y curador segundo de Medellín Eliney Francis Llanos y Carlos Alberto Ruíz Arango y adicionalmente se impuso prohibiciones para el ejercicio de la profesión así: para la ingeniera María Cecilia Posada Grisales, de 54 meses; Villegas Mesa, de 73 meses; y del ingeniero Jorge Aristizábal Ochoa, de 75 meses. Se otorgó el beneficio de prisión domiciliaria, previo pago de lo causado. (“En firme sentencia contra directivos de Lérica CDO por desplome del ...”) (Fiscalía, 2018).

Para el caso de los trabajadores y el vigilante.

La investigación por los homicidios realizada por la fiscalía por la muerte de 7 trabajadores víctimas mortales, la cual precluyó según el Juzgado Octavo Penal Municipal de Medellín, con funciones de conocimiento, precluyó en favor de los directivos de la constructora Lérica CDO el en septiembre del 2014, luego de que la constructora y sus familias firmaran acuerdos de indemnización de manera integral por la firma constructora.

En el caso del Joven Cantor, hubo condena.

En enero de 2018 El Juzgado Primero Penal del Circuito de Medellín (Antioquia) mediante sentencia No 018-2018, condenó a los exdirectivos de la constructora Lérica CDO por el homicidio culposo del joven Juan Esteban Cantor, estudiante de comunicación social de 23 años, que ocurrió por el desplome de una de las torres del Space (Colpresna, 2017). "En ese momento el juzgado condenó a 50 meses de prisión al entonces representante legal de la constructora Lérica CDO - constructora del Space- Pablo Villegas Mesa; a 51 meses al ingeniero calculista Jesús Aristizábal Ochoa, y a 49 meses a la directora de obras, María Cecilia Posada Grisales." ("Corte absuelve de homicidio a exdirectivos de la ... - El Universal") Se concedió el beneficio de prisión domiciliaria. (FRANCO, 2013).

Gráfica 13 Fotografía de la sentencia por la muerte de Juan Cantor en el desplome del Space

SENTENCIA No. 018 – 2018

Radicado: 05-001-60-00206-2013-54138

PROCESANTES: PABLO VILLEGAS MESA
 MARÍA CECILIA POSADA GRISALES
 JORGE DE JESÚS ARISTIZÁBAL OCHOA
 DELITO: HOMICIDIO CULPOSO
 DECISIÓN: CONFIRMA Y MODIFICA CONDENA
 GRUPO: JUZGADO PRIMERO PENAL DEL CIRCUITO DE MEDELLÍN
 EL PONENTE: HENRIQUE JURRITO AMIRANDA BACERRA

(Aprobado mediante Acto Nro. 34)

(Sesión del 28 de junio de 2018)

Medellín, once (11) de julio de dos mil dieciocho (2018). Fecha lectura de fallo.

I. VISTOS

Se resuelve el recurso de apelación presentado por la defensa de los acusados, en contra de la sentencia condenatoria N° 018 proferida el 18 de enero de 2018 por el **JUEZ PRIMERO PENAL DEL CIRCUITO DE MEDELLÍN**, dictada en contra de los ciudadanos **PABLO VILLEGAS MESA, MARÍA CECILIA POSADA GRISALES y JORGE DE JESÚS ARISTIZÁBAL OCHOA**, a quienes se les declaró penalmente

MARÍA CECILIA POSADA GRISALES a la pena principal de **CUARENTA Y NUEVE (49) MESES DE PRISIÓN**, igual término de **INHABILITACIÓN PARA EL EJERCICIO DE DERECHOS Y FUNCIONES PÚBLICAS**, multa de **MULTA DE CUARENTA Y CINCO (45) salarios mínimos legales mensuales vigentes** para el año 2013, y la pena accesorio de **INHABILITACIÓN PARA EJERCER LA ACTIVIDAD PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN DE CINCUENTA Y CUATRO (54) MESES** por ser hallada penalmente responsable en calidad de coautor del delito de **HOMICIDIO CULPOSO**, de conformidad con el artículo 109 del Código Penal.

JORGE DE JESÚS ARISTIZÁBAL OCHOA a la pena principal de **CINCUENTA (50) MESES DE PRISIÓN**, igual término de **INHABILITACIÓN PARA EL EJERCICIO DE DERECHOS Y FUNCIONES PÚBLICAS**, multa de **MULTA DE CINCUENTA (50) salarios mínimos legales mensuales vigentes** para el año 2013, y la pena accesorio de **INHABILITACIÓN PARA EJERCER LA ACTIVIDAD PROFESIONAL DE DISEÑO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS DE SETENTA Y TRES (73) MESES** por ser hallado penalmente responsable en calidad de coautor del delito de **HOMICIDIO CULPOSO**, de conformidad con el artículo 109 del Código Penal.

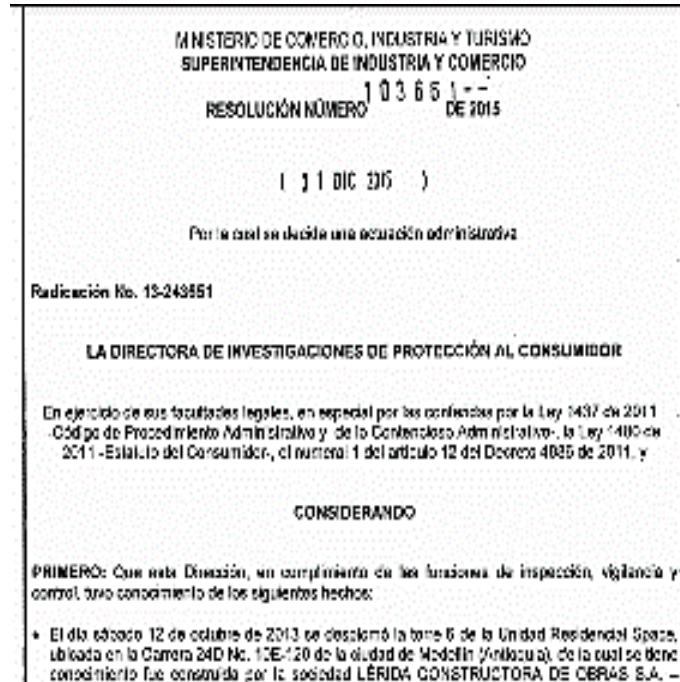
Respecto de la causa de la falla en la torre, señaló que se encontraba previsto que el defecto que ocasionó el derrumbe de la misma fue un error ostensible en el cálculo estructural, basado en la baja resistencia de los concretos, de ahí que los columnas de la edificación no tenían la capacidad suficiente para resistir las cargas verticales, así como tampoco podían soportar las cargas horizontales. Evidenciándose, luego del análisis estructural señalado en la legislación para determinar estas cargas (C.L.O. 5 de la norma NSR 98 y NSR 10), que en la mayoría de las columnas del edificio hubo una omisión de la normalidad en un 200%, lo que significa que la estructura sólo podía resistir 7 veces, muy contrario a los 26 pisos que contaba, así como 2 subtramos de pernoseros. Sustenta que se confirmó que la verdadera capacidad de la estructura era de trescientos sesenta y cinco punto tres (365.3) toneladas, cuando se transmitía una carga de quinientos dos (502), y que debían ser diseñadas para soportar mil dieciséis (1.166) toneladas, es decir que la edificación no estaba en condiciones de mantenerse firme, cuando su propia pena superaba su capacidad de resistencia, lo que sustenta la causa de su caída sin necesidad de presentarse factores externos.

Fuente: Sala penal Tribunal Medellín, 2018.

En el 2018 la Sala Penal del Tribunal Superior de Medellín, en segunda instancia, ratificó la condena contra Pablo Villegas, representante legal de Lérida; Jorge Aristizábal, ingeniero calculista; y María Cecilia Posada, directora de la obra; por homicidio culposo. El gerente de la firma CDO, Pablo Villegas fue condenado.

Adicionalmente la constructora tuvo las siguientes sanciones:

Gráfica 14 Fotografía de la sentencia a los profesionales involucrados en el desplome del edificio Space



PERSONAS JURÍDICAS SANCIONADAS			
No.	INVESTIGADO	PROYECTO INMOBILIARIO	MULTA IMPUESTA
1	LERIDA CDO S.A. (en liquidación judicial)	SPACE	\$ 708.785.000.00
2	ALSACIA CDO S.A. (con reorganización empresarial)	ASENSI CONTINENTAL TOWERS	\$ 1.288.700.000.00
3	CALANAR CDO S.A.S. (con reorganización empresarial)	ASENSI CONTINENTAL TOWERS	\$ 644.350.000.00
4	VIFASA CDO S.A.S. (con reorganización empresarial)	COLORES DE ALASANIA	\$ 1.288.700.000.00
PERSONAS NATURALES SANCIONADAS			
No.	SANCIONADO	MULTA IMPUESTA	
1	MARIA CECILIA POSADA CRISALES	\$ 96.652.500.00	
2	JORGE DE JESUS ARISTIZÁBAL OCIOCA	\$ 126.070.000.00	
TOTAL SANCIONES PERSONAS JURÍDICAS Y PERSONAS NATURALES			\$4.166.007.000.00

Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio

Fuente: Ministerio de Comercio y Turismo, 2015.

El 24 de agosto de 2019, 6 años después, Los directivos fueron absueltos por la Corte Suprema de justicia después de verificar que fueron indemnizadas la totalidad de las víctimas, incluida la familia de Juan esteban Cantor, y se ordena su libertad.

El Consejo Profesional Nacional de Ingeniería – COPNIA – realizó una investigación independiente, a los profesionales ingenieros involucrados en el diseño y construcción del edificio, la cual tuvo las siguientes sanciones en segunda instancia: sancionó el 18 de abril de 2017 con la cancelación de la matrícula profesional a los ingenieros a Jorge de Jesús Aristizábal Ochoa y Edgar Mauricio Ardila Vélez, en su calidad de Diseñador y Revisor Estructural del proyecto, es decir que los ingenieros no podrán volver a ejercer la profesión, mientras que los directores del Grupo CDO quedan sancionados por 22 y 20 meses respectivamente.

- Diseñador estructural (Jorge Aristizábal): Cancelación de la matrícula profesional de por vida.
- Revisor estructural (Edgar Ardila): Se canceló la matrícula profesional.
- Constructores del edificio (María Cecilia Posada y Pablo Villegas): Se suspende la matrícula profesional entre 20 y 22 meses.
- Estudio de suelos (Bernardo Vieco): Se suspende la matrícula profesional por 6 meses.

Al Curador, la Fiscalía acusó por prevaricato por acción en concurso homogéneo y sucesivo.

Gráfica 15 Fotografía del comunicado de las sanciones a los diseñadores del edificio Space



Fuente: COPNIA – SCI (abril 2017)

Conclusiones del Caso Space

En los informes realizados se detectaron más de 6.000 errores, tanto de diseño como de construcción, aquí los más relevantes en forma general:

- No se respetó la NSR-98, ley 400 de 1997.
- No se usó el método de cálculo adecuado.

- Deficiencia en materiales constructivos.
- La capacidad a carga axial de las columnas no era suficiente. Solo resistían el 33% de lo requerido. En dimensiones tampoco cumplía norma y en refuerzo tampoco.
- Los núcleos de concreto no daban las resistencias de diseño, estaban por debajo.
- No se respetó tampoco el diseño estructural, ni recomendaciones de cimentación.
- El revisor y el supervisor técnico deben ser independientes, tal como reza la Ley 1796 del 2016, los decretos 945 y 1203 del 2017 y las resoluciones 462, 463 y 0017 del 2017: *“Un ente realmente independiente debe gestionar la asignación de los revisores, supervisores y curadores por reparto y con toda transparencia (...). Su gestión no debe limitarse al registro de profesionales encargado al Consejo Profesional Nacional de Ingeniería (COPNIA), ya que se requiere el mecanismo de transparencia y aseguramiento descrito que excede el objetivo de un simple registro”*. (“Ajustes al construir vivienda, pide Sociedad Colombiana de ... - El Tiempo”)

Con la normatividad vigente, las empresas constructoras y el promotoras de proyecto son quienes escogen tanto al diseñador, a la curaduría urbana, al constructor, al supervisor técnico independiente, al comprador e incluso puede escoger la forma de otorgar las garantías (bancarias, pólizas, fiducias). En la práctica, el promotor tiene la libertad de buscar “ahorros” incluso en los honorarios de quienes controlan la calidad de sus diseños y construcción, como son el revisor y el supervisor y a su vez escoge quien le diseñará y le construirá el proyecto; es decir, juez y parte, lo cual elimina el propósito de la norma, mediante la cual el Estado pretende delegar el control independiente, pero en forma ineficaz, sin que pueda (ni tenga sentido) eximirse de su responsabilidad. (Ingenieros S. C., 2019).

Caso Blas de Lezo.

El pasado 27 de abril de 2017, siendo las 10:10 a.m. colapsó la obra de la edificación situada a 3 cuadras de la avenida Kennedy en el barrio popular de Cartagena Blas de Lezo, construido en el sector Plan 400, el edificio Portales de Blas de Lezo II, Manzana 8 lote 22, dejando a su paso 22 víctimas fatales fallecidos y 21 trabajadores heridos. Este se trató de una edificación construida de forma ilegal. Edificio “Portales de Blas de Lezo II” (MADARIAGA SUAREZ, 2019).

Gráfica 16 Fotografía de la construcción del edificio Blas de Lezo



Fuente: Laotracara.com (abril 2017)

Antecedentes al día del Colapso

Esta obra inicia su construcción en octubre del 2016, el lote es de 340 metros cuadrados y 16 metros de frente. La obra, al momento del desplome, contaba con la terminación previa de 24 apartamentos

Desarrolladores de la obra: constructora de los hermanos Quiroz

Interventores de la obra: Secretaria Distrital y Curaduría de Cartagena

- Ingeniero geotecnista, Modesto Barrios Fontalvo
- Curaduría Urbana, Zoila Salinas de Olivo
- Alcalde de Cartagena, Manuel Vicente Duque

Gráfica 17 Fotografía de boletín de la unidad de gestión del riesgo sobre la situación presentada.



