



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE TRABAJO Y COMPORTAMIENTO HUMANO**

Trabajo de fin de carrera titulado:

“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE CONTROL ANTE RIESGOS MECÁNICOS EN  
EL PROCESO DE DEMOLICIÓN TÉCNICA DE UN EDIFICIO QUE PRESENTA  
DEBILIDAD ESTRUCTURAL, UBICADO EN EL DMQ SECTOR IÑAQUITO”

Realizado por:

**ESTEFANI DAYANA ORAMAS OSORIO**

Director del Proyecto:

**ING. HENRY CÁRDENAS, MSc.**

Como requisito para la obtención del título de:

**INGENIERÍA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL**

Quito



## DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, ESTEFANI DAYANA ORAMAS OSORIO, con cédula de identidad # 1725293938, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Estefani Dayana Oramas Osorio

CI: 1725293938

# DECLARATORIA DEL DIRECTOR

## DECLARATORIA

El presente trabajo de titulación titulado:

“EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE CONTROL ANTE RIESGOS MECÁNICOS EN  
EL PROCESO DE DEMOLICIÓN TÉCNICA DE UN EDIFICIO QUE PRESENTA  
DEBILIDAD ESTRUCTURAL, UBICADO EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE  
QUITO SECTOR IÑAQUITO”

Realizado por:

**ESTEFANI DAYANA ORAMAS OSORIO**

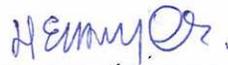
Como requisito para la obtención del título de:

**INGENIERÍA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

Ha sido revisado por el profesor

**HENRY CÁRDENAS**

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

  
HENRY CÁRDENAS

DIRECTOR

# DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES

## LOS PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

**FRANZ GUZMÁN**

**RUBÉN VÁSCONEZ**

Después de revisar el trabajo presentado,  
lo han calificado como apto para su defensa oral ante  
el tribunal examinador



Franz Guzmán



Rubén Vásconez

Quito, julio del 2019

## **DEDICATORIA**

A todos los trabajadores que se encuentran en el sector de la construcción y en especial para la familia de aquellos que ya no están, aquellos que perdieron su vida trabajando.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi familia por el apoyo incondicional, a la Universidad Internacional SEK, por permitirse ofertar una carrera tan humana como es Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, a los docentes Franz Guzmán, Rubén Vásconez y Pablo Dávila, por orientarme en estos últimos años de estudios que han sido fuente indispensable del conocimiento ahora adquirido.

A mi tutor Henry Cárdenas por la paciencia y entrega al guiar el presente trabajo de titulación.



## ÍNDICE

DECLARACIÓN JURAMENTADA .....	ii
<b>DECLARATORIA DEL DIRECTOR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES .....</b>	<b>iv</b>
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
CAPÍTULO I.....	6
INTRODUCCIÓN .....	6
1.1. El problema de investigación .....	6
1.1.1. Planteamiento del problema.....	6
1.1.1.1. Diagnóstico del problema.....	6
1.1.1.2. Pronóstico.....	10
1.1.1.3. Control del pronóstico.....	10
1.1.2. Objetivo general .....	11
1.1.3. Objetivos específicos.....	11
1.1.4. Justificación.....	11
1.2 Marco teórico .....	12
CAPÍTULO II .....	32
MÉTODO.....	32
2.1. Tipo de Estudio .....	32
2.2. Modalidad de investigación .....	32
2.3. Método-Investigación.....	32
2.4. Población y muestra. ....	43
2.5. Selección de instrumento de investigación .....	43
CAPÍTULO III.....	44
RESULTADOS.....	44
3.1. Presentación y análisis de resultados.....	44
3.1.1. Resultados del cuestionario 0. INSSST.....	44
3.1.2. Riesgos generales según GTC-45 resultados .....	48
3.1.3 Riesgos por actividades y zonas a derrocar.....	48
3.1.4. Riesgos mecánicos generales según William Fine resultados:.....	52
3.1.5. Resumen de grado de peligrosidad vs grado de repercusión por área a derrocar.....	55
3.1.6. Resumen de priorización para propuesta de control.....	56

3.1.7. Propuesta de control y costo por actividad dentro del período de duración del proyecto (45 días.).....	57
CAPÍTULO IV .....	62
DISCUSIÓN.....	62
4.1. Conclusiones .....	62
4.2. Recomendaciones.....	64
Bibliografía .....	65

### **Contenido de Ilustraciones**

Ilustración 1 Comparativo de la construcción vs PIB .....	7
Ilustración 2 Porcentaje de riesgos registrados en la empresa .....	8
Ilustración 3 Tipos de riesgos causantes de accidentes .....	9
Ilustración 4 Accidentes registrados por procesos .....	9
Ilustración 5 Partes de una línea de vida .....	23
Ilustración 6 Tipos de redes anti caída .....	26
Ilustración 7 Características técnicas de cuerdas.....	27
Ilustración 8 Mapa general de procesos .....	29
Ilustración 9 Área de bóveda .....	29
Ilustración 10 Área de placas de fibrocemento-hormigón .....	30
Ilustración 11 Lucernario y vigas perimetrales .....	30
Ilustración 12 Área de porticados de hormigón.....	31
Ilustración 13 Área de recubrimiento y losa de hormigón .....	31
Ilustración 14 Resultados de compromiso de la Dirección .....	45
Ilustración 15 Resultados de Organización Preventiva .....	46
Ilustración 16 Resultados Planificación Preventiva.....	46
Ilustración 17 Resultados Actuación Preventiva Básica .....	47
Ilustración 18 Riesgos dominantes según GTC-45 .....	48
Ilustración 19 Riesgos en derrocamiento general de hormigón .....	48
Ilustración 20 Riesgos en desmontaje de pasamanos .....	49
Ilustración 21 Riesgos en derrocamiento de mampostería .....	50
Ilustración 22 Riesgos en desmontaje de vigas de lucernario .....	50
Ilustración 23 Riesgos en derrocamiento de bóveda.....	51
Ilustración 24 Riesgos Derrocamiento general hormigón WF .....	52
Ilustración 25 Riesgos en desmontaje de vigas de lucernario .....	53
Ilustración 26 Riesgos en Demolición de bóveda.....	54
Ilustración 27 Grado de peligrosidad por actividad .....	55
Ilustración 28 Grado de repercusión por actividad.....	55
Ilustración 29 Jerarquía de controles por actividad.....	60
Ilustración 30 Porcentaje total según jerarquía de controles.....	61
Ilustración 31 Costo de implementación por actividad .....	61

## Contenido de Tablas

Tabla 1 Cuestionario "0" INSST .....	33
Tabla 2 Categoría de daño .....	35
Tabla 3 Nivel de exposición .....	36
Tabla 4 Nivel de consecuencias.....	36
Tabla 5 Niveles de probabilidad .....	36
Tabla 6 Significado del Nivel de Probabilidad .....	37
Tabla 7 Nivel de Consecuencias .....	37
Tabla 8 Nivel de Riesgo y de intervención .....	37
Tabla 9 Tabla de priorización .....	38
Tabla 10 Valores para consecuencias.....	39
Tabla 11 Valores para exposición.....	39
Tabla 12 Para cálculo de probabilidad .....	40
Tabla 13 Rango para Grado de Peligrosidad .....	40
Tabla 14 Puntuación según expuestos.....	41
Tabla 15 Factor de coste .....	42
Tabla 16 Grado de corrección .....	42
Tabla 17 Resultados de Priorización por actividad .....	56
Tabla 18 Propuesta de control vs costos en Derrocamiento general de hormigón .....	57
Tabla 19 Propuesta de corrección vs costos en Desmontaje de pasamanos.....	58
Tabla 20 Propuesta de corrección vs costo en derrocamiento de mampostería <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 21 Propuesta de control vs costos en Desmontaje de vigas de lucernario .....	59
Tabla 22 Propuesta de control vs costos en demolición de bóveda.....	60

## RESUMEN

La presente investigación se basó en una evaluación y propuesta de control ante riesgos mecánicos para la demolición técnica de un edificio de 8 pisos que presenta debilidad estructural, evaluación y propuesta de control imprescindible para garantizar la minimización de ocurrencia de accidentes dentro del proceso. Se utilizaron metodologías reconocidas como GTC-45 para una identificación global y William Fine para una evaluación específica de riesgos mecánicos. También se aplicó el cuestionario de Gestión Preventiva propuesto por el INSST para evaluar a través de elementos claves la percepción que tienen los operarios en cuanto a gestión preventiva dentro de la empresa. La muestra para la aplicación de las metodologías y el cuestionario fue de 14 trabajadores todos pertenecientes al área operativa.

## ABSTRACT

The present investigation was based on an evaluation and proposal of control against mechanical risks for the technical demolition of a building that presents structural weakness, evaluation and proposal of essential control to guarantee the minimization of occurrence of accidents within the process. Recognized methodologies are used like GTC-45 for a global identification and William Fine for a specific evaluation of mechanical risks. The Preventive Management questionnaire proposed by the INNST was also applied to evaluate, through key elements, the perception that operators have regarding preventive management within the company. The sample for the application of the methodologies and the questionnaire was 14 workers all belonging to the operational area.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1.El problema de investigación

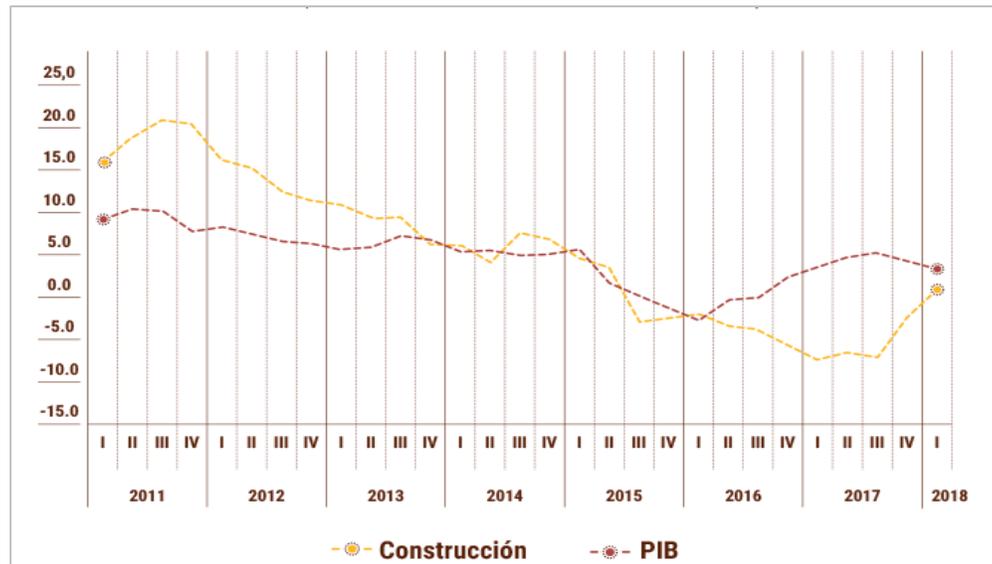
#### 1.1.1. Planteamiento del problema

##### 1.1.1.1.Diagnóstico del problema

En la actualidad uno de los ejes a potenciar y que han ido recuperándose en los últimos cuatro años dentro de las actividades productivas del país es el área de la construcción y obra civil, misma donde proyectos de edificación, sistemas viales, espacios recreacionales, entre otros, han creado una reactivación económica, generando de esta manera mayor empleo, consumo de productos y mayores oportunidades de inversión.

Como sinergia de lo mencionado las empresas dedicadas a brindar servicios específicos para obras civiles también se han ido adaptando al gran requerimiento del mercado, es decir, la construcción. A este proceso de innovación podemos atribuirle la utilización de materiales de mayor calidad, incorporación de nuevas tecnologías en cuanto a equipos de trabajo y por ende la mejora de los procesos involucrados en cada ejecución.

Ilustración 1 Comparativo de la construcción vs PIB



Fuente: Revista digital ekosnegocios 2018

Sin embargo, pese a que el panorama económico analizado cuenta con una perspectiva positiva, no es el mismo caso cuando hablamos de siniestralidad registrada en nuestro país, referente al área de la construcción. Pues el número de casos de accidentabilidad y rezagos de los mismos se ven sumergidos en un profundo análisis técnico, sociocultural y educativo.

Dentro de este análisis podemos citar las estadísticas presentadas por la Organización Internacional del Trabajo, en las que se evidencian que las causas de los accidentes leves de origen mecánico representan un 29% por manipulación de objetos, un 22% trabajos con herramientas manuales y el 49% restante constituyen factores de riesgo no mecánicos. En cuanto a los accidentes graves y mortales menciona que la caída de personas representa un 32%, la rotura de materiales con un 24%, pérdida de control de máquinas con un 14% y un 30% se atribuye otros factores.

En el Ecuador, dentro de las estadísticas emitidas por el IESS, los accidentes mortales constituyen un 16 % en el área de la construcción seguido por la industria y la agricultura.

Como datos de la empresa a estudiar contamos con las siguientes estadísticas; se cuenta con un registro de alrededor de 11 accidentes, no reportados, desde junio del 2018 hasta el presente año, de los cuales el 100% de los mismos corresponden a los factores mecánicos como riesgos de origen, de esta totalidad el 88% de los siniestros se dieron dentro de horas laborables y el 12% in itinere.

*Ilustración 2 Porcentaje de riesgos registrados en la empresa*



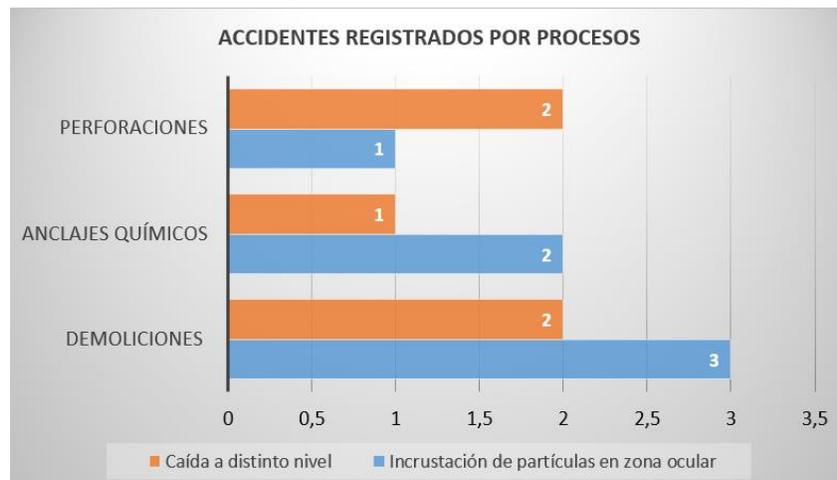
*Fuente: realizado por el autor*

Ilustración 3 Tipos de riesgos causantes de accidentes



Fuente: realizado por el autor

Ilustración 4 Accidentes registrados por procesos



Fuente: realizado por el autor

La empresa en estudio no cuenta con la debida identificación, evaluación y control de los riesgos inherentes a las actividades y carece de un programa de capacitaciones y adiestramiento para el correcto uso tanto de las nuevas como antiguas maquinarias utilizadas en los distintos procesos. Evidenciando de esta manera una gestión deficiente en

cuanto al control de riesgos mecánicos, mismos que son la principal causa de los índices de accidentabilidad dados en la empresa.

#### 1.1.1.2. Pronóstico

Debido a la inexistencia de un análisis integral de riesgos mecánicos en procesos de demolición y tomando en cuenta que la organización seguirá brindando este tipo de servicios a la industria de la construcción, los trabajadores involucrados en este proceso se encontrarán expuestos a trabajos de alto riesgo y sin los debidos controles jerárquicos, por lo que se puede determinar que la inexistencia de la presente investigación puede dar paso a nuevos incidentes y accidentes laborales, así como fatalidades.

De esta manera no solo se vería afectada la integridad física y mental de los trabajadores y su entorno social, sino también la estabilidad económica y productiva de la empresa al enfrentar ausencia laboral e indemnizaciones, así como multas por el incumplimiento de la normativa legal vigente ecuatoriana.

#### 1.1.1.3. Control del pronóstico

El análisis integral para una evaluación y propuesta de control de riesgos mecánicos presente en procesos de demolición mediante la matriz de identificación GTC 45, la medición y evaluación de riesgos mecánicos más significativos y la determinación de medidas de control por jerarquías, permitirá obtener un control más eficiente frente a los riesgos mecánicos y por ende menor siniestralidad y eliminación de los costos que estos representan.

### 1.1.2. Objetivo general

Generar una evaluación integral frente a riesgos mecánicos que permitan un adecuado control del riesgo dentro del proceso de demolición a través de metodologías reconocidas para minimizar la ocurrencia de incidentes y accidentes involucrados en dicha actividad.

### 1.1.3. Objetivos específicos

- Aplicar el cuestionario de percepción en gestión preventiva del INSST a los operarios involucrados a fin de realizar un sondeo preliminar de percepción.
- Identificar los riesgos inherentes a las actividades que forman parte de la demolición técnica a ejecutar, mediante la matriz GTC-45.
- Medir y Evaluar los riesgos mecánicos más significativos aplicando la metodología William Fine.
- Proponer las medidas de control mediante la jerarquía de controles propuesta por la ISO 45001:2018 .

### 1.1.4. Justificación

Tomando en cuenta que la causa principal de los accidentes graves y mortales en el área de la construcción son de origen mecánico, según la Organización Mundial de La Salud (OIT, 2018). También evidenciando las estadísticas emitidas por Riesgos del Trabajo en las que se reporta accidentabilidad en todas las fases de obra civil, y, al realizar un análisis de la normativa legal vigente, encontramos que la empresa en

estudio no cuenta con la suficiente gestión técnica para asegurar la prevención de incidentes y accidentes.

Por este motivo se hace indispensable una evaluación y propuesta de control ante los riesgos mecánicos en el mencionado proceso. Por lo tanto, la presente investigación tiene el afán de proporcionar un cumplimiento técnico, legal y ético que respalda la esencia de la seguridad industrial; cuidar del bienestar físico y mental de los trabajadores. A su vez ayudará a la empresa en estudio a implementar las propuestas de control basándose en una investigación técnica, evitando de esta manera la reducción de accidentes y por ende gastos generados por multas de parte de los entes de control.

También servirá como pauta para aquellos profesionales que necesiten saber sobre prevención de riesgos mecánicos en procesos de demolición técnica.

## 1.2 Marco teórico

### **Definiciones**

- Demolición mecánica: la demolición mecánica es el conjunto de operaciones organizadas para demoler de forma parcial o total una construcción (edificación o estructura), con empleo mayoritario de equipos mecánicos, por técnicas de empuje, tracción, impacto o fragmentación. ( Madrid Ruiz, 2015)

La demolición mecánica se basa en el empleo de equipos portantes (robots, excavadoras) con implementos específicos de demolición (martillos, demoledores primarios, demoledores secundarios, multiprocesadores, etc.) ( Madrid Ruiz, 2015)

- Demolición manual: es un conjunto de operaciones organizadas para demoler de forma parcial o total una construcción, con empleo mayoritario de medios manuales. Este tipo de demoliciones se efectúan cuando las circunstancias del objeto a demoler lo aconsejen o, sobre todo, si se requiere un nivel especial de precisión, por ejemplo, si se necesita salvaguardar elementos constructivos cercanos o nexos. ( Madrid Ruiz, 2015)
- Reforzamiento estructural: acción preventiva o reactiva ante la susceptibilidad o fragilidad que tiene un elemento de sufrir daños o pérdidas, a fin de reducir el riesgo de verse afectado ante eventos físicos peligrosos. ( Madrid Ruiz, 2015)
- Riesgo mecánico: se entiende por riesgo mecánico al conjunto de factores que pueden dar lugar a una lesión por la acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar o materiales proyectados, sólidos o fluidos. (Incotec Internacional, 2012)
- Matriz de Riesgo GTC-45: guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. (Incotec Internacional, 2012)
- Maquinaria de corte mural: máquina compuesta por motor y disco de diamante de diámetro variante. (Mapfre, 2018)
- Herramientas de mano: dentro de este grupo se encuentran todas las herramientas en las que únicamente se emplea la fuerza humana para su uso (martillos, destornilladores, alicantes, cinceles, llaves, et.) (Mapfre, 2018)
- Herramientas manuales aislantes: Son aquellas que se utilizan en trabajos eléctricos en instalaciones de baja tensión, las cuales deben estar dotadas de un aislamiento de seguridad adecuado. (Mapfre, 2018)

- Herramientas mecánicas manuales: Son aquellas herramientas que son soportadas durante su funcionamiento normal, y su accionamiento puede ser eléctrico, neumático, por combustibles líquidos u operados por pólvora. (Mapfre, 2018)
- Máquina: Conjunto de piezas u órganos unidos entre sí, de los que uno al menos es móvil, en su caso, de órgano de accionamiento, circuitos de mano y de potencia, etc., (Mapfre, 2018)
- Seguridad de una máquina: Aptitud de una máquina para cumplir su función, para ser transportada, instalada, ajustada, mantenida, desmantelada y retirada en las condiciones de uso previsto especificadas en el manual, sin causar lesiones o daños a la salud. (Mapfre, 2018)
- Brocas diamantadas: coronas de distinto diámetro que en conjunto de los motores permiten una perforación rápida y uniforme en el hormigón armado (Mapfre, 2018)
- Demoliciones en edificaciones: Existen varias alternativas para la ejecución de demoliciones en edificaciones. Para la selección del método adecuado es necesario valorar una serie de factores que se pueden englobar en cuatro grupos:
  - Condiciones locales; referente a la ubicación de la obra, alrededores, espacio disponible, ordenanzas locales y exigencias ambientales vigentes.
  - Tipo de obra: estructura de la edificación, material utilizado en su construcción y estado de conservación.
  - Volumen a demoler: factor muy importante sobre la maquinaria a utilizar y
  - Plazo de ejecución. (Nieto, 2005)
- Demolición con herramienta de mano: se utiliza para derribos de pequeña envergadura o como tarea preparativa de otros métodos de demolición. Se usan

martillos manuales que pueden ser neumáticos, eléctricos o hidráulicos. El orden de demolición debe ser inverso al de la construcción.