Fuente: UNGRD (2018)

Ingenieros estructurales de la Gobernación de Bolívar trabajaron para establecer el motivo del desplome del edificio (““Construcción que se desplomó en Cartagena era ilegal”: Curador”)

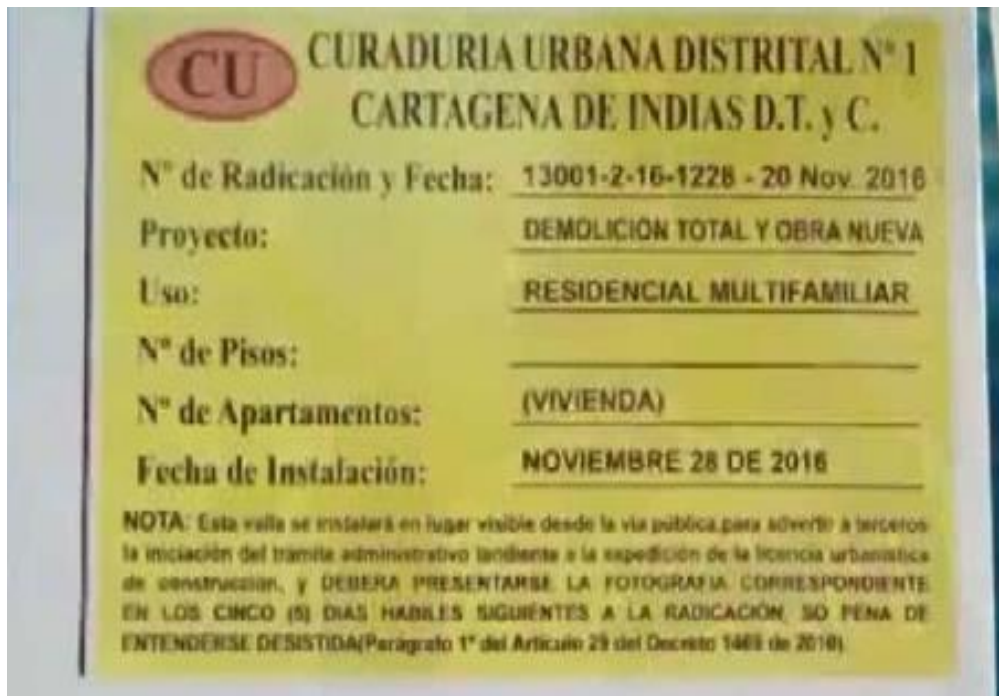
Visita de Inspección técnica de Gestión del Riesgo de Desastre efectuada el día 27 de abril de 2017, Iniciaron la determinación de varias cosas: el edificio fue diseñado inicialmente para 4 pisos y se construyeron 6, adicionalmente, se intentó construir un sótano, lo cual ayudó a socavar la cimentación y el desplome del edificio (MADARIAGA SUAREZ, 2019).

Irregularidades

Entre las irregularidades en las que habrían incurrido los constructores está la de haber fijado una valla informando sobre la obra en construcción con base en una licencia falsa y en un terreno inadecuado para ejecutar la obra, pues el lote es de sólo 340 metros y el curador afirmó que la norma del POT vigente establece que debe ser de 480 metros cuadrados con 16 metros de frente. Adicionalmente se determinó que hubo improvisación en la construcción, falta de estudio de suelos adecuado, incumplimiento al POT, a las NSR-10, uso de menores cantidades de materiales constructivos, y procesos constructivos inadecuados, (Gutierrez, 2018).

Además, en ese barrio y para el lote con la descripción legal, sólo se pueden construir edificios de cuatro pisos, y el Blas de Lezo II ya tenía construido un quinto y una especie de terraza, es decir seis pisos.

Gráfica 18 Fotografía del cartel de la curaduría con las falencias de información



Fuente: Revista Metro (28 de abril de 2017)

La norma urbanística del Distrito de Cartagena, para el barrio Blas de Lezo, lugar donde se estaba construyendo el edificio Portales de Blas de Lezo II, tiene clasificación de RESIDENCIAS TIPO B, es decir se pueden construir edificaciones unifamiliares, bifamiliares, y multifamiliares, esta última con un frente mínimo de 16 metros lineales de frente o 480 metros cuadrados y una altura máxima de cuatro (4) pisos, según el Mapa Interactivo digital de asuntos del Suelo de Cartagena, (Planeación, 2001).

Patología Estructural

Luego del desplome del edificio Portales de Blas de Lezo II, La alcaldía contrató a Universidad de Cartagena, para la realización de un estudio de patología y vulnerabilidad estructural a los edificios construidos por la Wilfran Enrique Quiroz Ruiz, propietario de la constructora Quiroz, estudios iniciados con la patología a los escombros de la edificación

colapsada y arrojó conclusiones como Incumplimiento del Reglamento Colombiano de Sismo resistencia explicadas de esta manera:

- Las cantidades de materiales no correspondían a los requerimientos al tipo de obra.
- Las columnas no tenían la sección adecuada en el marco de la NSR 10, no presentan estribos de refuerzo con el diámetro estipulado y todas se encuentran sobre esforzadas ante sollicitaciones sísmicas

- La resistencia de las mezclas de concreto no cumplía con consistencia necesarias para la edificación como arena, gravilla y cemento. (Gutierrez, 2018) De acuerdo con los ensayos sobre los elementos estructurales de la edificación, la estructura no cumple con el reglamento NSR-10, donde se establece que el concreto debe presentar una resistencia mínima de 17 Mpa.

- Zapatas sobre esforzadas. Los cimientos se encuentran sobre esforzados ante cargas verticales y sollicitaciones sísmicas

- Gran parte de las viguetas no cumplen las sollicitaciones a carga vertical
- Los elementos de borde no cumplen las fuerzas torsionales.
- La estructura en general es muy poco rígida
- Los índices de derivas superan los límites establecidos en el reglamento NSR-10
- La placa de entrepiso no cumple con los requerimientos mínimos establecidos en cuanto a área de acero

- Las especificaciones de construcciones mínimas para este tipo de obras no fueron tenidas en cuenta curadores urbanos, inspectores de policía, notarios y funcionarios públicos se prestan para ejecución de obras ilegales en gran parte de la ciudad.

La Alcaldía de Cartagena contrató los nuevos estudios patológicos a los 16 edificios construidos de manera irregular por la familia Quiroz, que ordenó un juez de control de garantías

tras las dudas que generó un informe de la Universidad de Cartagena en el que se advertía un supuesto riesgo inminente de colapso.

Gráfica 19 Informe de la universidad de Cartagena sobre las fallencias de la obra Blas de Lezo



Fuente: Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias (Septiembre 2017)

Arnoldo Berrocal, jefe del Departamento de estructuras de la Universidad de Cartagena explicó que 7 edificaciones eran más vulnerables, y que en las demás no se recomendaba que habitaran personas, mientras que en otras 6 debían ser evacuadas para su reforzamiento, pero que nunca se había propuesto su demolición, como lo anunció la alcaldía de la ciudad amurallada. De estos edificios la Universidad de Cartagena realizó estudios de patología y vulnerabilidad sísmica

en 6 edificaciones, mientras que la universidad Nacional de Colombia realizó el mismo estudio en otras 7, las dos investigaciones llegaron a la conclusión que los diseños no cumplían la norma sismorresistente, ley 400 de 1997.

"Estas edificaciones se evidencian malas prácticas de ingeniería, en cuanto a técnicas y procesos constructivos, ausencia de la capacidad de los elementos estructurales, por deficiencias en el diseño cultural y baja calidad de los materiales utilizados" (Cartagena, 2018).

Entre las irregularidades en las que habrían incurrido los constructores están la de haber fijado una valla informando sobre la obra en construcción con base en una licencia falsa y en un terreno inadecuado para ejecutar la obra, pues el lote es de sólo 340 metros y el curador afirmó que la norma del POT vigente establece que debe ser de 480 metros cuadrados con 16 metros de frente.

Además, en ese barrio y para el lote con la descripción legal, sólo se pueden construir edificios de cuatro pisos, y el Blas de Lezo II ya tenía construido un quinto y una especie de terraza, es decir seis pisos irregularidades por presuntas violaciones de normas urbanísticas en la ejecución de proyectos inmobiliarios.

Red de Corrupción

Las investigaciones preliminares producto de la investigación realizada por la Universidad de Cartagena apuntaban a una red de licencias de construcción falsas conformado por 15 personas. Se determinaron 26 edificios construidos por la familia Quiroz, todos sin licencia de construcción, por lo tanto, los diseños de estas edificaciones no habrían pasado por la revisión de un revisor estructural independiente que avalara estas construcciones. (El Tiempo, 2018).

La fiscalía en su momento capturó a tres implicados en el caso, Wilfran Quiroz Ruiz dueño de la constructora, Luis David Quiroz Camelo, residente del edificio y Luis Eduardo Agresor

maestro de obra.

Hubo una condena por el delito de urbanización ilegal, por el cual recibió Wilfran Quiroz Ruiz, propietario de la constructora, una condena emitida por el Juez Primero Penal del Circuito de Cartagena a cuatro años y ocho meses de prisión y fue cobijado con el beneficio de detención domiciliaria. El 14 de febrero de 2018 le imputaron nuevos cargos al señor Quiroz, tales como fraude procesal, estafa en masa, obtención de documento falso: por estos delitos se dictó detención intramural y hasta la fecha continúa detenido, (MADARIAGA SUAREZ, 2019)

Según la Fiscalía hay 18 personas más implicadas, incluido el concejal del momento en Cartagena a Rodrigo Reyes y varios funcionarios públicos, tres (3) de la alcaldía local, quienes expedieron las falsas licencias, otros implicados fueron alcalde Manuel Duque, la exsecretaria de Planeación Luz Helena Paternina, el exdirector de Control Urbano Olimpo Vergara, contra la alcaldesa de la localidad 3, Patricia Zapata, y el Inspector de Policía de la comuna Alfonso Ramos.

Caso Chirajara

El caso del desplome del puente Chirajara, se aborda desde la concepción misma del diseño de puente. El diseño inicial fue elaborado por la firma GISAICO, en cabeza del ingeniero Héctor Urrego, quien manifiesta que en Coviandes se llevó este diseño a licitación para construcción, con la empresa Tradeco se inició la construcción de cimentación y allí modificaron sus diseños en la marcha sin consultársele al diseñador original, ante lo cual, él con el tiempo volvió a realizar ajustes, pero no pudo volver al diseño original pues la obra ya había iniciado. (Analitik, 2020).

Antecedentes

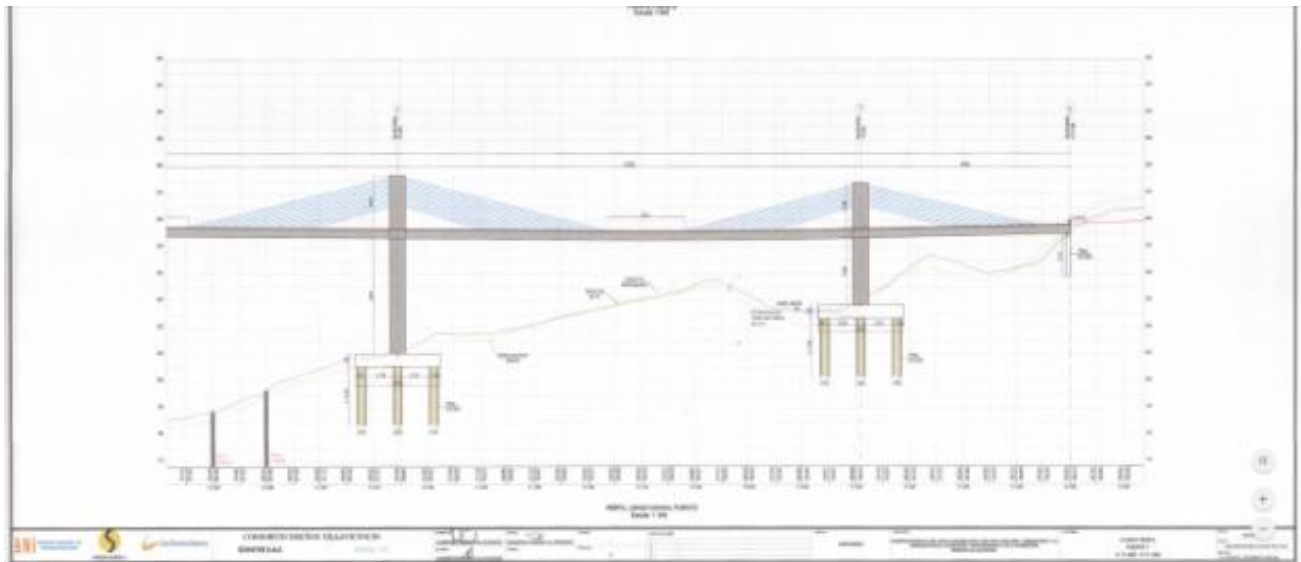
En la denominada autopista al llano se viene construyendo la doble calzada que unirá la ciudad de Bogotá, capital del país, con la ciudad capital de departamento del Meta, y hace parte

de la llamada transversal Buenaventura-Puerto Carreño, Ruta Nacional 40, se vienen construyendo un total de cuarenta y seis (46) puentes sobre ríos, uno de ellos de la tercera fase de la doble calzada, ubicado sobre el río Chirajara, el cual desemboca en el río Negro, Este puente permitirá la comunicación entre dos túneles, el primero, denominado de igual forma, Chirajara, y el segundo, La Pala.

Este puente recibió el premio Nacional de Ingeniería en el año 2010, este premio lo otorga la Sociedad Colombiana de Ingeniería, quien, en febrero de 2018, debió publicar una aclaración sobre la versión al premio otorgado en 2010, en ella aclararon que se trataba de un premio integral, que incluía más tramos y la solución a la carretera de una topografía montañosa.

Puente diseñado de forma atirantada contaba con una altura de más de 280 metros de altura, y luz de 446 metros.

Gráfica 20 Plano del diseño del puente Chirajara



Fuente: Planos del proyecto registrados ante la ANI (2010)

Gráfica 21 Diseño en 3D del puente Chirajara



Fuente: Render tomado de un informe de la Cámara de Comercio (2010)

Gráfica 22 Diseño en 3D del puente Chirajara desde otro ángulo.