Este tipo de demolición se suele usar cuando no existe suficiente espacio para la maquinaria de derribo o cuando ésta no tiene suficiente alcance. La retirada de escombros suele realizarse con contenedores, la carga de dichos contenedores se realiza manualmente a través de cintas transportadoras o mini cargadoras. (Nieto, 2005)

- Demolición con martillo hidráulico sobre máquina: estos martillos cuya masa oscila entre 50 Kg. Y 3500 Kg., se montan sobre equipos de maquinaria pesada o sobre mini máquinas. Tienen la ventaja de poseer una mayor potencia de percusión y de empuje, reportando un rendimiento considerablemente más grande. (Nieto, 2005)
- Demolición con cizalla hidráulica: para el uso de cizallas o mordazas que tienen una gran fuerza de tracción y ruptura, se requiere que las máquinas sobre las que vayan montadas tengan una gran estabilidad. (Nieto, 2005)
- Demolición con ariete de golpe: es el método más antiguo dentro de los que utilizan maquinaria pesada. La masa del ariete puede variar entre 500Kg y 5000 Kg por lo que es muy importante que la capacidad y el tamaño de la maquina estén adaptados a su masa. (Nieto, 2005)
- Demolición mediante empuje o tracción: se efectúa empujando lateralmente, en sentido horizontal, con el cucharón de una excavadora. El edificio debe derribarse hasta la altura apropiada al alcance de la máquina. Es imprescindible que la excavadora tenga una gran estabilidad. Es un método rápido y de bajo riesgo,

además no requiere la adquisición de accesorios específicos de demolición. (Nieto, 2005)

- Demolición mediante fracturación: es empleada cuando no hay posibilidad de utilizar explosivos para fragmentar grandes masas. Dicho método no produce sacudidas, el nivel de ruido es menor, no levanta polvo y no se proyectan fragmentos por lo que produce una carga ambiental muy baja, se puede utilizar este método como complementos de otros como la demolición manual. (Nieto, 2005)
- Demolición por corte y perforación: el aserrado produce unos cortes lisos de dimensiones exactas, por ello este método se utiliza para sacar partes enteras o como medida de seguridad para crear una zona en vistas a demolición. Este método requiere menos trabajo de preparación que el picado con herramientas percutoras. Se usan sierras circulares para hacer cortes horizontales o verticales en el hormigón hasta una profundidad de 40 cm. Para el enfriamiento de las hojas diamantadas y la limitación del polvo es necesario abundante suministro de agua. (Nieto, 2005)
- Demolición por voladura controlada: Las demoliciones por voladura controlada constituyen un tipo de obra especial dentro del campo de aplicación de los explosivos, tanto por su dificultad técnica como por la singularidad de los resultados que integran la rapidez, seguridad y economía. Este método consiste en la perforación y voladura de las bases de sustentación de un edificio, de tal manera que al producirse la detonación de las cargas explosivas, la edificación entre en colapso y se auto destroce al caer, siguiendo una dirección de vuelco prefijada de antemano, mediante el adecuado posicionamiento y secuencia de las cargas. (Nieto, 2005)

### **Notas Técnicas de Prevención vinculada**

NTP 258: En la actualidad, en cuanto a seguridad para demoliciones técnicas podemos encontrar la NTP 258 que está enfocada a prevención de riesgos en demoliciones manuales, la cual nos entrega una información macro acerca de las fases de demolición antes, durante y después, en la que engloba visita previa del área, planos y elementos a utilizar, así como riesgos asociados y medidas preventivas desde un enfoque generalizado. (INSST, 2002)

### **Investigación para Código de ejecución segura y sostenible en demoliciones.**

El crecimiento experimentado por el sector de la construcción en los últimos años ha originado un mayor número de edificaciones e infraestructuras a demoler, debido en gran parte a la necesidad de suelo edificable o de habitabilidad básica, sobre todo en las áreas urbanas. A su vez, exigencias de mercado y elevados costes de mantenimiento han obligado a demoler y a desmantelar en grandes áreas industriales, buscando nuevos desarrollos que recuperen instalaciones ya obsoletas.

Es por ello que la demolición y desmantelamiento se han convertido en operaciones fundamentales y muy frecuentes ligadas al auge de la obra civil y al desarrollo urbano e industrial. Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) constituyen la mayor categoría de residuos en Europa: alcanzan un 31% de todos los residuos producidos en Europa Occidental. Gonzáles, Díaz y Rodríguez. (2011). Nota técnica, Ejecución segura y sostenible de demolición y desmantelamiento

Por lo tanto, la demolición y el desmantelamiento tienen una gran relevancia en la ejecución de nuevas obras, tanto por el elevado número de operaciones que se realizan cada año y la ausencia de normativa específica en el caso particular de España, como por su especial influencia en aspectos tan destacados como la seguridad y salud y los costes finales; son, además, claves para optar al desarrollo sostenible (que requiere del reciclaje y la reutilización como parte fundamental de la obra desarrollada).

Otro modo de referirse a la demolición es empleando el término deconstrucción como antítesis de la “construcción”; implica una minimización del impacto ambiental gracias a la disminución en las cantidades de nuevos productos a fabricar y a la reducción de los volúmenes de residuos inertes a incorporar a los vertederos. (Gonzales & Rodriguez, 2011)

En conclusión y como resumen, dicha investigación hace referencia al crecimiento en el sector de la construcción en España, que busca desarrollarse y recuperar instalaciones ya obsoletas, atribuyendo a las operaciones de demolición como fundamentales en este objetivo y aceptando el alto riesgo que estas actividades implican en el proceso. También hace un análisis normativo a nivel europeo en el que se abordan temas medioambientales y operativos para una ejecución segura y sostenible. Como desarrollo del mismo nos menciona algunas notas técnicas generales que desde la planificación y ejecución hasta el seguimiento de la disposición final de los escombros.

### **Ordenanzas y licencias municipales vinculadas**

- Ordenanza metropolitana Nro. 0138: Ordenanza de Modernización de los Servicios de Gestión Territorial en el Distrito Metropolitano de Quito que reforma la Ordenanza Metropolitana Nro. 095 y Nro. 107 del Régimen del Suelo del Distrito Metropolitano de Quito.
- Licencia de Trabajos Varios: documento legal como requisito para la autorización de ejecución de demoliciones, modificaciones o reparación de construcciones existentes, emitido por la Administración Zonal respectiva.
- Certificación de Competencia en Riesgos Laborales

### **Normativas ecuatorianas vinculadas a SSO en demoliciones**

- AM 174 Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas.

Dentro de este cuerpo legal podemos encontrar las siguientes indicaciones en cuanto a demoliciones;

Antes de la ejecución se cumplirá con lo siguiente:

- Examinar la resistencia de los distintos elementos a demoler y su influencia sobre la estabilidad del conjunto y sobre las obras vecinas
- Planificar cronológicamente la demolición para evitar que en ningún momento ciertas partes de la construcción sean sometidas a esfuerzos superiores a los que puedan resistir, y, estudiar las medidas de protección que deben ser adoptadas. Entre otras también nos menciona la supresión de las acometidas de agua y electricidad, eliminación de elementos poco estables y susceptibles de provocar derrumbamientos fortuitos.

- Los apuntalamientos de los distintos niveles y el control en el ingreso de visitas al área también forman parte de las indicaciones previas a la ejecución de demolición.
- Durante el proceso el Reglamento dentro del art. 44 nos menciona acerca de la caída y evacuación de materiales, en la que se especifica que a fin de prevenir lo mencionado se deberán instalar dispositivos que formen una superficie de recogida, también prohíbe arrojar escombros y materiales desde las plantas superiores al suelo, debiendo transportarse estos por medios adecuados como; cintas, rampas, tolvas y similares

En cuanto a la demolición manual el art 45 nos menciona lo siguiente; la ejecución de estos trabajos se realizará utilizando como sistema de protección colectiva, preferentemente, andamios sobre pórticos reticulares metálicos. Cuando esto no sea posible, se deberán instalar cables o dispositivos adecuados para que puedan sujetarse a ellos los cinturones de seguridad.

La regla general será conducir la demolición piso a piso.

Se conservarán las escaleras y las losas el mayor tiempo posible para el acarreo de los objetos, siempre que conserven las debidas garantías de seguridad y resistencia.

Las aberturas que existan en el suelo, de dimensiones suficientes para permitir la caída de un trabajador, deberán ser cubiertas al nivel del piso o protegidas reglamentariamente. (Gallardo Valarezo, 2017)

## **Sistemas de protección colectiva- Línea de vida**

Línea de anclaje flexible: Elemento flexible (cable, cuerda, cinta) diseñado por el fabricante para soportar las solicitaciones (tensión) eventuales en caso de detención de una caída.

Punto de anclaje móvil: Elemento que se desliza por la línea al que puede ser sujetado el equipo de protección individual contra caídas. No todas las líneas disponibles en el mercado lo utilizan. Si el fabricante ha diseñado la línea contando con este punto será obligatorio utilizarlo siempre.

Longitud total: Distancia entre los dos anclajes de extremidad, que en la práctica es también la longitud de la línea de anclaje flexible. •Longitud de vano o paso: Distancia máxima entre dos anclajes intermedios consecutivos. Influye de forma determinante en la flecha producida cuando la línea detiene una caída. Cuanto menor sea esta longitud, menor será la flecha y la tensión que se produce.

Altura de la línea: Distancia entre la línea de anclaje y la superficie que pisa el usuario (suelo del puesto de trabajo que presenta el riesgo de caída de altura). Siempre que sea posible la línea de anclaje se situará por encima del punto de conexión del arnés.

Distancia libre disponible: Diferencia de altura entre el plano de trabajo con riesgo de caída y el nivel inferior donde se detendría la caída de una persona que no estuviera protegida.

Altura libre mínima requerida: Diferencia de altura necesaria para frenar con seguridad una caída. Esta altura debe ser inferior a la distancia libre disponible.

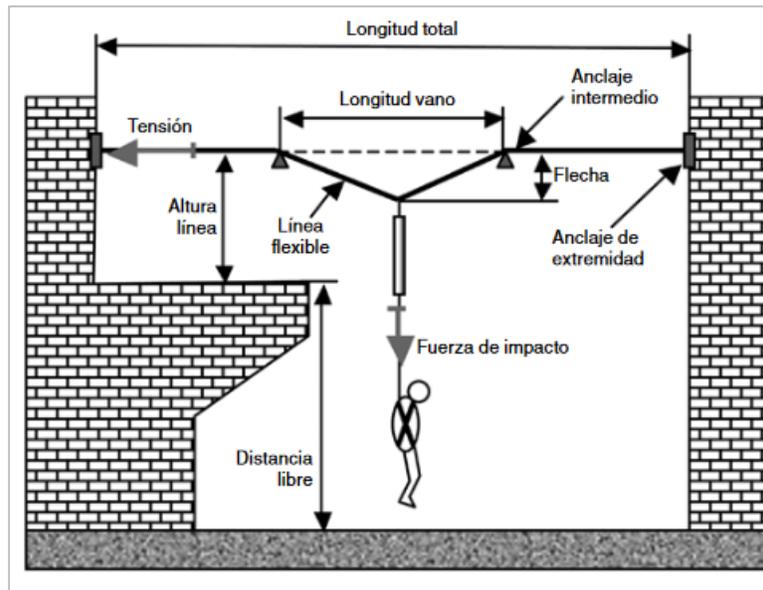
Tensión: Esfuerzos inducidos en la línea flexible debidos a la parada de una caída.

Absorvedor de energía de la línea: Elemento situado habitualmente en los extremos de la línea (también lo podemos encontrar en los soportes o en otros puntos de la línea) cuya misión es reducir la tensión producida en la línea y transmitida a la estructura. Pueden llevar un testigo que indica si se ha producido una caída. No todas las líneas necesitan este elemento, depende de sus especificaciones y de los resultados del cálculo de esfuerzos. El fabricante nos confirmará esta necesidad. No se debe confundir con el Absorvedor de energía incluido en la conexión del usuario.

Fuerza de impacto: Fuerza máxima que recibe el cuerpo durante la parada de una caída. Dicha fuerza se transmite a la estructura mediante la línea y los anclajes que la sujetan. Por ser flexible la línea y detener una fuerza perpendicular a ella, el esfuerzo que llega a la estructura puede ser muy superior a la fuerza de impacto. Esta fuerza de impacto coincide con la fuerza de frenado definida en la norma UNE-EN 363. Factores técnicos:

Resistencia de la estructura de recepción. La estructura debe soportar los esfuerzos que se transmiten en una caída. Para ello no siempre es suficiente con conocer las fuerzas en las extremidades y puntos intermedios. A veces la unión entre la línea y la estructura se hace a través de soportes que generan un momento en la estructura. Ésta es una de las causas por las que en ocasiones no se pueden colocar soportes tan altos como se quiera y la línea queda en una posición baja.

Ilustración 5 Partes de una línea de vida



Fuente: Norma UNE-EN 795

De acuerdo con la norma UNE-EN 795, tanto la línea como todos los elementos resistentes que tienen como función fijar la línea de anclaje a la estructura portante, deben tener un factor de seguridad dos.

Número de personas que pueden utilizar la línea. Es un factor determinante en las tensiones transmitidas por la línea. El número de anclajes intermedios también influye en estas tensiones, así como la existencia de absorbedores de energía de la línea.

Número de personas que pueden utilizar la línea. Es un factor determinante en las tensiones transmitidas por la línea. El número de anclajes intermedios también influye en estas tensiones, así como la existencia de absorbedores de energía de la línea.

La distancia libre disponible. Será de gran importancia para calcular el número de soportes intermedios necesarios, puesto que de ellos depende la flecha. También obligará a una altura mínima de la línea y será decisiva para conocer el equipo de conexión entre el usuario y la línea que se puede utilizar. En ocasiones la distancia libre disponible no se debe medir hasta el suelo, sino que puede haber otras limitaciones como maquinaria dentro de una nave o cables de tensión eléctrica en un puente grúa. También puede depender de variables como la distancia entre las correas de una cubierta.

La atmósfera circundante en la que se instala la línea. Es importante para elegir el tipo de material de la instalación. Así por ejemplo para atmósferas corrosivas presentes en algunas industrias existen líneas protegidas, si la línea está a la intemperie y es textil deberá contar con protecciones para radiaciones ultravioleta y para el resto de posibles agentes degradantes.

Se debe tener en cuenta como realizar un rescate de una persona suspendida de la línea. Cuanto mayor sea el vano, la flecha aumenta y es más complicado el rescate de una persona.

Si los vanos son grandes y puede haber dos personas trabajando en el mismo vano, la caída de uno de ellos puede arrastrar al otro, especialmente si la flecha es importante. Una nota de cálculo suministrada por el fabricante (que especificará el comportamiento mecánico de la línea de anclaje en caso de caída en función de los distintos parámetros geométricos) permitirá al responsable del diseño de la instalación determinar la longitud de vano idónea. En otras ocasiones se debe hacer

la nota de cálculo a partir del dato del vano disponible, para conocer la viabilidad de la línea.

La altura de la línea se determinará gracias a la nota de cálculo dónde se estudiará el comportamiento mecánico de la línea de anclaje suministrada por el fabricante, de acuerdo con la distancia libre disponible de la zona a proteger.

Cada instalación debería contar con una nota de cálculo particular en la que se tengan en cuenta todas las variables concretas de esa línea. (Normalización Española, 2012)

### **Sistema de protección colectiva- redes anti caída**

Las redes de seguridad son un equipo de protección colectiva cuyo objeto es evitar la caída de personas o recoger personas que caen desde cierta altura, minimizando el impacto de la caída.

Aplicando los principios de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales debe intentarse en primer lugar eliminar el riesgo de caída de altura con acciones preventivas. Si no fuera posible, se utilizarán medios de protección colectiva controlando el riesgo y reduciendo sus efectos. Por lo tanto, se dará prioridad a las redes de seguridad que evitan la caída respecto a las que sólo limitan o atenúan las posibles consecuencias. Las redes de seguridad pueden usarse también combinadas con la utilización de EPI anti caídas.

Sistemas de redes:

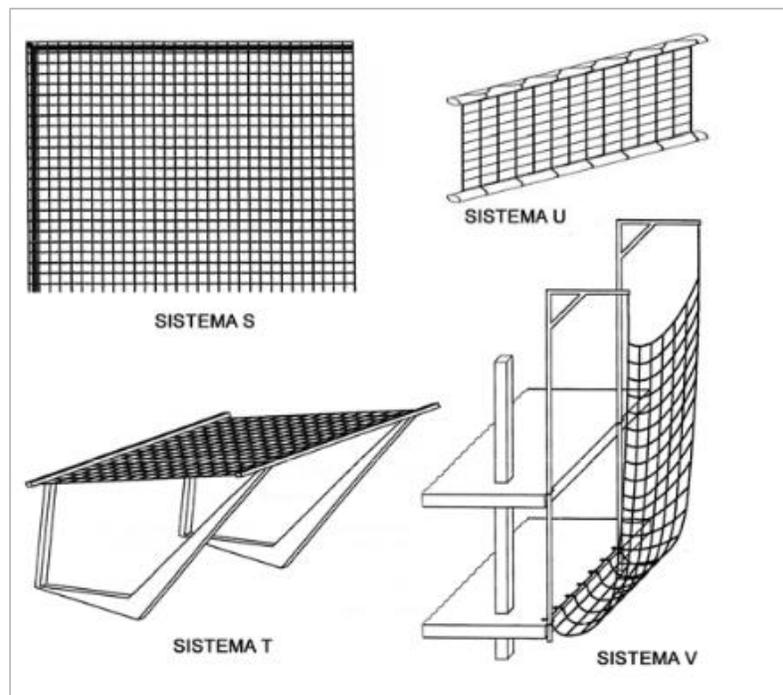
Sistema S: Red de seguridad con cuerda perimetral.

Sistema T: Red de seguridad sujeta a consolas para su utilización horizontal.

•Sistema U: Red de seguridad sujeta a una estructura soporte para su utilización vertical

Sistema V: Red de seguridad con cuerda perimetral sujeta a un soporte tipo horca

*Ilustración 6 Tipos de redes anti caída*



*Fuente: Norma UNE-EN 1263*

Cuerdas:

Las cuerdas utilizadas en las redes de seguridad se denominan según su uso:

- cuerda de malla: cuerda con la que están fabricadas las mallas de una red.
- cuerda perimetral: cuerda que pasa a través de cada malla en los bordes de una red y que determina las dimensiones de la red de seguridad.

- cuerda de atado: cuerda utilizada para atar la cuerda perimetral a un soporte adecuado.
- cuerda de unión: cuerda utilizada para unir varias redes de seguridad.

La resistencia mínima a la tracción que la norma UNE-EN 1263:2004 establece para las cuerdas, según uso y sistema de red, es la siguiente:

*Ilustración 7 Características técnicas de cuerdas*

USO	TIPO DE SISTEMA	RESISTENCIA (kN)	MATERIAL	DIÁMETRO
<b>Cuerda perimetral</b>	S-V	30-20	Poliamida	12-10 mm
<b>Cuerda de atado un ramal</b>	S-V	30-20	Poliamida	12--10mm
<b>Cuerda de atado doble ramal</b>	S-V	15—10	Poliamida	8.5-7mm
<b>Cuerdas de unión</b>	S-T-U-V	7,5	Poliamida	6mm

*Fuente: UNE-EN 1263 – realizado por el autor*

Las cuerdas utilizadas en las redes de seguridad deben estar certificadas y su designación debe incluir la referencia a esta norma europea, denominación de la cuerda y su longitud en metros.

La norma UNE-EN 1263:2004 establece que el fabricante de redes de seguridad debe entregar en cada envío la siguiente información:

- Marcado y etiquetado, incluida la designación de la red de seguridad.
- Manual de instrucciones.

- Vida útil de la red de seguridad (Normalización Española, UNE-EN 1263-1, 2018)

### **Protección Colectiva – Barandillas para borde**

Las características de los sistemas provisionales de protección de borde vienen determinadas por la norma UNE-EN 13374:2004. Dichos sistemas se emplean para prevenir la caída de personas y objetos a un nivel más bajo desde tejados, bordes, escaleras y otras áreas donde se requiera protección.

**Sistema de protección de borde:** Es el conjunto de componentes destinados a proteger a las personas contra caídas a un nivel inferior y al mismo tiempo retener posibles caídas de materiales a niveles inferiores.

**Barandilla principal:** Es el larguero o elemento continuo que forma la parte superior del sistema de protección de borde. Debe tener una altura mínima medida perpendicularmente a la superficie de trabajo de 1 m.

**Barandilla intermedia:** Es el larguero que va situado entre la barandilla principal y la superficie de trabajo. Si se dispone de barandilla intermedia, cualquier apertura no debe dejar pasar una esfera de más de 470 mm de diámetro.

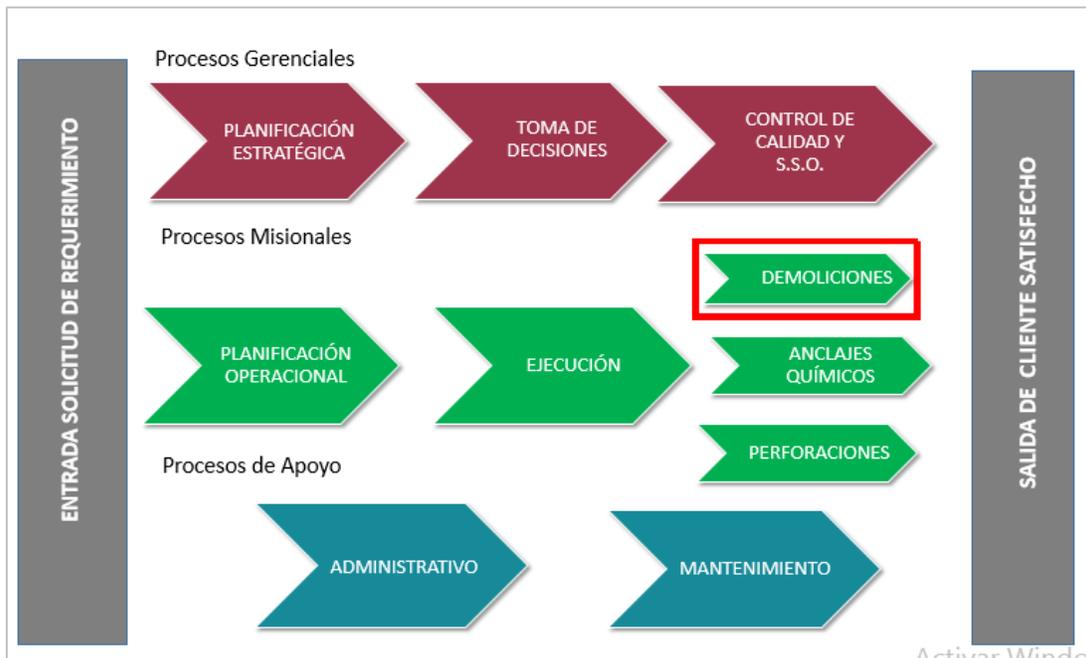
**Protección intermedia:** Es la barrera de protección formada entre la barandilla y la superficie de trabajo.