Fuente: Render incluido en la página de Coviandes

El desplome ocurrió el 15 de enero de 2018, en el kilómetro 64 de la carretera, faltando únicamente salvar una distancia de 30 metros lineales para unir las dos plataformas por las que rodarían los automóviles, el puente crujió, los obreros intentaron buscar refugio en tierra firme mientras se escuchaban uno a uno los latigazos de los torones metálicos que se rompían y desprendían de la mega estructura, dejando un saldo de nueve (9) obreros que realizaban labores de soldadura fallecidos que cayeron al abismo en ese punto de 250 mts de altura, y ocho (8) heridos que saltaron al abismo y corrieron con suerte al caer entre las frondosas y densas ramas de los árboles en tierra.

Gráfica 23 Fotografía de vista lateral del puente Chirajara



Fuente: revista semana. Guillermo Torres / SEMANA 20/1/2018

El desplome se debió a que una de las pilas ya construidas del puente tenía un error de diseño en una viga no resistente, como primera causa del desplome, asociado a malas prácticas constructivas. (ARBITRAL, 2020) (Ingenieros S. C., 2018).

Gráfica 24 Fotografía del desplome del puente Chirajara y daños ambientales



Fuente: AFP/Raúl Arboleda (Enero 2019)

La segunda pila fue demolida en julio de 2018 al demostrarse que estaba diseñada de igual manera.

La empresa encargada del diseño y construcción del Puente era Gisaico S. A. e ICMO S. A. S, compañía antioqueña, a quienes se les atribuyó parte de la responsabilidad por la caída del puente; una de las sentencias responsabilizó al Consorcio a pagar más de 6.000 millones de pesos como indemnización a Coninvial (firma de Coviandes, del Grupo Aval) por los perjuicios ocasionados. La empresa Interventora, se trataba de Consorcio Interconcesiones donde participaba la firma mexicana Calymayor, con amplia experiencia en construcción de puentes a nivel mundial. Tanto la empresa constructora como la Interventoría eran contratadas por la Concesionaria Vial de los Andes S.A.S. (Coviandes), filial del Grupo Aval y Corficolombiana - de Luis Carlos Sarmiento Angulo, quien finalmente es quien tiene toda la responsabilidad de las obras allí contratadas.

Gráfica 25 Fotografía del desplome del puente Chirajara



Fuente: imágenes tomadas de videos de youtube (Enero 2018)

Gráfica 26 Imagen tomada sobre los render registrados en la ANI



Fuente: Render del proyecto registrados ante la ANI (2010)

Se contaba con el respaldo de firmas aseguradoras, que por la magnitud del puente en este caso con la australiana QBE, junto con la firma Chubb y Seguros del Estado. De la empresa QBE, también se envió un grupo de expertos quienes también determinarían lo sucedido, y determinaron

la cuantía del daño (\$ 17.453.161.788), para realizar el respectivo pago a la Concesionaria. El costo aproximado de la construcción del puente colapsado ascendía a aproximadamente 75.000 millones de pesos por cada pila.

En el informe realizado por la firma QBE, se resaltan errores en procesos constructivos que a su vez ayudaron a el desplome de la obra, *“la estructura conformada entre la losa cabezal y los brazos del pilón no constituía una formación monolítica, es decir, no era un elemento “inconmovible, rígido, inflexible”. Por el contrario, el vaciado individual y la insuficiencia en el postensado al interior de la losa cabezal generaron una disminución de la resistencia a las fuerzas soportadas por la conexión entre la losa y la unión de los brazos superiores e inferiores”* (ARBITRAL, 2020).

Las Investigaciones comenzaron ese mismo día de la tragedia por parte de la fiscalía general de la Nación, quien envió a la zona un grupo de 15 funcionarios, entre ellos fiscales, agentes de policía, ingenieros expertos en infraestructura, quienes en primer lugar descartaron que el desplome se debiera a alguna falla sísmica localizada, luego contrataron a la Universidad Politécnica de Cataluña. En este estudio se afirma que la causa principal no fue asociada a los errores de diseño. (ARBITRAL, 2020), tal como reza en su informe:

“[e]l colapso sobrevino por deslizamiento de los refuerzos mencionados (armadura de cosido entre los brazos inferiores y el tabique), los cuales estaban insuficientemente anclados y en una situación crítica con respecto a la adherencia de estos con el concreto. Las fisuras observadas en la parte superior de la unión entre los brazos inferiores y el tabique ponen de manifiesto que se superó la resistencia a tensión del concreto y que los refuerzos estaban trabajando a una tensión (esfuerzo) cercana a su límite elástico (si es que no lo superaban). (...) Su deslizamiento generó una reacción en cadena que llevó a la caída de la torre B. La mencionada

junta fría y la correspondiente presencia de concreto disgregado en esta zona desempeñó un papel importante en este fallo.”

“El colapso sobrevino por deslizamiento de los refuerzos mencionados (armadura de cosido entre los brazos inferiores y el tabique), los cuales estaban insuficientemente anclados y en una situación crítica con respecto a la adherencia de estos con el concreto (...).” (ARBITRAL, 2020).

Es decir, aunado a las fallas en diseño encontradas por los investigadores se determinó que hubo malas prácticas constructivas, concreto deficiente en resistencia y en acabado presentando hormigueros en lugares de mayor tensión, cambio en el diseño al momento constructivo, pues el espesor de la loza aumentó considerablemente, los cuales pudieron desencadenar el colapso. (CIMNE, 2018)

Gráfica 27 Fotografía aérea de la magnitud del colapso del puente Chirajara



Fuente: Foto: Redmas.com.co (agosto 2018)

La Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) también designó una comisión de expertos de la firma mexicana Mexpresa, pertenecientes al Instituto Americano de Concreto (ACI), pertenecientes al Comité 133 de la ACI, para realizar sus propias investigaciones, emitieron un informe en el cual explicaron a fondo los motivos del desplome, (ARBITRAL, 2020) *“una falla por falta de capacidad a tensión en la “losa travesaño” -o losa cabezal- y en el tabique debido al cambio en la dirección de la carga soportada por los brazos del Pílon, es decir, por el grado de inclinación de los brazos que dio a la estructura una forma de diamante”*; o como lo describió (Ingenieros S. C., 2018) el mal diseño de la viga, y losa travesaño que no soportaba su propio peso, en ella se soportaban los tirantes del puente, los cuales se rompieron junto con la losa que no tenía el refuerzo suficiente, que no aguantó y la losa se rompió. Este Informe recomendó demoler la pila gemela pues se encontraba en estado inicial de falla al ser construida de igual forma a la colapsada y ya presentaba grietas detectadas.

El concesionario Coviandes, contrató una segunda firma de asesores Modjeski y Másters, quienes darían un concepto sobre demoler la estructura o reforzarla, dando como resultado la recomendación de la demolición de la segunda estructura.

Sanciones

El tribunal de arbitramento de la Cámara de Comercio de Bogotá determinó que la Constructora Gisaico, deberá pagar la suma de \$6.573 millones de pesos por incumplimiento en el contrato, este arbitramento no considera que el diseño haya sido la única causa del desplome, sino también atribuye al proceso constructivo. (ARBITRAL, 2020). En este tribunal se conoció que ya existían inconsistencias en el estudio de suelos donde se estaba construyendo el puente, y que no fueron avisadas con tiempo a los constructores, sin embargo, esta situación no fue causa del

desplome del puente.

En la actualidad hay un proceso contra Gisaico por homicidio Culposo en un juzgado penal de Villavicencio, en contra de nueve (9) de los ingenieros involucrados en el diseño y construcción del puente: Héctor Guillermo Urrego, José Francklin Hincapié Quintero, Juan Diego Blair Llorens, Benito Antonio Carvajal, José María Otoyá Dussan, Jair Aldana Castro, Diego Alexander Ruiz Sandoval, Yaneth Rúa Nassar y Nataly Arteaga.

5. Marco metodológico

5.1 Enfoque de investigación

De acuerdo con (Bernal, 2010) “Los métodos de investigación cualitativa se orientan a profundizar casos específicos y no a generalizar. Su preocupación no es medir, sino cualificar y describir el fenómeno social objeto de estudio a partir de rasgos determinantes.” Por lo anterior, el enfoque de este trabajo de grado es mixto, ya que se establece como el apropiado dado que se pretende el análisis de casos específicos mediante una revisión documental.

La cual Sampieri da a conocer y se integra de manera acertada a para el cumplimiento de los objetivos planteados ya que uno de los primeros pasos es el del planteamiento del problema que permita realizar una búsqueda sistemática de la información referencial, que permita aportar a los casos estudiados, de esta manera se realiza una categorización de la información, análisis de esta y elaboración de los resultados.

Se realizará un tipo de investigación con dos enfoques, el primero con estudio de casos en donde se contará con el análisis de 3 casos de obras de construcción Colombia colapsadas y sus consecuencias.

En el segundo momento se aplicó una encuesta dirigida a líderes de procesos de planeación institucional.

El enfoque de investigación adoptado en esta investigación es el Mixto, teniendo en cuenta que se usó herramientas de recolección de datos, encuestas las cuales se encuentran dentro del enfoque cuantitativo.

Teniendo en cuenta el tema del proyecto de investigación para determinar el enfoque se aborda a Sampieri el cual presenta el método mixto, en donde se plantea realizar una recolección

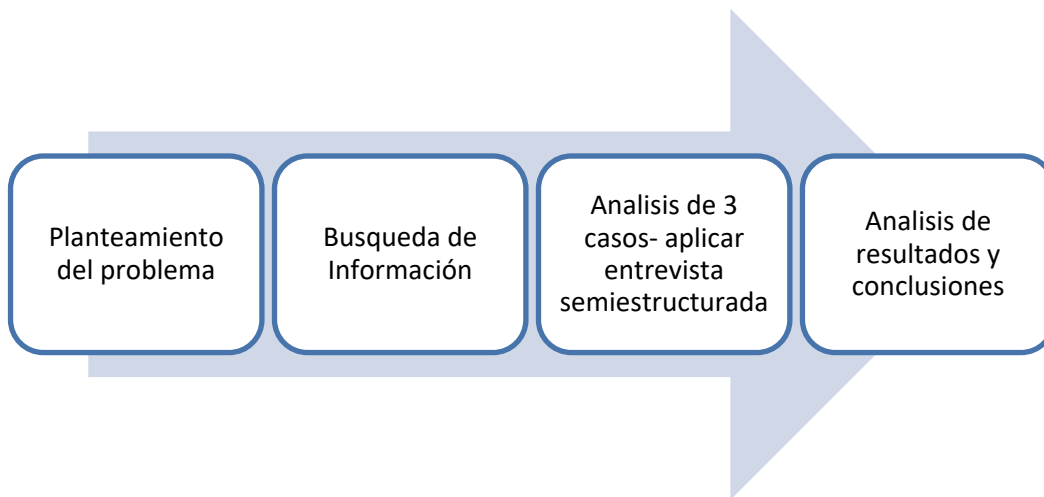
de información Cuantitativa y cualitativa, dentro de las bondades presentadas que le aportan al proyecto está la creatividad, indagaciones más dinámicas, mayor solidez y rigor.

5.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación usado en este trabajo de grado es mixto, por cuanto se tiene un enfoque descriptivo en el análisis de la literatura y cualitativo en las entrevistas semiestructuradas realizadas a profesionales en el sector de la construcción.

Etapas del estudio

Gráfica 28 Etapas del estudio investigativo realizado



5.3. Población y muestra

Este trabajo de grado se enfocará en el estudio de tres (3) proyectos de obras de infraestructura que colapsaron en Colombia, dos (2) edificios de vivienda y un (1) puente en concreto, se tuvieron en cuenta aspectos como que tuvieran relevancia mediática en el país, y que lamentablemente durante el colapso terminó con vidas humanas; se realizará mediante la revisión de literatura existente relacionada y datos oficiales de jurisprudencia en el país. Se revisará literatura nacional e internacional, así como normatividad, en un periodo delimitado a los últimos 10 años.

Se realizó un muestreo de percepción a 11 profesionales afines al sector constructivo. Y se usaron datos comparativos entre los tres (3) factores que influyeron en el colapso de las estructuras.

5.4 Herramientas para la recolección de información

Para la recolección de la información se plantea la búsqueda de información de casos documentados, análisis y revisión de bases indexadas, se realizará unas categorías que permitan clasificar la información de esta manera realizar un análisis más detallado de la información recolectada.

Encuestas. Se realizó una encuesta a personal asociado al gremio de la construcción, que hubiesen tenido un rol directivo en el desarrollo de su profesión, y se planteó su percepción sobre temática ética. Estas encuestas ayudan a determinar la percepción de los gerentes de empresas, debido a que el material documental de las empresas privadas que realizaron las construcciones de las edificaciones objeto de estudio es muy limitada.

La encuesta se estructuró realizando las siguientes preguntas:

¿Recibiría Incentivos económicos para ayudar a adjudicar un contrato?

¿Brindaría incentivos económicos para poder ganar una licitación?

¿Ha recibido incentivos económicos en algunas de las obras en las cuales ha trabajado?

Cuando el tiempo para la ejecución de sus obras se agota, ¿usted...?

¿Dónde se percibe mayor corrupción?

¿En la práctica constructiva se prioriza el cumplimiento de la normatividad ambiental?

¿En las obras que ha participado ha tenido cero por ciento de variación de los diseños contratados?

Las cuales buscan determinar de acuerdo con la profesión del encuestado su actuar ético y técnico en el desarrollo de proyectos, adjudicación desarrollo y cierre de proyectos. Preguntas de

selección múltiple y no hubo preguntas abiertas.

El instrumento aplicado no fue validado en una población anterior a la abordada.

5.5 Fuentes de información (primarias y secundarias)

Lectura de diarios, revisión de bases indexadas.

(García Ramírez, 2020)

Las fuentes de información para el presente documento son:

Primarias: las encuestas que serán aplicadas a los profesionales líderes de procesos de contratación. Igualmente se tendrán en cuenta consultas a bases de datos o información pública oficial de las investigaciones realizadas a los casos de estudio.

Secundarias: serán utilizadas fuentes bibliográficas que contengan estudios similares o que proporcionen contexto para el desarrollo de presente trabajo, fuentes previamente confiables.

En el documento se presenta un anexo denominado “ficha de análisis documental”, el cual se utilizó para categorizar las fuentes secundarias por tipo de documento y el aporte que hace a la investigación.

6. Análisis de resultados

Este estudio de casos se realiza independientemente de si es un contrato de obra pública o privada, y en tipo de infraestructura, se trata de evaluar como afectó la ética, el diseño y planeación, y el ámbito ambiental en el colapso de las estructuras y se encuentran similitudes en los tres casos de estudio.

Hallazgos: Sin embargo, a pesar de que lo mencionado, en dos (2) de los tres (3) casos de estudio objeto de este documento no contaban con cobertura de seguros, lo cual, en el caso de Blas de Leso, por tratarse de Leasing habitacional, el impacto a los deudores continuó en el tiempo, pues no hay normas que regulen la terminación de un contrato de Leasing por la imposibilidad de usar el inmueble, (DÍAZ, 2021), de igual forma el Space. En dos (2) de los tres (3) casos, no se contaba con Interventoría, en uno (1) de los tres (3) casos no se contaba con licencia de construcción, en dos (2) de los tres (3) casos no se contaba con diseños revisados y aprobados por una curaduría.

Al revisar los soportes documentales se hace evidente la importancia del cumplimiento de la normatividad de mitigación de las afectaciones socioambientales causadas por las obras de infraestructura que no siempre generan bienestar a la comunidad en muchos casos las afectaciones son mayores, se cuenta con normatividad que protege el medio ambiente y las diferentes formas de contaminación, sin embargo se ha presentado a lo largo del documento que la mitigación del impacto ambiental es grande en obras como la de Chirajara, la cual generó un desplazamiento de la flora y fauna de la zona para poder hacer uso del suelo, y el que se deba realizar de nuevo el proceso de construcción impactará de manera negativa el suelo, dado que se debe realizar de nuevo el proceso de construcción, esto impactará en el uso de otros recursos como el agua ya que para los procesos constructivos se realiza un gran gasto de este recurso impactando las fuentes hídricas

de la región y en algunos casos la flora.

Dentro de los aspectos importantes que se analiza es que hay obras que no cuentan con análisis al impacto ambiental causado, que puede estar asociado al tamaño de la obra o al impacto de la obra desde la naturaleza de esta, sin embargo, toda obra presenta afectaciones socioambientales y aumentan con el hecho de tener que volverla a hacer por fallas en el proceso de construcción lo que genera que en lo social la población no colme sus expectativas ni cumpla las necesidades.

Desde el cumplimiento de los 17 objetivos de desarrollo sostenible, los 169 metas y los 231 indicadores, las afectaciones por las obras acá expuestas no logran en el aporte de los objetivos ambientales como los son los objetivos (11) Ciudades y comunidades sostenibles, (13) Acción por el clima, (14) vida submarina, (15) vida de ecosistemas terrestres, sumado a estos objetivos mencionados se deben incluir los que presentan enfoque social, dentro de los que se encuentran (1) fin de la pobreza, (2) Hambre cero, (8) Trabajo decente y crecimiento económico ya que se reduce el crecimiento social de la población y las mejoras esperadas no se dan, ya que se abordaron tres obras asociadas al mejoramiento de las condiciones de la comunidad y al no poder culminarse las construcciones se afecta la comunidad y detiene el crecimiento y minimiza las posibilidades de reducción de la pobreza.

En Colombia se cuenta con entidades que tienen en su función o misionalidad de ejercer el control y de llegar al caso, sancionar a los profesionales involucrados en faltas disciplinarias en el desempeño de su profesión, la entidades encargadas de esto es el Concejo Profesional Nacional de Ingeniería (Copnia), Superintendencia de Industria y Comercio, Código de Policía, Contraloría, rama Judicial, es decir se encuentra un número importante de entidades involucradas en el proceso de diseño y ejecución de obras civiles, lamentablemente, en los casos de estudio la capacidad de

respuesta de estas instituciones no fue suficiente para prevenir el colapso y solamente se involucran cuando hay denuncias, en los tres casos abordados se presentaron fallecimientos, que pudieron prevenirse si se contará con acciones preventivas por parte de las entidades mencionadas.

Comparativo de los tres casos

De los tres (3) casos descritos se puede identificar factores comunes que pudieron ser la causa del desplome de los edificios, como los errores en el momento de realizar el diseño de las estructuras, los errores en los procesos constructivos, calidad deficiente de materiales.

El edificio Space, de 26 pisos, colapsó en el año 2013, falla de un eje en el nivel 5. Murieron 12 personas.

El edificio Blas de Lezo, de 6 pisos, colapsó en 2017, desplome súbito. murieron 22 personas.

Puente Chirajara, colapsó en 2018, desplome súbito. Murieron 9 personas.

En ningún caso hubo fenómenos naturales que ocasionara el desplome, en los casos de vivienda se cayeron los edificios por su propio peso, en el caso del puente fallas constructivas y su propio peso llevaron al colapso, en todos los casos hubo fallas en el diseño y en los procesos constructivos.

En la tabla diseñada se realiza un análisis comparativo en el cual se puede observar variables que se han repetido en los tres casos, que han sido tanto buenas prácticas como falencias, tanto en proceso constructivo como en la etapa de diseño:

Tabla 5. Comparativa de los tres casos

EDIFICIO SPACE	EDIFICIO BLAS DE LEZO	PUENTE CHIRAJARA
No contó con Interventoría Independiente.	No contó con Interventoría ni control de procesos constructivos.	Contó con Interventoría que controlaba los procesos constructivos.
Construcción legalizada, pero sin revisión de sus diseños por profesionales calificados.	No contó con licencia de Construcción.	Para iniciar la construcción se revisaron los diseños, pero no se detectaron las falencias.
No contó con supervisión por entidades del estado ni por Interventorías independientes.	No hubo diseños aprobados ni revisados. No hubo control algún por parte de entidades	Los controles no fueron suficientes, a nivel constructivo ni de diseño, a pesar de ser una obra del estado, que contaba con supervisión, interventoría y profesionales calificados.
Participaron profesionales calificados tanto en la construcción como en la etapa de diseño.	No participaron profesionales ni en el diseño ni en la construcción. gubernamentales durante la construcción.	Participaron profesionales calificados tanto en la construcción como en la etapa de diseño.

EDIFICIO SPACE	EDIFICIO BLAS DE LEZO	PUENTE CHIRAJARA
Ausencia de fenómenos naturales al momento del colapso.	Ausencia de fenómenos naturales al momento del colapso.	Ausencia de fenómenos naturales al momento del colapso.

Construcción del autor

En términos generales se puede identificar y concluir que las fallas en edificaciones se deben a:

- Fallas en el diseño,
- Errores en el proceso constructivo,
- Deficiencia de los materiales utilizados,
- Mala cimentación o inadecuadas condiciones del suelo

Por medio del proceso investigativo se realizó un cuadro que a través de preguntas claves propositivas permitió identificar algunas de las posibles falencias en los tres casos analizados:

Tabla 6. Preguntas propositivas

No	PREGUNAS CLAVE PROPOSITIVAS	SPACE	BLAS DE LEZO	CHIRAJARA
1	¿Contaba con estudio de suelos?	SI	SI	SI
2	¿Contaba con Licencia de construcción o diseños aprobados?	SI	NO	SI
3	¿Un ingeniero estructural realizó el diseño?	SI	NO	SI
4	¿Se diseñó cumpliendo la normatividad que le aplica?	NO	SI	SI
5	¿Se contó con segundo revisor?	NO	NO	SI

No	PREGUNAS CLAVE PROPOSITIVAS	SPACE	BLAS DE LEZO	CHIRAJARA
6	¿Se respetó en todo momento las sugerencias del Geotecnista?	NO	NO	SI
7	¿Se mantuvo el diseño inicial durante la etapa constructiva?	NO	NO	NO
8	¿Al realizar modificaciones constructivas, consultaron siempre al diseñador estructural?	SI	SI	NO
9	¿El diseñador avaló las modificaciones?	SI	SI	NO
10	¿Contaba con garantías por aseguradora?	NO	NO	SI
11	El diseño estructural cumplía 100% la normativa que le aplica?	NO	NO	NO
Respuestas propositivas		5	4	7
Proporción propositiva		45%	36%	63%

“construcción del autor”

Análisis individual

1. Es importante destacar que los 3 casos contaban con estudio de suelos, el cual es requisito indispensable como el inicio de la planeación de un proyecto de obras civil, pues determina el tipo del suelo sobre el cual se quiere realizar los cimientos de la edificación, en este estudio de suelos se dan todas las recomendaciones que deberá acoger el diseñador estructural, sobre la profundidad de la cimentación, el tipo de cimentación, recomendaciones sobre cantidad de pisos que se pueden construir sobre la cimentación en estudio, entre otros.

2. Las licencias de construcción, como ya lo mencionamos estaban a cargo de las Curadurías Urbanas en la ciudad de Medellín y en Cartagena; en las Curadurías Urbanas se revisan

los planos arquitectónicos, estructurales, de áreas, se determinan si cumplen elementos tales como el POT, áreas libres, se cuenta con ingenieros y arquitectos que revisan tanto las memorias como los resultados finales del proyecto en los planos, lo cual debe ser concordante con las recomendaciones de los estudios de suelo y dan la autorización de si es apto para construir o no. Existen varias figuras que otorgan licencia de construcción, puede ser obra nueva, ampliación, cerramiento, entre otras. En el caso Space, a pesar de que si existió una licencia de construcción lamentablemente no hubo esta revisión de diseños, al ser una empresa certificada en calidad, la Curaduría determinó que no era necesario hacer estas revisiones, el Curador del momento estuvo vinculado al caso Space y fue retirado de su cargo. En el caso Blas de Lezo, no hubo quien revisara estos diseños ni diera alerta de la falta de rigurosidad en el diseño construido. En el Caso Chirajara, los diseños fueron realizados por una firma prestigiosa y a cargo de un Ingeniero civil, los cuales, al ser obra pública, debieron ser aprobados por interventorías externas, lamentablemente no se encuentra evidencia ni literatura de estas revisiones de ley.

3. Como ya lo mencionamos, según la ley 400 de 1997, es un ingeniero estructural con especialización o 5 años de experiencia en el sector de la construcción quien debe ser el encargado de realizar los diseños, en el caso del Space el Ingeniero en cargo fue el Ingeniero Aristizábal, quien realizó los diseño según su propio método, sin tener en cuenta la normatividad Colombiana, en procura de la super optimización de materiales, lo cual redundaba en mayores ganancias económicas para los constructores, por esta razón se le quitó la matrícula profesional de por vida, sus diseños se construyeron en varios edificios en Colombia, en Medellín y ya se han demolido varios de ellos, los cuales como ya se determinó se podrían caer por su propio peso y no son capaces de resistir un sismo. En el Caso Blas de Lezo, el diseño lo realizó un estudiante de ingeniería civil, hijo del dueño de la constructora, quien evidentemente carecía del conocimiento

y la rigurosidad de diseño para este tipo de edificaciones. Por ser estudiante, no hubo ninguna sentencia por parte del COPNIA.

4. Evidentemente se debe diseñar cumpliendo la normatividad que aplica en cada país, para cada zona y tipo de edificación, en el caso Blas de Lezo y Chirajara, a pesar de que se construyó intentando cumplir la norma correspondiente, no se logró el diseño requerido según norma.

5. La norma en Colombia NSR-10 y Ley 400 de 1997, exige que los diseños, memorias y planos deben ser revisados o por profesionales capacitados en las curadurías o por revisores externos independientes del diseñador estructural, (Ministerio de Ambiente, 2010) *“quienes suscribirán un memorial en que se indique taxativamente que los procedimientos empleados consultan las mejores metodologías que se disponga sobre estos procedimientos y que la edificación así diseñada tiene resistencia y expectativas de comportamiento similares a los de una edificación diseñada por los otros métodos permitidos por el Reglamento”* para poder obtener la licencia de construcción. En los casos analizados de vivienda, no se contó con segundo revisor. En caso del puente, al ser obra pública debió contar con revisor de una Interventoría externa, pero no hay evidencia de ello.

6. Si un diseñador estructural no acta las recomendaciones dada en el estudio de suelo por el geotecnista, corre el riesgo de que su edificación sea construida para colapsar, si el suelo no es apto para edificar, o no puede edificar más de un número determinado de pisos, o no soporta cierta carga por ejemplos, esto se evidencia en el estudio de suelos. En el caso Space ocurrió que, en una de las pilas de sus cimientos, se cometió un error constructivo y no se edificó la cimentación a la profundidad recomendada en el estudio de suelos, esta fue una de las causantes del inicio del desplome del edificio. En el caso Blas de Lezo, se construyó más pisos de lo que permitía el estudio

de suelos, y no hubo mejoramiento al mismo.

7. Es importante resaltar que los diseños estructurales pueden tener variaciones importantes durante la etapa constructiva, pero sea cual fuera la modificación que se requiere es importante que el diseñador inicial y hasta el geotecnista estén enterados de estas modificaciones, las realicen las avalen, en términos de responsabilidad si un diseño estructural es modificado durante el proceso constructivo sin aval del ingeniero estructural, este pierde toda responsabilidad sobre el mismo; en el puente Chirajara el diseñador estructural, el ingeniero Hector Urrego, manifiesta que sus diseños fueron cambiados por los constructores de la cimentación y que él tuvo que ajustarse a lo construido (MARÍA VICTORIA CORREA, 2020), pero no hay evidencia de que él se responsabilizara mediante documento de estos cambios. De igual forma en el Edificio Space se realizaron modificaciones en dos momentos, en la cimentación, haciéndola más corta, y en la construcción de columnas en la torre 6 hasta el piso 4 (Andes, 2014). En el edificio Blas de Lezo se diseñó para 4 pisos, pero posteriormente se edificaron dos más junto a un sótano. (Cartagena, 2018).

8. Es importante siempre que se realice alguna modificación durante la etapa del proceso constructivo, realizar la consulta previa al diseñador estructural y esto mismo plasmarlo en registros verificables. En los casos de estudio se evidencia que se realizaron modificaciones durante la construcción de la cimentación del puente Chirajara, y estos no fueron consultados con el diseñador estructural, no se tiene evidencia documental que el haya asumido el diseño aún con esos cambios. En cuanto a las edificaciones de vivienda, durante todo el proceso constructivo el diseñador tuvo conocimiento de los cambios que se realizaban durante la construcción.

9. El diseñador como ya lo hemos mencionado debe manifestar conocer las modificaciones y estar de acuerdo, con las modificaciones realizadas, de lo contrario se pierde

completamente la responsabilidad del calculista estructural.