**Plinto o rodapié:** Es el elemento vertical específicamente previsto para prevenir la caída o deslizamiento de materiales o personas fuera de una superficie. Su altura mínima debe ser al menos de 150 mm. y no debe dejar pasar una esfera de 20 mm.

entre la superficie de trabajo y este elemento. (Normalización Española, UNE-EN 13374)

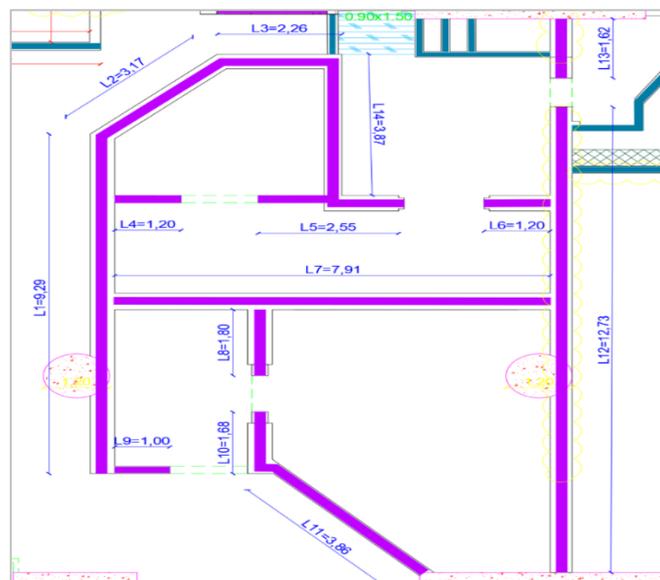
**Mapa de procesos y especificaciones de áreas a demoler**

Ilustración 8 Mapa general de procesos

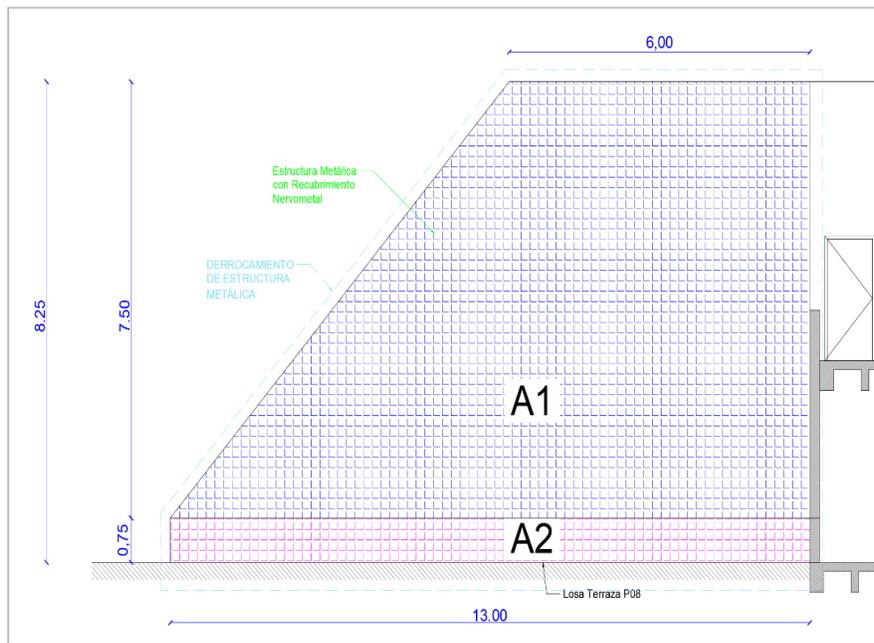


Fuente: Ilustración del autor

Ilustración 9 Área de bóveda

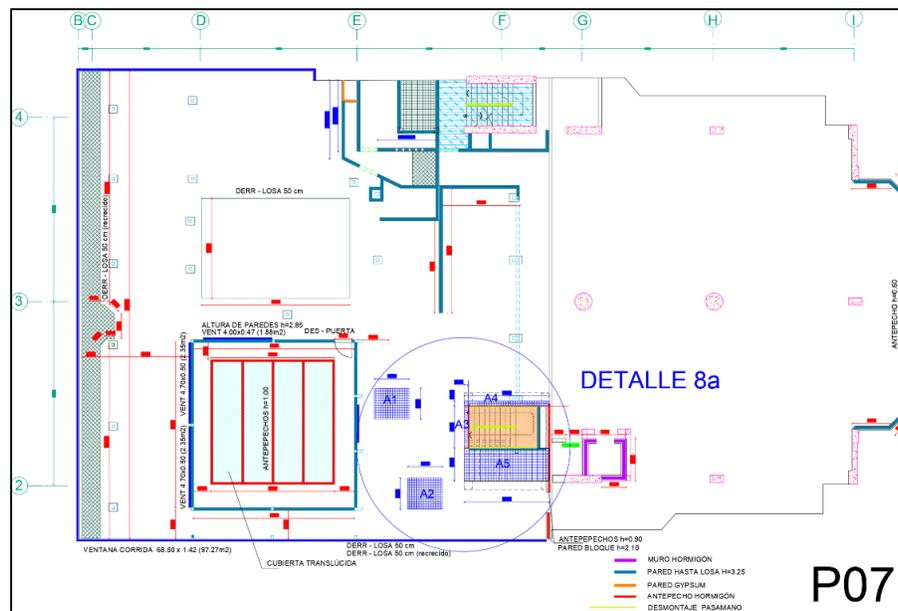


Fuente: proporcionado por residente de obra  
 Ilustración 10 Área de placas de fibrocemento-hormigón



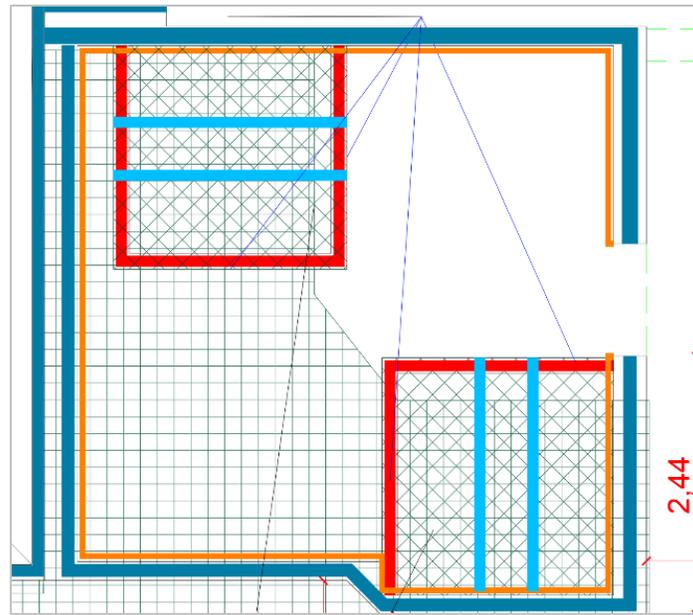
Fuente: Proporcionado por residente de obra

Ilustración 11 Lucernario y vigas perimetrales



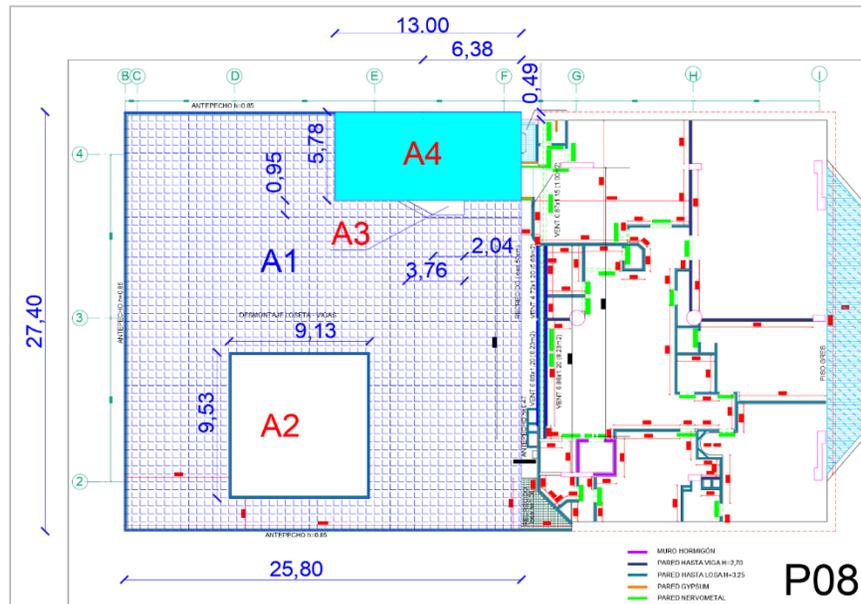
Fuente: proporcionado por residente de obra

Ilustración 12 Área de porticados de hormigón



Fuente: proporcionado por residente de obra

Ilustración 13 Área de recubrimiento y losa de hormigón



Fuente: Proporcionado por el residente de obra

## CAPÍTULO II

### MÉTODO

#### 2.1. Tipo de Estudio

La presente investigación fue desarrollada mediante un análisis descriptivo, permitiéndonos determinar la situación actual de la empresa estudiada con el afán de identificar los peligros que se encuentren asociados a riesgos mecánicos más críticos que están asociados a todas las actividades que involucran los procesos de demolición técnica.

#### 2.2. Modalidad de investigación

El levantamiento de la información se ha originado mediante la observación directa de todas las operaciones que forman parte de dicho proceso en proyectos ya ejecutados por la empresa, los cuales fueron evaluados y alineados en base a la normativa nacional referente a la gestión preventiva en procesos de demolición para el área de construcción y obras públicas.

#### 2.3. Método-Investigación

El presente trabajo fue realizado mediante el método inductivo, partiendo de la observación de una serie de conductas y condiciones específicas involucradas en otros proyectos de demoliciones, lo cual permitió identificar los riesgos mecánicos haciendo uso de la matriz GTC-45 y la metodología William Fine. Obteniendo, de esta manera, resultados cuantitativos que nos permitieron dar paso un criterio de evaluación, en la cual se fundamenta la realización de una propuesta de control mediante a fin de minimizar la ocurrencia de incidentes y accidentes de origen mecánico en dicho proceso.

También se realizó la aplicación del cuestionario “0” propuesto por el INSST, a fin de identificar la percepción que tienen los operarios en cuanto a gestión preventiva dentro de la empresa. Dicho cuestionario evalúa elementos claves de la gestión preventiva como; Compromiso de la Dirección, Organización Preventiva, Planificación Preventiva y Actuaciones Preventivas Básicas, mediante la siguiente encuesta:

*Tabla 1 Cuestionario "0" INSST*

Nro	Pregunta
1.	La dirección de la empresa muestra con su comportamiento cotidiano, su preocupación por las condiciones de trabajo del personal.
2.	Están definidas las funciones y responsabilidades del personal con mando para prevenir riesgos laborales.
3.	Se efectúan evaluaciones de los riesgos y de las condiciones de trabajo existentes en la empresa para aplicar las mejoras más convenientes.
4.	Se fijan y controlan periódicamente objetivos concretos para mejorar las condiciones de trabajo.
5.	Los trabajadores reciben formación y adiestramiento para realizar su trabajo de forma correcta y segura.
6.	Los trabajadores son informados de los riesgos existentes en los puestos de trabajo y de la manera de prevenirlos.
7.	Se consulta a los trabajadores afectados sobre modificaciones y cambios en sus puestos de trabajo.
8.	Los trabajadores o sus representantes participan o son consultados sobre acciones que puedan tener efectos sustanciales sobre su seguridad.
9.	Existe un sistema interno de comunicaciones de riesgos o deficiencias para su eliminación.
10.	Hay establecido algún sistema de participación de los trabajadores en la mejora de la forma de realizar su trabajo.
11.	Están formalmente establecidos los órganos de prevención legalmente exigibles en la empresa.
12.	Existen procedimientos escritos de trabajo en aquellas tareas que pueden ser críticas por sus consecuencias.
13.	Están programadas las revisiones de instalaciones, máquinas y equipos para controlar su funcionamiento seguro.

14.	Se investigan los accidentes de trabajo para eliminar las causas que los han generado.
15.	Se efectúan observaciones planeadas en los lugares de trabajo para velar por la correcta realización de las tareas.
16.	Se facilitan equipos de protección individual certificados a los trabajadores que los requieren, exigiéndoles su uso.
17.	Se vigila el cumplimiento de las especificaciones de seguridad en la adquisición de máquinas, equipos y productos químicos peligrosos.
18.	Se controla que los trabajos a subcontrata se realicen en condiciones seguras.
19.	Se aplica de forma generalizada la legislación vigente sobre señalización en los lugares de trabajo.
20.	Existe personal adiestrado en primeros auxilios e intervenciones ante posibles emergencias, existiendo procedimiento al respecto.
21.	Las actividades preventivas que se realizan están recogidas documentalmente.
22.	Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales tienen el mismo nivel de protección que los restantes trabajadores.
23.	Se garantiza la vigilancia periódica de la salud de los trabajadores.

*Fuente: Elaborado por el autor*

#### Descripción General de la metodología GTC-45

Para la Identificación de los peligros la guía propone la selección de un instrumento por el cual se pueda realizar la recolección de la información. Al realizar la descripción y clasificación de los peligros recomienda plantearse las siguientes preguntas:

- ¿existe una situación que pueda generar daño?, ¿quién (o qué) puede sufrir daño?, ¿cómo puede ocurrir el daño? y ¿cuándo puede ocurrir el daño?

Para establecer los efectos posibles en cuanto al nivel de daño que se puede generar, se establece la siguiente tabla:

Tabla 2 Categoría de daño

<b>Categoría del daño</b>	<b>Daño leve</b>	<b>Daño moderado</b>	<b>Daño extremo</b>
<b>Salud</b>	Molestias e irritación (ejemplo: dolor de cabeza), enfermedad temporal que produce malestar (ejemplo: diarrea)	Enfermedades que causan incapacidad temporal. Ejemplo: pérdida parcial de la audición, dermatitis, asma, desórdenes de las extremidades superiores.	Enfermedades agudas o crónicas, que generan incapacidad permanente parcial, invalidez o muerte.
<b>Seguridad</b>	Lesiones superficiales, heridas de poca profundidad, contusiones, irritaciones del ojo por material particulado.	Laceraciones, heridas profundas, quemaduras de primer grado; conmoción cerebral, esguinces graves, fracturas de huesos cortos.	Lesiones que generen amputaciones, fracturas de huesos largos, trauma craneo encefálico, quemaduras de segundo y tercer grado, alteraciones severas de mano, de columna vertebral con compromiso de la médula espinal, oculares que comprometan el campo visual, disminuyan la capacidad auditiva.

Fuente: GTC-45

En cuanto a la identificación de los controles existentes se debe identificar los controles ya implementados dentro de la organización y clasificarlos en fuente, medio o trabajador.

La evaluación de los riesgos corresponde al proceso para determinar la probabilidad en la que podrían ocurrir los eventos específicos y la magnitud de sus consecuencias, mediante el uso sistemático de la información disponible.

Para evaluar el nivel de riesgo (NR), se deberá determinar lo siguiente:

$$NR = NP \times NC$$

En dónde; NP = Nivel de probabilidad, y NC = Nivel de consecuencia, mientras que el Nivel de probabilidad corresponde a la siguiente ecuación: NP = ND x NE

$$ND = \text{Nivel de deficiencia} \quad NE = \text{Nivel de exposición}$$

Tabla 3 Nivel de exposición

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

Fuente: GTC-45

Tabla 4 Nivel de consecuencias

Nivel de Consecuencias	NC	Significado
		Daños personales
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (s)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez).
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT).
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad.

Fuente: GTC-45

Tabla 5 Niveles de probabilidad

Niveles de probabilidad		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA - 40	MA - 30	A - 20	A - 10
	6	MA - 24	A - 18	A - 12	M - 6
	2	M - 8	M - 6	B - 4	B - 2

Fuente: GTC-45

Tabla 6 Significado del Nivel de Probabilidad

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral.
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Fuente: GTC-45

Tabla 7 Nivel de Consecuencias

Nivel de Consecuencias	NC	Significado
		Daños personales
Mortal o Catastrófico (M)	100	Muerte (s)
Muy grave (MG)	60	Lesiones o enfermedades graves irreparables (Incapacidad permanente parcial o invalidez).
Grave (G)	25	Lesiones o enfermedades con incapacidad laboral temporal (ILT).
Leve (L)	10	Lesiones o enfermedades que no requieren incapacidad.

Fuente: GTC-45

Tabla 8 Nivel de Riesgo y de intervención

Nivel de riesgo y de intervención NR = NP x NC		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1000	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500 – 250	II 200-150	III 100- 50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

Fuente: GTC-45

### Descripción general del método William Fine

El presente método permite realizar un estudio específico para riesgos mecánicos en el que se puede evaluar los siguientes factores:

El Grado de Peligrosidad mediante las variables; Consecuencias (C), Exposición (E) y Probabilidad (P)

El Grado de Repercusión mediante una ponderación referente al porcentaje de expuestos en cada actividad del total de la muestra por el grado de peligrosidad. Este factor nos permite cuantificar la magnitud del daño para generar las propuestas de control o corrección según la tabla de priorización dada por el método.

*Tabla 9 Tabla de priorización*

<b>ORDEN DE PRIORIZACIÓN</b>	
<b>Peligrosidad</b>	<b>Repercusión</b>
ALTO	ALTO
ALTO	MEDIO
ALTO	BAJO
MEDIO	ALTO
MEDIO	MEDIO
MEDIO	BAJO
BAJO	ALTO
BAJO	MEDIO
BAJO	BAJO

*Fuente: William Fine*

Finalmente, en método propone evaluar y justificar los Costos de Corrección con los siguientes factores; G.P.= Grado de Peligrosidad, **C.C.**= Costo de Corrección y G.C.= Grado de Corrección.

## Resumen de fórmulas y tablas

Para calcular el Grado de Peligrosidad  $GP=C \times E \times P$

*Tabla 10 Valores para consecuencias*

<b>VALOR</b>	<b>CONSECUENCIAS</b>
10	Muerte y/o daños mayores a 6000 dólares
6	Lesiones incapaces permanentes y/o daños entre 2000 y 6000 dólares
4	Lesiones con incapacidades no permanentes y/o daños entre 600 y 2000 dólares
1	Lesiones con heridas leves, contusiones, golpes y/o pequeños daños económicos.

*Fuente: William Fine*

*Tabla 11 Valores para exposición*

<b>VALOR</b>	<b>EXPOSICIÓN</b>
10	La situación de riesgo ocurre continuamente o muchas veces al día
6	Frecuentemente una vez al día
2	Ocasionalmente o una vez por semana
1	Remotamente posible.

*Fuente: William Fine*

Tabla 12 Para cálculo de probabilidad

VALOR	PROBABILIDAD
10	Es el resultado más probable y esperado; si la situación de riesgo tiene lugar
7	Es completamente posible, nada extraño. Tiene una probabilidad de ocurrencia del 50%
4	Sería una rara coincidencia. Tiene una probabilidad del 20%
1	Nunca ha sucedido en muchos años de exposición el riesgo pero es concebible.

Fuente: William Fine

Tabla 13 Rango para Grado de Peligrosidad

G.P.	BAJO	MEDIO	ALTO
1	300	600	1000

Fuente: William Fine

Para el Grado de Repercusión

El cálculo del grado de repercusión está dado por el factor de peligrosidad, multiplicado por un factor de ponderación que se lo obtiene de una tabla de acuerdo con el porcentaje de personas expuestas a dicho peligro.

$$GR = GP \times F P$$

El porcentaje de trabajadores expuestos, para el cálculo de la ponderación, se lo calcula de la siguiente forma:

$$\% \text{ Expuestos} = \frac{\# \text{ trab. Expuestos}}{\# \text{ total trabajadores}} \times 100\%$$

Tabla 14 Puntuación según expuestos

<b>% EXPUESTO</b>	<b>FACTOR DE PONDERACIÓN</b>
1 - 20 %	1
21 - 40 %	2
41 - 60 %	3
61 - 80 %	4
81 - 100 %	5

*Fuente: William Fine*

Para justificar una acción correctora propuesta para reducir una situación de riesgo, se compara el coste estimado de la acción correctora con el grado de peligrosidad. Para la justificación se añaden dos factores: Coste y Corrección.

$$J = \frac{G.P.}{C.C. \cdot G.C.}$$

**G.P.**= Grado de Peligrosidad, **C.C.**= Costo de Corrección y **G.C.**= Grado de Corrección

Tabla 15 Factor de coste

<b>FACTOR DE COSTE</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
Si cuesta mas de \$ 5.000	10
Si cuesta entre \$ 3.000 y \$ 5.000	6
Si cuesta entre \$ 2000 Y \$ 3000	4
Si cuesta entre \$ 1.000 y \$ 2.000	3
Si cuesta entre \$ 500 y \$ 1.000	2
Si cuesta entre \$ 100 y \$500	1
Si cuesta menos de \$ 100	0,5

*Fuente: William Fine*

Tabla 16 Grado de corrección

<b>GRADO DE CORRECCIÓN</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>
Si la eficacia de la corrección es del 100%	1
Corrección al 75%	2
Corrección entre el 50% y el 75%	3
Corrección entre el 25% y el 50%	4
Corrección de menos del 25%	5

*Fuente: William Fine*

Una vez efectuada la operación se evalúa de la siguiente manera:

- Para cualquier valor por encima de 20, el gasto se considera justificado.
- Para resultados por debajo de 20, el coste de la acción correctora propuesta no está justificado.

#### 2.4. Población y muestra.

La empresa a ser estudiada brinda varios servicios específicos de la construcción, entre estos tenemos: perforaciones para ductos, anclajes químicos, cortes murales para ventanales o porticados y demoliciones técnicas que pueden ser; mecánicas, manuales o mixtas, tanto para derrocamiento parcial o total. Cuenta con 20 trabajadores, de los cuales 5 pertenecen al área administrativa y 14 al área operativa. Para el objeto de estudio del presente trabajo, únicamente se investigará el proceso de demoliciones técnicas con los 14 colaboradores operativos que están involucrados.

#### 2.5. Selección de instrumento de investigación

Primero se aplicó un cuestionario guía en cuanto a la percepción de gestión preventiva de riesgos que tienen los operarios frente a la cotidianidad y realidad de la empresa , para de esta manera realizar un sondeo sobre el conocimiento que los colaboradores poseen en cuanto a gestión proactiva, seguido se utilizó la matriz GTC-45 para una valoración general de riesgos y finalmente se realizó una valoración más específica de riesgos mecánicos aplicando el método William Fine, el cual mediante un análisis cuantitativo permitió conocer el grado de peligrosidad y magnitud del riesgo, involucrando las variables de probabilidad, consecuencia y exposición también el método nos permitió realizar un análisis de costos frente a las correcciones propuestas.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS

#### 3.1. Presentación y análisis de resultados

El análisis y desarrollo de la presente investigación tomó lugar en varios proyectos de demolición en los que la empresa ya ha sido partícipe, con la finalidad de realizar una identificación de peligros sobre evidencia de campo al ejecutar dichos trabajos, en las cuales se pudo observar y realizar un registro de toda la maquinaria y herramienta utilizadas, al igual, la observación y criterio técnico permitieron identificar los peligros inherentes a las actividades que se da dentro del proceso operativo para demoliciones, para que puedan ser evaluados. De igual manera se aplicó el cuestionario del INSST para realizar un sondeo breve de la percepción que tienen los operarios en cuanto a gestión preventiva dentro de la empresa.

##### 3.1.1. Resultados del cuestionario 0. INSST

Con la aplicación del cuestionario 0. INSST para la percepción de la gestión preventiva de la empresa estudiada se logró evidenciar el estado de los elementos claves de la gestión preventiva.

El primer elemento analizado es Compromiso de la Dirección que engloba la responsabilidad de la alta gerencia para destinar recursos y definir funciones y responsabilidades en todas las líneas jerárquicas de la organización, mostrando de esta manera su apoyo e interés por la prevención.