10. Las compañías aseguradoras dan garantía y aseguran a las compañías constructoras contra los riesgos más comunes que suceden en la construcción de obras civiles, tales como la calidad de las obras y de los materiales usados, el cumplimiento, el daño a terceros. Es normal para realizar sub contratos con empresas prestadoras de servicio de mano de obra exigir estas garantías, pues el sector de la construcción entraña un riesgo muy alto tanto físico en los trabajadores, como de materiales; de igual forma en los contratos de obra pública es requisito contractual asegurar al as entidades contratantes ante la ocurrencia de alguno de los siniestros ya mencionados, entre otros como asegurar las cifras dadas en préstamo a los contratistas como es el anticipo.

11. A pesar de que los ingenieros que realizaron el diseño, en el caso Blas de Lezo y Chirajara, lo hicieron de acuerdo con la normatividad existente, estos tuvieron falencias en un porcentaje importante, que no fueron detectadas y corregidas a tiempo, solamente se detectaron una vez se realizaron los análisis por las firmas contratadas para determinar las causas de la caída de las obras; en el caso del edificio Space, el diseñador estructural, al no ceñirse a las normas que el aplicaban no cumplía en ningún porcentaje.

Como análisis vertical podemos deducir de la tabla 5 que el edificio Space tuvo un 45% de respuestas positivas, es decir adolecía de una rigurosidad tanto en el proceso de planeación y en el proceso constructivo.

En el edificio Blas de Lezo, se tuvo un 36% de respuestas positivas, es decir, solamente se tuvo una respuesta de 36% de cumplimiento y rigurosidad a las normativa vigente y buenas prácticas constructivas.

En cuanto al Puente Chirajara, este tuvo una mejor respuesta, pero aun así no hubo rigurosidad en la línea de control de cambios en el diseño estructural.

En general, estos tres (3) casos mantuvieron una actitud propositiva (16/33) en un 48%, lo cual nos indica que los casos adolecieron de buenas prácticas tanto en la etapa de planeación como en la etapa de ejecución y en general incumplieron unos mínimos generales aceptados para evitar el colapso de las estructuras. Las 3 mantuvieron un estándar que es incumplimiento.

Tabla 7. Preguntas condenatorias

No	PREGUNAS CLAVE CONDENATORIAS	SPACE	BLAS DE LEZO	DE CHIRAJARA
1	¿Luego del Colapso hubo sentencias condenatorias?	SI	SI	SI
2	¿Se presentaron falencias en el diseño?	SI	SI	SI
3	¿Se identificaron errores en el proceso constructivo?	SI	NO	NO
4	¿Se presentó deficiencia de los materiales utilizados?	SI	SI	SI
5	¿Hubo pérdidas humanas luego del colapso?	SI	SI	SI
Respuestas condenatorias		5	4	4
Proporción condenatoria		1%	0.8%	0.8%

“construcción del autor”

Entiéndase por sentencias condenatorias aquellos casos en que los tribunales de arbitramento intervinieron, en el caso Space implicó pérdida de tarjeta profesional, multas y privación de la libertad por homicidio; en el caso Blas de Lezo, implicó pérdida de libertad por el cargo de homicidio, entre otros y multas, y en el caso del puente Chirajara las sanciones se dieron mediante las multas pagadas por las aseguradoras, aún está el proceso por homicidio a los constructores.

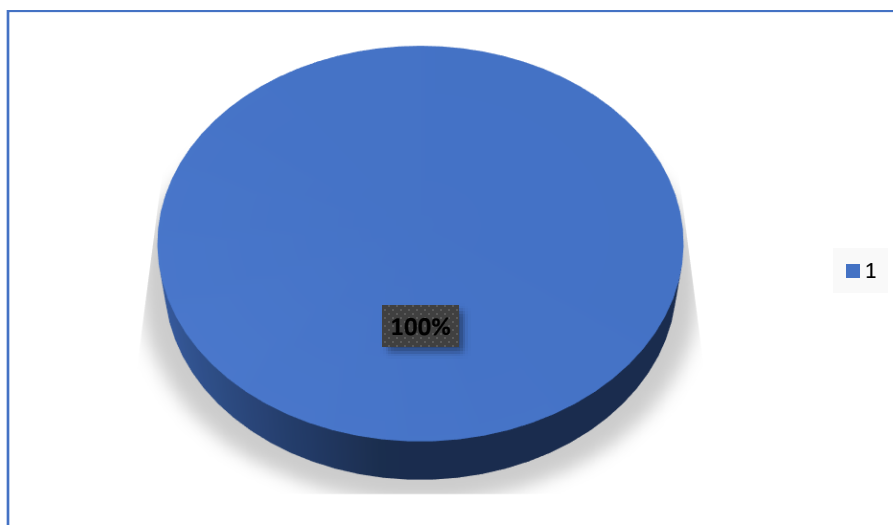
Ratifica el análisis anterior que nos indica que los tres casos (3) analizados 3 mantuvieron un estándar que es incumplimiento a la normatividad vigente. Condenatorio. Infringió las buenas prácticas, ética, etc.

Percepción de los profesionales.

Dentro de la metodología cualitativa se planteó realizar una entrevista cualitativa que permitiera identificar las practicas constructivas en Colombia y si de alguna manera afecta a la población y que se diseñó mediante la plataforma de Google Forms.

La primera pregunta que se realiza en la entrevista semiestructurada planteada para identificar las practicas es la profesión de las personas que la respondieron, en donde se contó con un total de 11 personas de las cuales el 100% tiene como profesión la ingeniería civil, dado que los profesionales arquitectos no están facultados para realizar diseños estructurales, sino únicamente labores de diseño arquitectónico, según LEY 435 DE 1998.

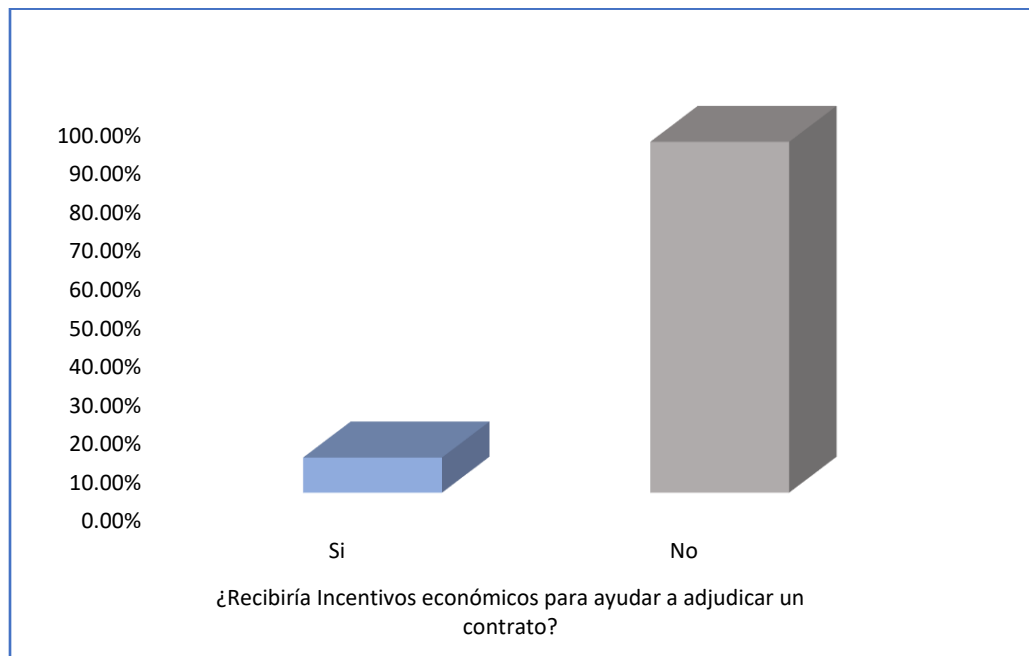
Gráfica 29 Distribución porcentual con relación a la profesión de los participa41ntes



Fuente: Creación propia 2022

Dentro de la entrevista se plantearon 4 preguntas que permitan identificar presuntas prácticas no éticas en los procesos constructivos, la primera pregunta que se realizó a los y las participantes fue: ¿Recibiría Incentivos económicos para ayudar a adjudicar un contrato? Se planteó como una pregunta dicotómica.

Gráfica 30 Distribución de los participantes que recibirían incentivos económicos para adjudicar un contrato

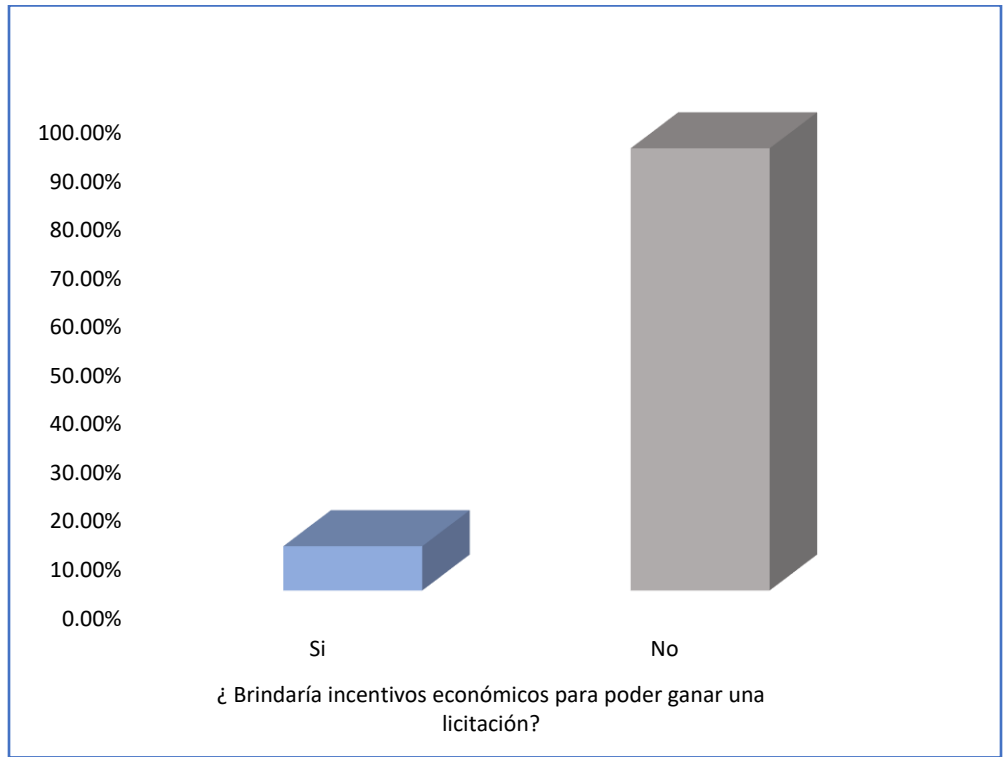


Fuente: Creación propia 2022

Se identificó que el 90,1% (n=10) de los encuestados no recibiría incentivos para ayudar a adjudicar y el 9.9% (n=1) recibiría incentivos económicos para adjudicar contratos constructivos.

La segunda pregunta que se realizó fue: ¿Brindaría incentivos económicos para poder ganar una licitación?

Gráfica 31 *Distribución de los participantes que brindarían incentivos económicos para ganar una licitación*

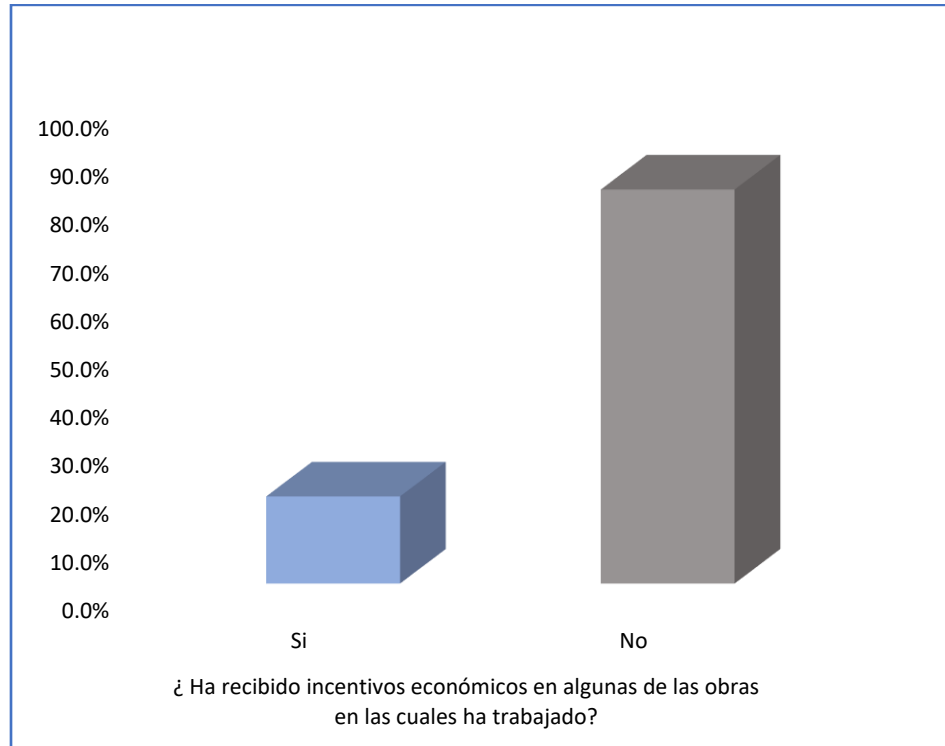


Fuente: Creación propia 2022

Se identificó que el 9.9% (n=1) brindaría incentivos económicos para poder ganar una licitación.

La pregunta relacionada con la línea ética fue ¿Ha recibido incentivos económicos en algunas de las obras en las cuales ha trabajado?