Ilustración 14 Resultados de compromiso de la Dirección



*Fuente: realizado por el autor*

El 69 % de los trabajadores encuestados afirman que la alta gerencia carece de un interés marcado en cuanto a la responsabilidad e importancia de la prevención.

El segundo elemento de Organización Preventiva hace referencia al establecimiento y registro de los órganos de prevención exigidos por la normativa legal del país.

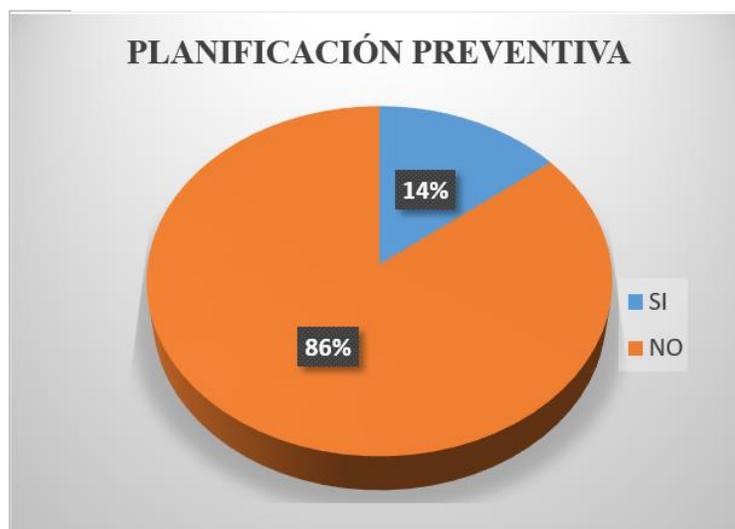
En este análisis se puede observar que 10 de 14 operarios es decir el 71% tiene conocimiento que la empresa cuenta con un registro del médico, técnico, responsable y delegado dentro del sistema único de trabajo.

*Ilustración 15 Resultados de Organización Preventiva*

*Fuente: realizado por el autor*

El tercer elemento analizado es la Planificación Preventiva, dicho elemento engloba evaluaciones de riesgo, planificación de acciones preventivas y correctivas con la adopción de adecuadas medidas de control las mismas que deben estar documentadas.

El 86% de trabajadores tienen una percepción deficiente del elemento Planificación Preventiva.

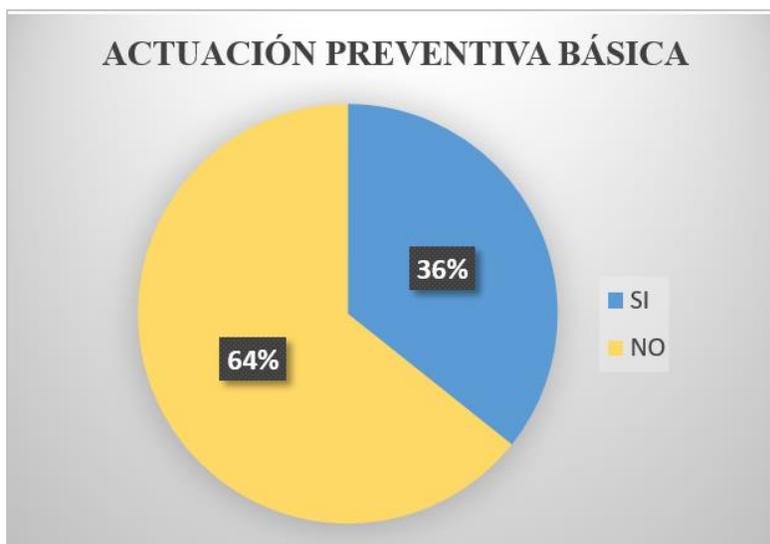
*Ilustración 16 Resultados Planificación Preventiva*

*Fuente: realizado por el autor*

El último elemento hace referencia a la existencia de procedimientos escritos de trabajo en aquellas tareas que pueden ser críticas, también se enfoca en la investigación de accidentes de trabajo para la eliminación o control de causas y la capacitación de los trabajadores en materia de primeros auxilios e intervenciones ante posibles emergencias.

El 64% de los trabajadores perciben una gestión deficiente de actuación preventiva básica.

*Ilustración 17 Resultados Actuación Preventiva Básica*



*Fuente: realizado por el autor*

### 3.1.2. Riesgos generales según GTC-45 resultados

Ilustración 18 Riesgos dominantes según GTC-45

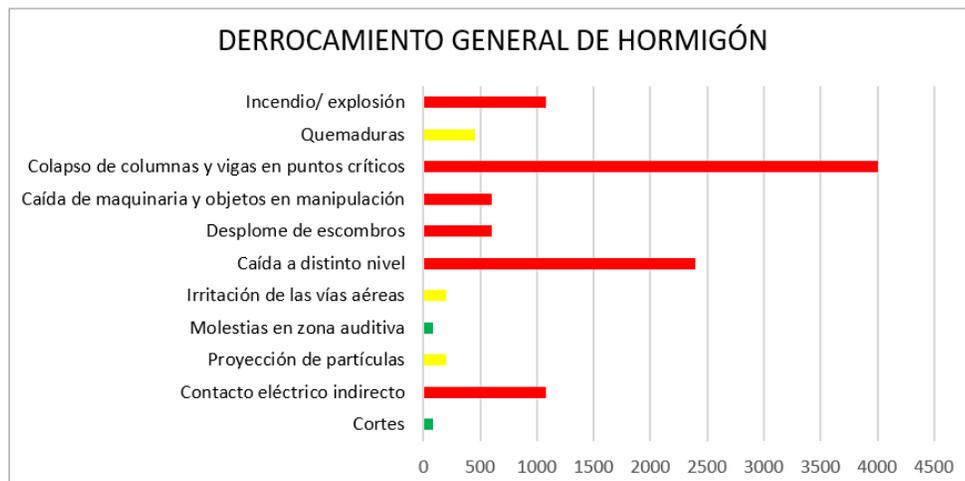


Fuente: realizado por el autor

Al realizar la identificación y evaluación con GTC-45 se puede evidenciar que los riesgos mecánicos ocupan un 75% seguido por los riesgos físicos y químicos.

### 3.1.3 Riesgos por actividades y zonas a derrocar

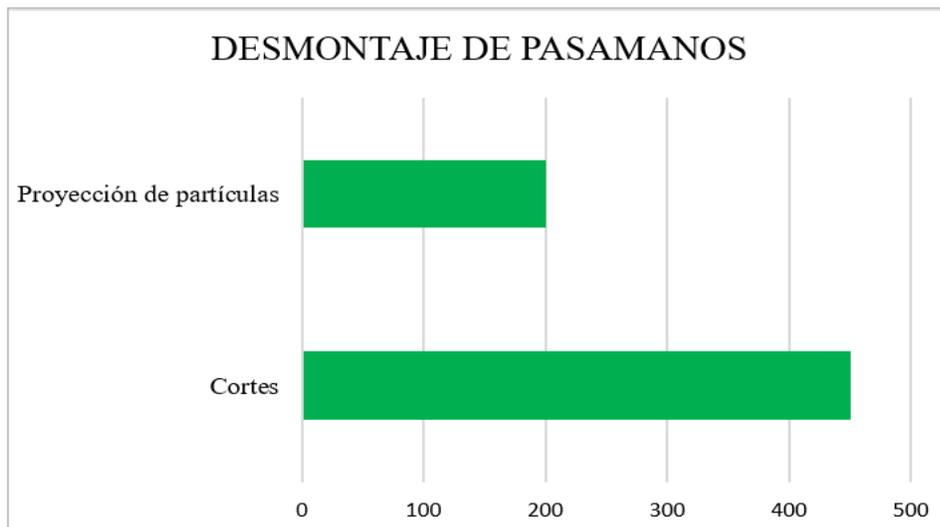
Ilustración 19 Riesgos en derrocamiento general de hormigón



Fuente: realizado por el autor

Dentro del derrocamiento general de hormigón se puede observar que el colapso de columnas y vigas en puntos críticos es el riesgo más predominante por la debilidad estructural que presenta el edificio, identificando dicha característica como un peligro relevante. Otros riesgos que se puede apresar con alto riesgo son caída a distinto nivel, incendio o explosión, por la utilización de oxiacetileno para el conte de los nervios estructurales y contacto eléctrico indirecto por la conexión de las máquinas a utilizar.

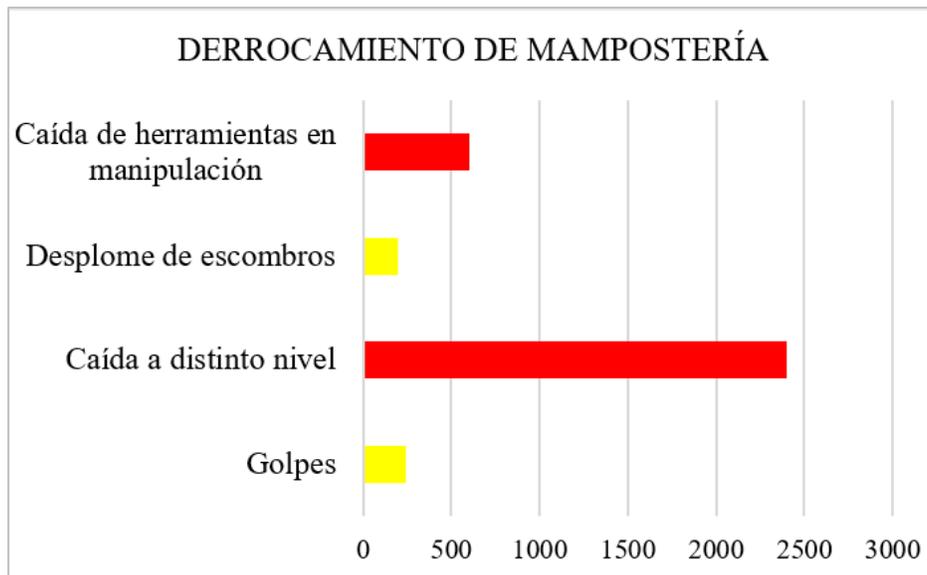
*Ilustración 20 Riesgos en desmontaje de pasamanos*



*Fuente: realizado por el autor*

En cuanto al desmontaje de pasamanos se verifica que no cuenta con riesgos relevantes.

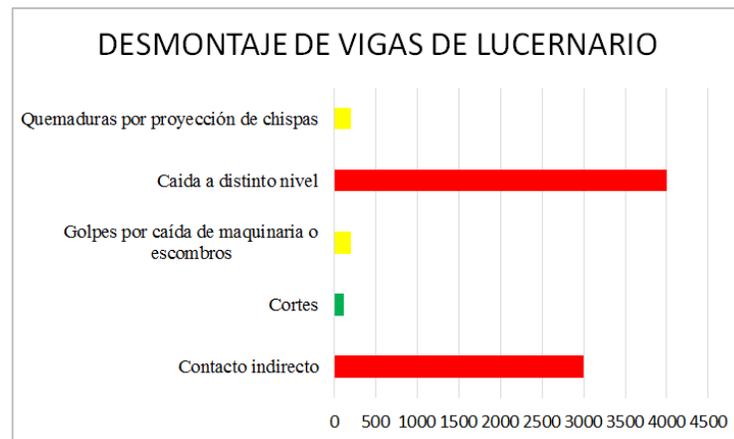
Ilustración 21 Riesgos en derrocamiento de mampostería



Fuente: realizado por el autor

Dentro de la actividad derrocamiento de mampostería la caída a distinto nivel y la caída de herramientas en manipulación han sido evaluadas con alto riesgo, dicha actividad se efectuará en la fachada norte del edificio que alcanza una altura de 22,40 m aproximadamente.