Gráfica 32 Distribución de los participantes que ha recibido incentivos económicos en algunas de las obras en las cuales ha trabajado

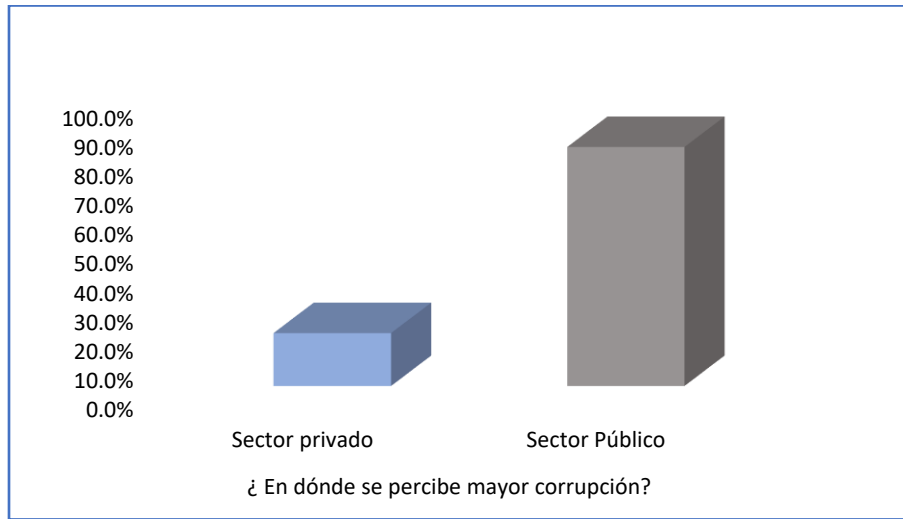


Fuente: Creación propia 2022

En esta pregunta se observa un aumento de porcentaje en relación con a las preguntas anteriores donde se planteaba una hipótesis, en esta donde se pregunta si se ha recibido y se presenta que el 18,1% (n=2) que si ha recibido incentivos y el 81,9% (n=9) no ha recibido incentivos y permite inferir que se presentan estas prácticas en los procesos constructivos.

Y como última pregunta de la primera parte se realiza una pregunta de percepción y es ¿En dónde se percibe mayor corrupción?, según los encuestados se percibe mayor corrupción en el sector público con un 81,9% (n=9) lo cual puede estar asociado con las dificultades que se presenta en la contratación pública.

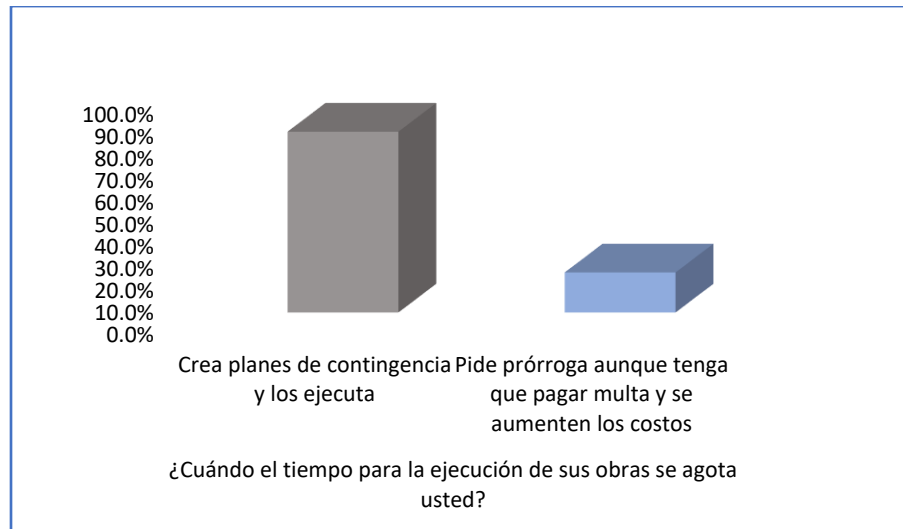
Gráfica 33 Distribución de donde los participantes perciben mayor corrupción



Fuente: Creación propia 2022

En la segunda parte de la entrevista se realizaron preguntas enfocadas en el diseño y planeación en las obras civiles, la primera pregunta planteada que se realizó fue: ¿Cuándo el tiempo para la ejecución de sus obras se agota, usted?

Gráfica 34 Acciones que realizan los profesionales cuando el tiempo para la ejecución se agota

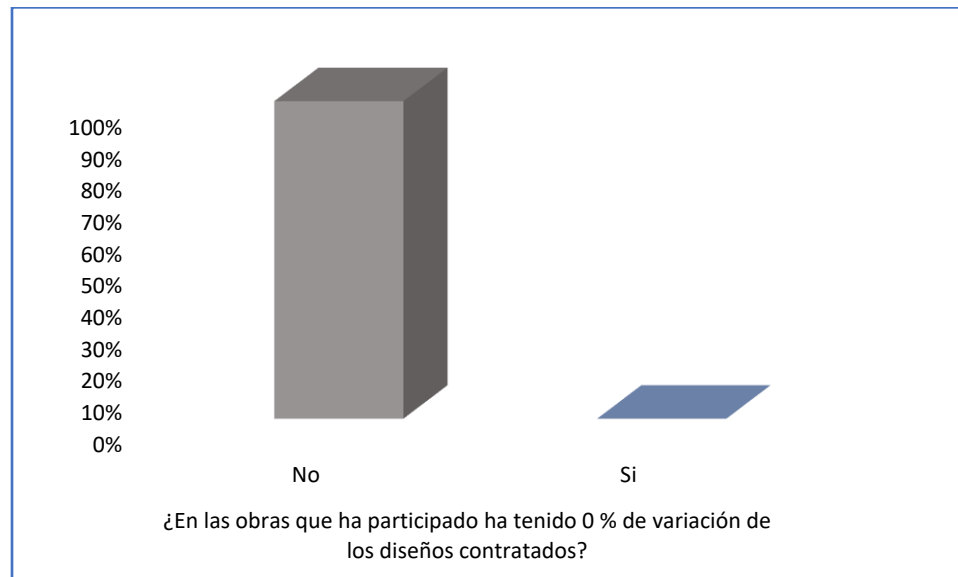


Fuente: Creación propia 2022

Para esta pregunta se brindaron 2 opciones en donde el 18,1% (n=2) pide prórroga para realizar la entrega de la obra así se deba pagar multa y se aumenten los costos y el 81,9% (n=9) genera planes de contingencia y los ejecuta para poder dar cumplimiento con los tiempos de la obra.

En relación con los diseños se preguntó si en las obras en las que los encuestados han trabajado ha evidenciado lo siguiente: ¿En las obras que ha participado ha tenido 0 % de variación de los diseños contratados?, el 100% de los encuestados refirieron que no se ha generado variación de los diseños en las obras en las cuales han trabajado.

Gráfica 35 Distribución de los participantes que ha presentado variación de los diseños contratados

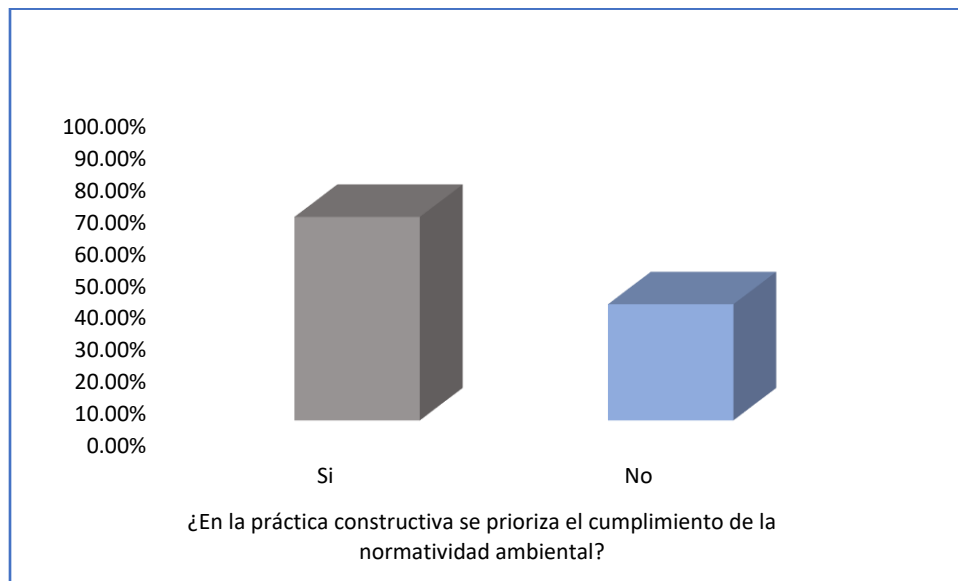


Fuente: Creación propia 2022

Para cerrar la encuesta se preguntó por la línea de ambiental y la normatividad la cual puede afectar a la sociedad, por lo cual se planteó la siguiente pregunta: ¿En la práctica constructiva se prioriza el cumplimiento de la normatividad ambiental? En donde se contó con un 63,6% (n=7) refirió que si se cumple la normatividad ambiental y el 36,4% (n=4) lo cual es un número

importante ya que una de las mayores afectaciones de las obras civiles es el daño medioambiental y como las comunidades alrededor de estas ven afectada su calidad de vida y la de sus familias no solo a corto si no a largo plazo.

Gráfica 36 Distribución de la percepción en relación con el cumplimiento de la normatividad ambiental



Fuente: Creación propia 2022

Sanciones otorgadas por el Copnia SCI por construcción sin licencia de construcción

Tabla 8. Resoluciones condenatorias

Año	Número de resoluciones algunas sancionatorias otorgadas por el COPNIA por construcción sin licencia de construcción.
2010	4
2012	4
2013	7
2014	3

Año	Número de resoluciones algunas sancionatorias otorgadas por el COPNIA por construcción sin licencia de construcción.
2015	7
2016	5
2017	3
2018	7
2019	7
2020	1
2021	8
2022	3

Fuente: RÉGIMEN COLOMBIANO DEL EJERCICIO ÉTICO PROFESIONAL DE LA INGENIERÍA. Ed 2016.

Segunda parte.

En el periodo verificado por el Copnia, se han venido generando sanciones a edificaciones sin licencia de construcción lo cual parece insignificante para el numero de edificaciones que se erigen al año en el país, pero es importante resaltar que sí se realizan un monitoreo y seguimiento a estas actividades ilegales por parte del Copnia, esto sin contar con las sanciones impuestas por los municipios, inspecciones de policía y dependencias que controlan el espacio físico en el territorio nacional. Es una tendencia cambiante en el tiempo.

7. Conclusiones y recomendaciones

Luego del análisis de la literatura y de analizar 52 fuentes, y la revisión de tres (3) casos de estudio se logra determinar que hay causas comunes en los factores que incidieron en el desplome de las estructuras de obras civiles tales como fallas en la aplicación de normas en el desarrollo de los diseños, fallas constructivas, fallas en la aplicación de la normatividad actual en los procesos constructivos y de revisión, los cuales podían haber sido corregidas a tiempo. Dentro de estos aspectos abordados no solamente están estas debilidades en obras civiles, sino que son procesos que vienen fallando desde la formación de los profesionales arquitectos o ingenieros, y que repercute en el desarrollo ético de su actuar profesional, generando que los proyectos se lleguen a término sin contar con los procesos de calidad que puedan garantizar que las obras no colapsen.

Dentro de la búsqueda de la literatura se logró identificar tres (3) casos de estudio con fallas en la aplicación de la normatividad existente (NSR-10), falla en la aplicación completa del decreto 2150 de 1995, se abordaron desde varias perspectivas como el daño ambiental que ocasionó el desplome de las infraestructuras, las fallas en la ética profesional al no aplicar la normatividad, que es ley en el territorio colombiano y falta de controles por parte del estado. Durante el proceso investigativo se logró realizar revisión documental de dos (2) casos con comportamiento similar, en Nigeria y Bangladesh, en donde se presentó colapso de edificaciones al no cumplir con el diseño planteado, incurriendo en fallas graves en los procesos constructivos, en uso de edificación y falta de controles por parte de las autoridades.

Luego del Colapso de la Torre 6 del edificio Space, el Gobierno en busca de protección a

los compradores de vivienda nueva y como respuesta de política pública, diseñó e implementó la Ley de Vivienda Segura (Ley 1796/2016) la cual tiene por objetivo, “generar medidas enfocadas a la protección del comprador de vivienda, el incremento de la seguridad de las edificaciones y el fortalecimiento de la función pública que ejercen los curadores urbanos y se asignan unas funciones a la Superintendencia de Notariado y Registro.” (Colombia, 2016). El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio expidió la Resolución 0064 de 2018, que reglamentó la Ley 1796 de 2016 (Ley de Vivienda Segura), mediante la cual se creó la nueva Superintendencia delegada para curadores urbanos, encargada la vigilancia de las Curadurías Urbanas; esta legislación obliga a las constructoras y vendedores de bienes inmuebles a adquirir una póliza que garantice al comprador la tranquilidad de que su inversión económica está respaldada, y que, en caso de imprevistos no se afectara su patrimonio.

Las empresas constructoras en Colombia se han venido fortaleciendo en los sistemas de gestión de la calidad (SGC) certificándose en normas como ISO 9000, e implementando en sus empresas los estándares del PMI, y del GPM lo cual ayuda a disminuir los errores en las diferentes etapas de los procesos de los proyectos constructivos a través de la identificación de puntos críticos de control en los procesos, la planificación, y de contar con personal calificado tanto en la etapa de diseño, como en la etapa constructiva.

Se identificó la importancia del seguimiento a las curadurías dado que se evidenció que algunas no están cumpliendo su labor, y las autoridades locales, quienes deben ejercer el monitoreo y control no lo están haciendo de forma efectiva.

Se identificó la importancia de fortalecer las super intendencias quienes son las encargadas de realizar el control y vigilancia a las obras de construcción privadas. Y el fortalecimiento del control al ejercicio de las profesiones asociadas a la construcción.

Tabla 9 Lecciones aprendidas

Buenas prácticas en los proyectos de construcción	Inadecuadas prácticas
Estricto cumplimiento de la normatividad la cual ha conllevado a que el número de edificaciones que colapsan por deficiencias en su planificación sea bajo.	Falta de seguimiento por parte de las entidades de competentes para la identificación del cumplimiento de la normativa.
Revisión de los diseños por parte de un tercero, ya sea curaduría o revisor externo.	Las obras privadas no cuentan en su mayoría con supervisión externa permanente, debería realizarse de forma obligatoria por terceros no contratados por las constructoras.
Se evidenció en los proyectos analizados, que no se ejecutó el 100% del diseño establecido durante el proceso constructivo, ocasionando fallas que llevaron al colapso.	No se contó con acompañamiento constante de diseñador estructural que avalara los cambios ocurridos durante la construcción de las obras.
Es importante mantener el control de calidad a los materiales usados e instalados en los proyectos de obras de infraestructura.	Fortalecimiento en la formación académica en la ética del actuar profesional.
Las obras de construcción estatales cuentan con interventoría externa que coadyuva a el control y seguimiento de los procesos constructivos en las diferentes etapas del proyecto.	

Buenas prácticas en los proyectos de construcción	Inadecuadas prácticas
Implementar prácticas estandarizadas para la gestión de proyectos (PMI), para dar cumplimiento los proyectos, desde su inicio hasta su fase de entrega.	
Es importante mirar el fortalecimiento de la legislación en relación con las sanciones que deben tener los constructores por la pérdida de vidas que se ha dado en los colapsos de obras.	

Recomendaciones

Para Futuras construcciones de infraestructura se sugiere implementar y reglamentar lo siguiente:

Inclusión de colapso parcial o total y desmantelamiento de la construcción en las matrices de riesgo de los proyectos. Pues pese a que efectivamente en los proyectos de construcción se generan matrices de riesgo asociadas a temas ambientales, legales, de orden público, sismo, no se contempla el desmantelamiento colapso, ya que ningún proyecto se plantea la posibilidad de no llegar a término.

Para el caso de Colombia se sugiere que para proyectos privados y públicos se haga un reparto aleatorio en las diferentes curadurías urbanas para tramitar las licencias de construcción (en la actualidad esto sucede para proyectos del Estado y para vivienda VIS unifamiliar), con la no posibilidad de escogencia por parte del promotor, y pago anticipado de expensas del 100 % del

costo total para que la curaduría pueda revisar de manera independiente (hoy en día la curaduría en caso de no aprobar un proyecto sólo recibe el cargo fijo que puede equivaler a menos de un 2 % en proyecto grandes, lo cual no garantiza el pago del trabajo realizado, ni su funcionamiento). tal como sugiere (Ingenieros S. C., 2019). En el caso de Perú, se deben solicitar las licencias ante las autoridades locales, y por medio de las gerencias de infraestructura y de habilitaciones urbanas, es interesante anotar que además de los documentos técnicos pertinentes, se solicita una póliza de responsabilidad civil; para el caso de México, existen las Secretarías de Desarrollo urbano, junto con las alcaldías locales, que tienen la función de revisar la documentación técnica y expedir los permisos de construcción. De igual forma en países como Chile y Panamá, las autoridades locales son las responsables de otorgar los permisos de construcción mediante las oficinas de obras públicas de cada municipalidad. En estos países referenciados no se cuenta con entidades externas como es el caso de las curadurías urbanas en Colombia que ejerzan funciones públicas de expedir las licencias de construcción.

Obligación de la adquisición de seguro como garantía efectiva, sin excepciones de no cubrir casos de terremoto o incendio o colapso total o parcial. A la fecha, la póliza obligatoria de terremoto de zonas comunes tan solo cubre menos del 10 % del costo del proyecto. (Ingenieros S. C., 2019). Es importante contar con pólizas de responsabilidad civil, que cubran todas las etapas de los proyectos de construcción y aseguren a los beneficiarios futuros de los riesgos asociados si llegaran a materializarse.

Que la escogencia del revisor independiente y del supervisor técnico independiente no sea realizada por el promotor sino por el Estado a través de un sistema de reparto estatal o a través de las compañías de seguros. (Ingenieros S. C., 2019)

Acompañamiento legal obligatorio a los constructores de proyectos en todas las fases del

proyecto, desde la planificación , ejecución y hasta el tiempo de coberturas de pólizas, es decir, hasta el tiempo posterior a la terminación de las obras, dado que en todas estas etapas se generan reclamaciones técnicas, administrativas y también legales que pueden afectar de forma significativa a los constructores en términos de tiempo, económico, administrativo, que pueden evitarse con un adecuado planificación al proyecto y un monitoreo y control.

Toda obra genera afectación a la comunidad en general, sin embargo, estas son susceptibles al riesgo de colapso, por lo cual las comunidades deben estar preparadas para afectaciones de tipo económico, moral y ambiental. Es importante socializar con la población beneficiaria las implicaciones de las obras en la calidad de vida asociada a las condiciones ambientales, socioeconómicas, que implican algunas obras como las de vivienda de interés social y que implica la conectividad de sus regiones.

Otro de los aspectos fundamentales es el de contar con planes ambientales de respaldo ante fallas de las construcciones dadas las implicaciones ambientales ya que puede presentarse deterioro en los recursos hídricos, pérdida de vegetación, afectación del aire por material particulado, afectación de flora y fauna, como consecuencia la población afectada puede presentar afectaciones respiratorias agudas, enfermedad diarreica aguda, dermatitis, e inseguridad alimentaria.

Es necesario, en la academia, tener en cuenta el tema de los riesgos asociados y diseñar una asignatura para la rama de la construcción en los pensum, sumado a ello, certificar a los ingenieros en el conocimiento de las normas que rigen su profesión.

Limitaciones

No haber contado con el tiempo suficiente para haber realizado la búsqueda in situ de bibliografía extensa a nivel nacional sobre los casos abordados; Evidenciándose la falta de

documentos que presenten las repercusiones jurídicas para complementar las lecciones aprendidas; no se logró contar con un amplio número de participantes en la encuesta realizada para contar con un mayor acercamiento a las prácticas constructivas en Colombia.

Queda para futuras investigaciones ampliar los estudios jurídicos y visitas de campo; no se llegó a cuantificar los impactos económicos a la sociedad por causas de los colapsos de las obras de infraestructura analizadas.

8. Referencias

- AIS. (1997). Ley 400 de 1997. *Por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismorresistentes*. Colombia.
- Analitik, V. (10 de 02 de 2020). Diseñador del puente Chirajara afirma que no se puede construir otra obra en el mismo lugar. *Valora Analitik*.
- Andes, U. d. (2014). CONCEPTO TÉCNICO EN RELACIÓN A LAS CAUSAS. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería.
- ARBITRAL, T. (2020). *LAUDO ARBITRAL*. Bogotá.
- bbc.com. (10 de 01 de 2017). *bbc.com*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-38566109>
- bbc.com. (22 de 06 de 2022). *bbc.com*. Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-61940770>
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*.
- BLANCO, M. (2012). Criterios fundamentales para el diseño sismorresistente. . (2. 0.-0. Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela, Ed.)
- Bogota, Invest in. (2022). *Un sector diverso con múltiples oportunidades de negocio*. Obtenido de es.investinbogota.org: <https://es.investinbogota.org/sectores-de-inversion/materiales-de-construccion>
- CAMACOL. (06 de 09 de 2022). *www.camacol.co*. Obtenido de CAMACOL. (9 de 06 de 2022). [www.camacol.co](https://camacol.co/actualidad/noticias/camacol-presenta-sus-propuestas-sectoriales-para-el-proximo-gobierno). Obtenido de <https://camacol.co/actualidad/noticias/camacol-presenta-sus-propuestas-sectoriales-para-el-proximo-gobierno>
- CARTAGENA, E. (2015). *Guía para la elaboración del programa de manejo de materiales y elementos de construcción*.
- Cartagena, U. d. (2018). Informe de patología estructural y vulnerabilidad sísmica: Edificio Portal de Blas de Lezo I. .
- Chaur Bernal, J. (2005). Diseño conceptual de productos asistido por ordenador : Un estudio analítico sobre aplicaciones y definición de la estructura básica de un nuevo programa. p 22. Barcelona, España.
- CIMNE. (2018). *Informe sobre las causas del colapso de la torre B del puente Chirajara (Colombia)*. Centro Internacional de Métodos numéricos en Ingeniería .
- Colpresna. (11 de 10 de 2017). Dictaminan sentido de fallo condenatorio por desplome del Space. *El Universal*.
- DANE. (2022). Indicadores económicos alrededor de la construcción (IEAC). Bogotá.
- DESASTRES, S. N. (2022). *PLAN NACIONAL DE GESTION DE RIESGO DE DESASTRES*. Bogotá.
- Díaz, E. E. (Junio de 2002). Estudio de las causas del colapso de algunos puentes en Colombia. *Revista universidad Javeriana*, págs. 33-47.
- DÍAZ, J. R. (2021). LOS INSTRUMENTOS PROCESALES DE LAS VICTIMAS DE CONTRATOS DE LEASING HABITACIONAL POR VIVIENDAS CONSTRUIDAS ILEGALMENTE VERSUS LAS ENTIDADES FINANCIERAS.
- EFE/Eldiario.es. (2013). https://www.eldiario.es/politica/muertos-derrumbe-bangladesh-acercan_1_5665794.html. *el diario.es*.
- EP Madrid. (2013). <https://www.lavanguardia.com/sucesos/20130509/54373933383/derrumbe-bangladesh-900-muertos.html>. *La Vanguardia*.
- Farid Ahmed. (2013). http://edition.cnn.com/2013/04/24/world/asia/bangladesh-building-collapse/index.html?hpt=hp_t3. *CNN.com*.
- FELIX, O. C. (2008). *SISTEMAS DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD*. Lima, Perú.
- Fiscalía. (2018). Condenados directivos de constructora por desplome del edificio Space en Medellín.

- Medellín, Antioquia.
- FRANCO, J. D. (19 de 12 de 2013). *www.elcolombiano.com*. Obtenido de https://www.elcolombiano.com/historico/dos_inconsistencias_de_cdo_en_la_construccion_del_edificio_space-MAEC_274877
- García Ramírez, W. (2020). FENÓMENOS DE LO EFÍMERO. OTRAS ARQUITECTURAS EFÍMERAS EN COLOMBIA. Arquitecturas del sur. AS.
- Gutierrez, W. M. (24 de 04 de 2018). Portales de Blas de Lezo II, edificio de papel. *El Universal*.
- Ingenieros, S. C. (8 de febrero de 2018). Los coletazos de la caída del puente de Chirajara. *SCI en Medios*.
- Ingenieros, S. C. (6 de 11 de 2019). PRONUNCIAMIENTO DE LA SCI SOBRE LOS PROBLEMAS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS RECIENTES Y POSTERIORES A LA CAÍDA DEL EDIFICIO SPACE EN COLOMBIA. *Sociedad Colombiana de Ingeniería*.
- Isaza, D. R. (2014). El control de la construcción y el control urbano en Colombia: El caso Medellín y la Ruta Medellín Vivienda Segura 2014-2024; retos y oportunidades. (U. d. Andes, Ed.) *Revista de ingeniería*, 90-94.
- Jorge BENZAQUEN-DE LAS CASAS. (2018). La calidad en las empresas de Chile. *RFevista Espacios*, 17.
- Krauskopf, R. B. (2004). *Guía para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud*. Washington D.C.
- MADARIAGA SUAREZ, L. D. (2019). ESTUDIO DE CASO DESPLOME EDIFICIO PORTALES DE BLAS DE LEZO II. Manizales: Universidad Católica de Manizales.
- MARÍA VICTORIA CORREA. (2020). El Chirajara no lo diseñé en una servilleta”: Héctor Urrego. *El Colombiano*, <https://www.elcolombiano.com/colombia/hector-urrego-el-puente-chirajara-no-lo-disene-en-una-servilleta-FD13323565>.
- Martínez, F. (2021). Análisis Caso Space. Bogotá: Fundación Universitaria Agraria de Colombia.
- Mayeni Jones. (04 de 11 de 2021). *www.bbc.com*. Obtenido de <https://www.bbc.com/news/world-africa-59149228>
- Medellín, A. d. (2010). *Manual de gestión socioambiental para obras*.
- Ministerio de Ambiente, V. (2010). *REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIONES SISMORESISTENTES*. Bogotá: ACIS.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). Decreto Unico Reglamentario del Sector Vivienda No 1077 del 26 de mayo de 2017. Bogotá.
- Mulino de Ramos, E. (2021). LA ÉTICA EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO CIVIL. UNA VISIÓN FENOMENOLÓGICA HERMENÉUTICA. *REVISTA ARBITRADA DEL CIEG - CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS GERENCIALES (BARQUISIMETO - VENEZUELA)*, 100-114.
- Osborne, M. (27 de 07 de 2021). *www.abcnews.go.com*. Obtenido de <https://abcnews.go.com/US/victims-surfside-condo-collapse/story?id=78517075>
- Planeación, S. d. (2001). <https://midas.cartagena.gov.co>.
- Prensalibre. (11 de 06 de 2021). <https://www.prensalibre.com>. Obtenido de <https://www.prensalibre.com/internacional/nueve-personas-mueren-al-caerles-un-edificio-encima-en-corea-del-sur/>
- Repizo Canizalez, J. (2018). ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN PARA LA FALTGA DE ETICA EM CONSTRUCCIONES. *Universidad La Gran Colombia*.
- Rodolfo García Sierra. (2018). Megaproyectos y desastres ambientales: ¿qué está pasando? *Periodico Unal*.
- Salamanca Correa, R. (2066). Factores del Concreto que afectan la durabilidad. *Memoria de la conferencia presentada en el Seminario sobre "Durabilidad de estructuras de concreto reforzado"* (pág. 1). Bogotá: ACI Seccional Colombia.
- SANROMAN ARANDA, R. (2015). Los principios éticos y las obligaciones civiles. *Boletín mexicano de derecho comparado*, 31.

- Santiago, Q. G. (2018). VALORES ÉTICOS ENFOCADOS EN EL ÁMBITO DE LA OBRA CIVIL. (VALORES ÉTICOS ENFOCADOS EN EL CAMPO DE LA OBRA CIVIL.). *Observatorio de la economía latinoamericana*.
- SCI. (6 de noV de 2019). PRONUNCIAMIENTO DE LA SCI SOBRE LOS PROBLEMAS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS RECIENTES Y POSTERIORES A LA CAÍDA DEL EDIFICIO SPACE EN COLOMBIA. Bogotá, Colombia.
- Transporte, M. d. (2015). *Resolución 108 de 2015: "Por la cual se actualiza el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes y se adopta como NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES CCP-14"*. Bogotá.
- UNGRD. (19 de 01 de 2018). Decretan calamidad pública en Cartagena por riesgo de colapso de 16 edificios. Bogotá.
- URBANOS, C. N. (2022). *www.curadoresurbanos.org*. Obtenido de <https://www.curadoresurbanos.org/abc-del-curador-urbano/>
- Yela Garzon, C. A. (2020). Efectos jurídicos y económicos presentados por el desplome del edificio Space en el mercado inmobiliario, estudio de caso. Manizalez.

9. Anexos

Ficha de análisis documental

AÑO	REFERENCIA	UBICACIÓN	TIPO	APORTE
2019	FRANCO, J. D. (19 de Diciembre de 2013). https://www.elcolombiano.com/historico/dos_inconsistencias_de_cdo_en_la_construccion_del_edificio_space-MAEC_274877 . Obtenido de https://www.elcolombiano.com/historico/dos_inconsistencias_de_cdo_en_la_construccion_del_edificio_space-MAEC_274877	https://www.elcolombiano.com/historico/dos_inconsistencias_de_cdo_en_la_construccion_del_edificio_space-MAEC_274877	Artículo de periódico	Este artículo habla de las evidencias que dejó el geotecnista del proyecto y las inconsistencias constructivas, que pasaron por alto las recomendaciones dadas por él en su estudio de suelos y las decisiones de la constructora de alterar el diseño de las pilas constructivas en diámetro y en longitud, estas decisiones resultaron en los asentamientos excesivos que aceleraron el colapso del edificio. La constructora replica que son decisiones y situaciones normales que se presentan en obra. El artículo transcribe lo que dice el Presidente de la AIEA, la construcción debe cumplir de forma estricta a lo

AÑO	REFERENCIA	UBICACIÓN	TIPO	APORTE
				establecido a los estudios de sueños y estudio estructural.
2010	Ministerio de Ambiente, V. y. (2010). REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIONES SISMORESISTENTE S. Bogotá: ACIS.	Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. ACIS	Normativa	Los requisitos mínimos para el diseño y construcción de edificaciones nuevas, con el fin de que sean capaces de resistir las fuerzas que les impone la naturaleza o su uso y para incrementar su resistencia a los efectos producidos por los movimientos sísmicos
2017	Ministerio de Vivienda, C. y. (2017). <i>Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda No 1077 del 26 de mayo de 2017.</i> Bogotá.	Imprenta Nacional	Normativa	Objetivo. El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio tendrá como objetivo primordial lograr, en el marco de la ley y sus competencias, formular, adoptar, dirigir, coordinar y ejecutar la política pública, planes y proyectos en materia del desarrollo territorial y urbano planificado del país, la consolidación del sistema de

AÑO	REFERENCIA	UBICACIÓN	TIPO	APORTE
				ciudades, con patrones de uso eficiente y sostenible del suelo, teniendo en cuenta las condiciones de acceso y financiación de vivienda, y de prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico.
2020	Yela Garzón, C. A. (2020). Efectos jurídicos y económicos presentados por el desplome del edificio Space en el mercado inmobiliario, estudio de caso. Manizales	Universidad Católica de Manizales. Facultad de Ingeniería y Arquitectura.	Monografía especialización	Efectos económicos del caso del edificio Space en las nuevas construcciones de proyectos inmobiliarios de vivienda nueva. - Imposición de nuevos seguros y sus Efectos económicos en los nuevos proyectos inmobiliarios. -MATRIZ COMPARATIVA DE LOS EFECTOS ECONÓMICOS DERIVADOS DE LOS CAMBIOS JURÍDICOS EN EL SECTOR INMOBILIARIO

AÑO	REFERENCIA	UBICACIÓN	TIPO	APORTE
2018	Fiscalía. (2018). Boletín 23041. Condenados directivos de constructora por desplome del edificio Space en Medellín. Medellín Antioquia: Fiscalía.	https://www.fiscalia.gov.co/colombia/seccionales/condenados-directivos-de-constructora-por-desplome-del-edificio-space-en-medellin/	Artículo de noticia de la página oficial de la Fiscalía de la Nación	Caso Space. Detalle de las condenas proferidas por la Fiscalía General de la Nación a los directivos de la constructora CDO. Comenta que es la primera sentencia condenatoria por homicidio culposo por el desplome de una estructura en Colombia.
2017	Colprensa. (11 de Octubre de 2017). Dictaminan sentido de fallo condenatorio por desplome del Space. <i>El Universal</i> .	https://www.eluniversal.com.co/colombia/dictaminan-sentido-de-fallo-condenatorio-por-desplome-del-space-263925-EUEU376763	Artículo de periódico	Caso Space. Hace un resumen del fallo condenatorio inicial a dos de los directivos de la constructora, y las razones para este fallo, delito de homicidio culposo, indica que la fiscalía Demostró que hubo violación al deber objetivo de cuidado por parte de los diseñadores y constructores de la obra siniestrada “sí mismo, “hubo graves fallas en la utilización y mezcla de los materiales utilizados”. Según las pruebas obtenidas por el

AÑO	REFERENCIA	UBICACIÓN	TIPO	APORTE
				ente acusador, “la obra fue diseñada sin el respeto por las normas de sismo resistencia expedidas en los años 1998 y 2002”. Se planearon 22 pisos y fueron construidos 26.
2018	Cartagena, U. d. (2018). <i>Informe de patología estructural y vulnerabilidad sísmica: Edificio Portal de Blas de Lezo I.</i>	Repositorio Universidad de Cartagena.	Informe	Caso Blas. Informe completo de patología y vulnerabilidad sísmica realizado a los escombros del edificio Blas de Lezo, en el cual se demuestra deficiencias en los materiales constructivos, variaciones al diseño.
2018	Gutiérrez, W. M. (24 de 04 de 2018). Portales de Blas de Lezo II, edificio de papel. <i>El Universal</i> .	https://www.eluniversal.com.co/sucesos/portales-de-blas-de-lezo-ii-el-edificio-de-papel-276792-EBEU392170	Artículo de periódico	Caso Blas. Evidencia periodística de la falta de realización de estudios de suelos, y la improvisación de los constructores en el levantamiento de esta edificación. No cumplía con los reglamentos del Plan de Ordenamiento Territorial

AÑO	REFERENCIA	UBICACIÓN	TIPO	APORTE
				(POT), ni con las normas de sismo resistencia (parámetros que deben tener las construcciones en cuanto a sismos, vientos, incendios y el uso diario, Ley 400 de 1997, actualizada en el 2010, NSR10
2014	Hernandez Sampieri, R. (2014). <i>Metodología de la investigación</i> . México: Mc Graw Hill.	Google Académico	Literatura	El documento ofrece aporte desde la investigación.
2019	Ingenieros, S. C. (6 de noviembre de 2019). PRONUNCIAMIENTO DE LA SCI SOBRE LOS PROBLEMAS ESTRUCTURALES DE EDIFICIOS RECIENTES Y POSTERIORES A LA CAÍDA DEL	https://SCI.org.co/pronunciamiento-de-la-SCI-sobre-los-problemas-estructurales-de-edificios-recientes-y-posteriores-a-la-caida-del-edificio-space-en-colombia/	Pronunciamiento de la SCI	Caso Space. La sociedad Colombiana de Ingenieros, hace un pronunciamiento sobre la situación de los problemas estructurales de edificios recientes y posteriores a la caída del Space; menciona 20 edificios evacuados, por problemas estructurales en Medellín, llamados "hiperoptimizados". Menciona

AÑO	REFERENCIA	UBICACIÓN	TIPO	APORTE
	<p>EDIFICIO SPACE EN COLOMBIA. Bogotá, Colombia.</p>			<p>los foros, informes, comunicados que han realizado con el fin de promover buenas prácticas constructivas y la necesidad de ajustar las normas que al respecto existen. Y concluye que la única causa de estas situaciones se debe a ambición desmedida por las utilidades. enumera una lista de acciones que debe tomar el gobierno para evitar que sigan sucediendo este tipo de situaciones y tragedias futuras: Inspecciones de edificios, sanciones ejemplarizantes, reparto en las curadurías, Obligaciones de seguros, Escogencia independiente del revisor.</p>

AÑO	REFERENCIA	UBICACIÓN	TIPO	APORTE
2014	<p>Isaza, D. R. (2014). El control de la construcción y el control urbano en Colombia: El caso Medellín y la Ruta Medellín Vivienda Segura 2014-2024; retos y oportunidades. (U. D. Andes, Ed.) Revista de ingeniería, 90-94.</p>	<p>Revista de Ingeniería. Universidad de Los Andes. DOI: http://dx.doi.org/10.16924/riua.v0i41.789</p>	<p>Artículo de revista</p>	<p>Caso Space. Este documento plasma las conclusiones del estudio realizado por la firma Ingeniería Sísmica Estructural SAS; hace una reflexión que el fallo del edificio Space no solo es un problema aislado no es una falla estructural del sistema, en la parte legal de las construcciones. Se desconoció la revisión independiente, revisión de la curaduría, la ley 400, las regulaciones del POT, y afirma desconocimiento de estos temas por parte de los profesionales del sector de la construcción.</p> <p>hay una normativa en temas de construcción, pero hace falta la aplicación del sistema normativo, por falta de reglamentación o falta de ética de los profesionales.</p> <p>El sistema de curadurías no</p>

AÑO	REFERENCIA	UBICACIÓN	TIPO	APORTE
				estaba reglamentado para la fecha del colapso.
2019	MADARIAGA SUAREZ, L. D. (2019). ESTUDIO DE CASO DESPLOME EDIFICIO PORTALES DE BLAS DE LEZO II. Manizales: Universidad Católica de Manizales	https://repositorio.ucm.edu.co	Monografía especialización	Caso Blas. El documento ofrece un análisis desde la perspectiva de la prevención, atención y reducción de desastres. Se informan detalles del proceso constructivo y de colapso de la edificación. De las infracciones del constructor al no contar con licencia de construcción, no contar con los mínimos exigidos en el POT, y resultados de estudios patológicos realizados por la U de Cartagena. Falta de control y vigilancia de la Alcaldía de Cartagena.

AÑO	REFERENCIA	UBICACIÓN	TIPO	APORTE
				-Condena por el delito de urbanización ilegal, por el cual recibió una condena emitida por el Juez Primero Penal del Circuito de Cartagena a cuatro años y ocho meses de prisión y fue cobijado con el beneficio de detención domiciliaria.
2014	<p>Universidad de los Andes. (2014). CONCEPTO TÉCNICO EN RELACIÓN A LAS CAUSAS. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería.</p>	<p>https://uniandes.edu.co/</p>	Concepto técnico	<p>Recopilación de información. Brinda la información base para el estudio de caso.</p> <p>La causa primaria o principal del colapso del edificio SPACE se encuentra en la falta de capacidad estructural de las columnas principales de la edificación para resistir las cargas actuantes debidas al peso propio de la estructura y a las cargas de servicio impuestas.</p>
	<p>Martinez, F. (2021). <i>Análisis Caso Space.</i></p>	<p>Fundación Universitaria Agraria</p>	Artículo de revista.	El documento ofrece un análisis desde la ética, menciona la

AÑO	REFERENCIA	UBICACIÓN	TIPO	APORTE
	Bogotá: Fundación Universitaria Agraria de Colombia.	De Colombia Departamento de Ciencias Básicas		corrupción como única causa del desplome Space.
2018	El Tiempo, P. (26 de abril de 2018). Desplome del edificio Blas de Lezo. El tiempo.	https://www.eltiempo.com/justicia/investigacion/desplome-del-edificio-blas-de-lezo-210434	Artículo de periódico.	Caso Blas. Identifica el número de edificios construidos por los Quiroz, condena que hay contra el constructor.
2018	Repizo Canizalez, J. (2018). <i>ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN PARA LA FALTA DE ÉTICA EN CONSTRUCCIONES</i> . Bogotá: UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA.	https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5432/Estrategias_mitigacion_c3b3n_c3a9tica_construcciones.pdf?sequence=1&isAllowed=y	Monografía especialización	se requiere implementar estrategias para el control de la ética en el sector construcción, mediante evaluaciones periódicas a los profesionales vinculados, por parte del Gobierno Colombiano actualizar normatividad, realizar vigilancia y control a las edificaciones en el desarrollo de la construcción, otro aspecto fundamental es la formación para el trabajo la cual debe tener un enfoque en el aspecto legal por parte del personal vinculado desde la planeación

AÑO	REFERENCIA	UBICACIÓN	TIPO	APORTE
				de los proyectos hasta la culminación de los mismos
2020	<p>García</p> <p>Ramírez, W. (2020).</p> <p>FENÓMENOS DE LO EFÍMERO. OTRAS ARQUITECTURAS EFÍMERAS EN COLOMBIA.</p> <p>Arquitecturas del sur. AS.</p>	<p>http://dx.doi.org/10.2320/07196466.2020.38.057.03</p>	Revista	El documento ofrece un análisis desde las construcciones fallidas, efímeras, construidas para no ser habitadas, o demolidas antes de su uso.
2021	<p>DÍAZ, J. R. (2021).</p> <p><i>LOS INSTRUMENTOS PROCESALES DE LAS VICTIMAS DE CONTRATOS DE LEASING HABITACIONAL POR VIVIENDAS CONSTRUIDAS ILEGALMENTE</i></p>	<p>Universidad Simon Bolivar. Repositorio. https://bonga.unisim.edu.co/handle/20.500.12442/8994</p>	Monografía Maestría	No se evidencia dentro de las instituciones procesales vigentes en el ordenamiento jurídico colombiano una protección eficaz a las víctimas de construcciones ilegales que son usuarias de contratos de leasing, pues el Gobierno Nacional no ha regulado como causal de terminación del contrato, la imposibilidad de

AÑO	REFERENCIA	UBICACIÓN	TIPO	APORTE
	<p><i>VERSUS LAS ENTIDADES FINANCIERAS.</i> Barranquilla.</p>			<p>utilizar el inmueble por la privación al usuario del goce de este. Las víctimas fueron obligadas a desalojar los inmuebles por riesgo de desplome y no obstante ello, las entidades financieras ni siquiera han suspendido el cobro de los cánones de arriendo, los que se siguen generando y ante la imposibilidad de pago de los usuarios, estos son reportados en las centrales de riesgo. El Gobierno Nacional debe establecer controles que eviten el abuso por parte de las entidades financieras con los usuarios. Los jueces deben cumplir con el deber de hacer efectiva la igualdad de las partes en el proceso a través del decreto de pruebas de oficio.</p>