Ilustración 22 Riesgos en desmontaje de vigas de lucernario

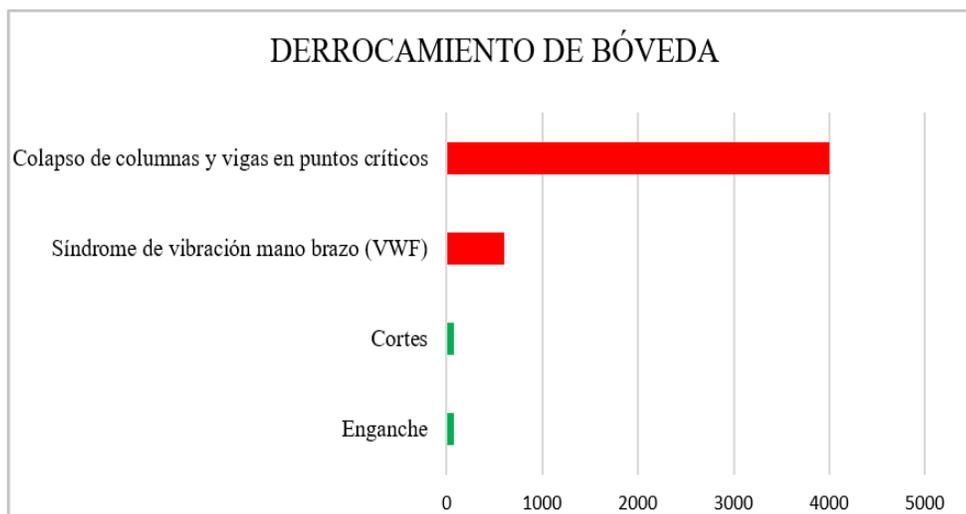


Fuente: realizado por el autor

Para la actividad de desmontaje de vigas de lucernario se observa nuevamente la caída a distinto nivel como riesgo predominante, pues el alcance del punto de trabajo cuenta con 20 m de altura. El contacto indirecto con electricidad también representa un riesgo alto, pues la maquinaria de corte utilizada funciona con 380 v por lo que los operarios estarán expuestos al realizar las respectivas conexiones.

Los golpes por caída de maquinaria y las quemaduras por proyección de elementos incandescentes están presentes con un riesgo medio, pues la maquinaria de corte mural utiliza un disco diamantado de 1 m de diámetro que en conjunto con el motor y las rieles tiene un peso de 35 kg aproximadamente por lo que existe riesgo de caída al no estar anclada de una manera correcta. De igual manera la proyección de chispas alcanza alrededor de 5 m desde el punto a cortar.

*Ilustración 23 Riesgos en derrocamiento de bóveda*



*Fuente: realizado por el autor*

En cuanto al derrocamiento de bóveda, GTC-45 nos ha permitido identificar el peligro de vibraciones generado por los demolidores industriales TE 3000, TE 2000 y taladros mecánicos TE 1000 y TE 700, proporcionándonos una base técnica para justificar la posterior realización de una evaluación más específica en cuanto a riesgos físicos.

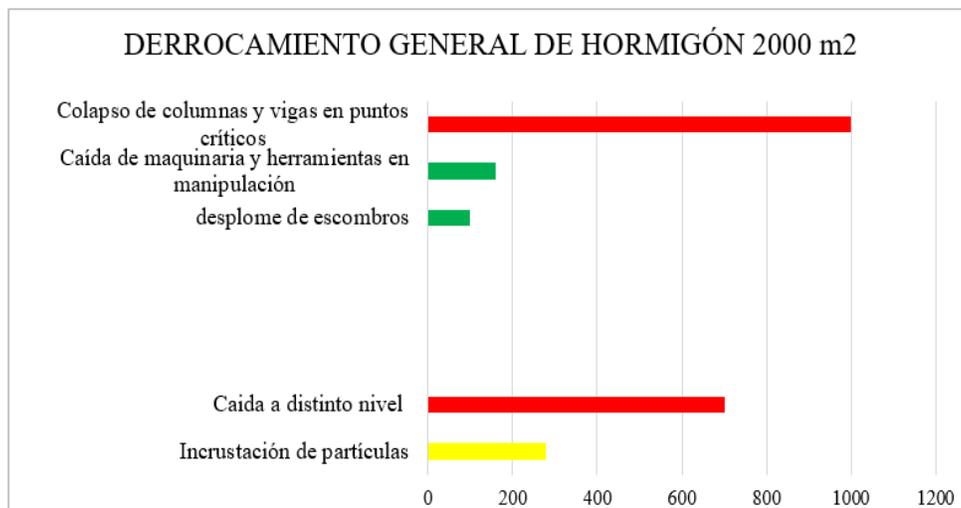
También podemos evidenciar que el riesgo de colapso de columnas y vigas se mantiene predominante debido al impacto y vibraciones que se generan al utilizar las mencionadas máquinas

Para los riesgos de corte y enganche se observan que presentan riesgo bajo, pues la característica de la maquinaria a utilizar, cortadora a través de broca diamantada, no presenta peligros significativos.

#### 3.1.4. Riesgos mecánicos generales según William Fine resultados:

##### Análisis de Grado de Peligrosidad por actividad

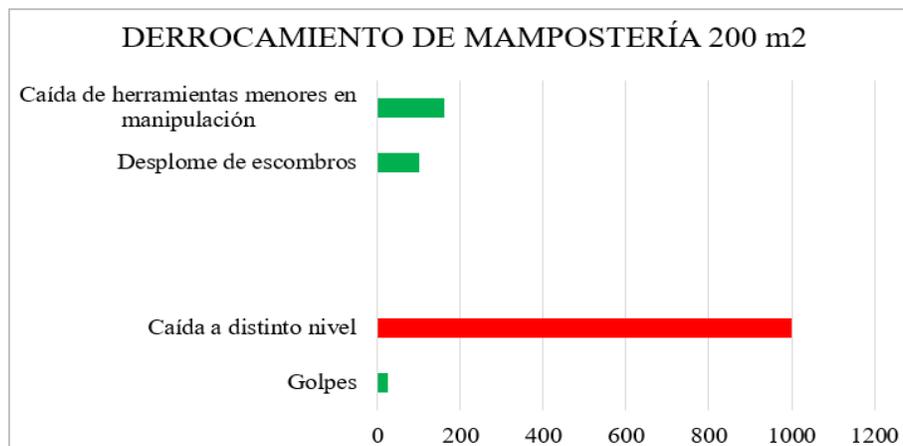
*Ilustración 24 Riesgos Derrocamiento general hormigón WF*



*Fuente: realizado por el autor*

Dentro del derrocamiento general de hormigón el colapso de vigas y columnas en puntos críticos y la caída a distinto nivel representan un 40% de los riesgos identificados con alto grado de peligrosidad.

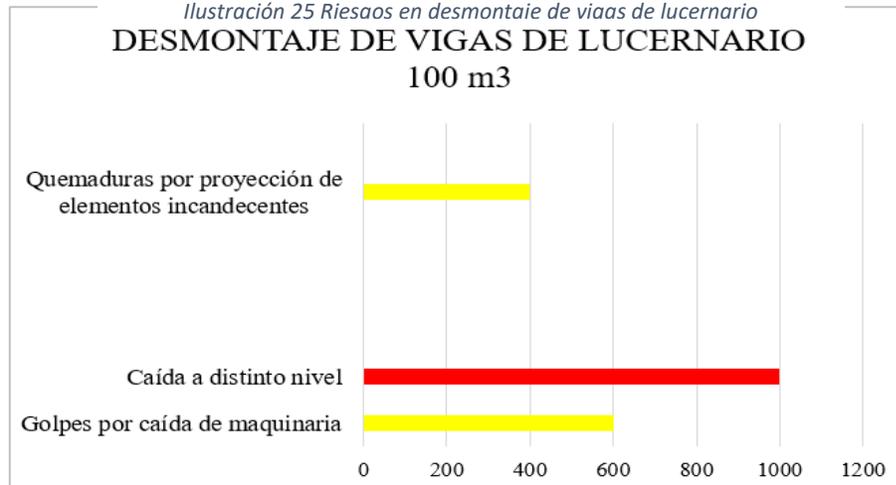
*Ilustración 24 Riesgos en Derrocamiento de mampostería*



*Fuente: realizado por el autor*

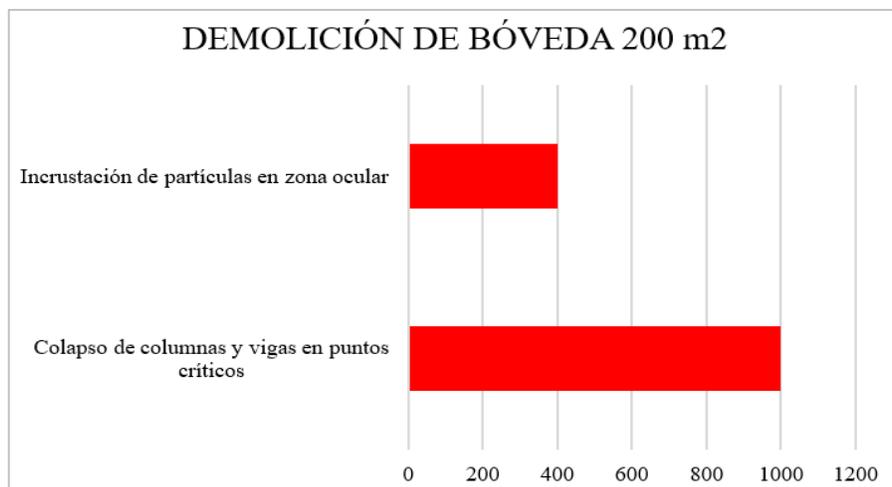
En las actividades derrocamiento de mampostería y desmontaje de vigas de lucernario el riesgo de caída a distinto nivel se registra como único riesgo con alto grado de peligrosidad.

*Ilustración 25 Riesgos en desmontaje de vigas de lucernario*



*Fuente: realizado por el autor*

*Ilustración 26 Riesgos en Demolición de bóveda*

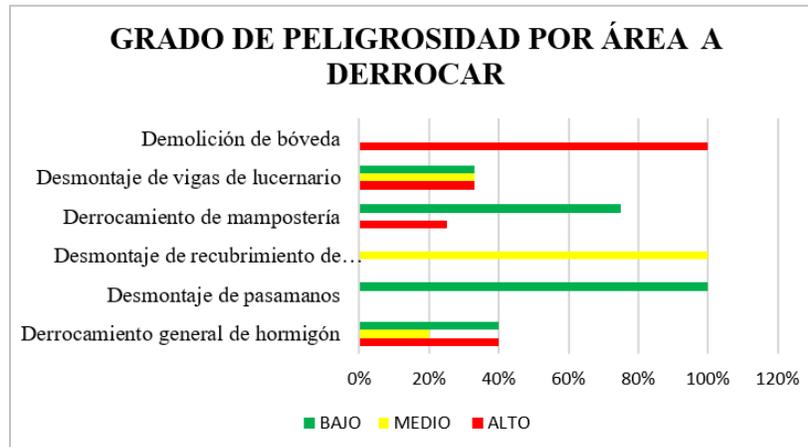


*Fuente: realizado por el autor*

En cuanto a la actividad referente a demolición de bóveda se puede apreciar que los riesgos de incrustación de partículas en zona ocular y colapso de columnas y vigas en puntos críticos son registrados con alto grado de peligrosidad, debido a la maquinaria utilizada, como son los demoledores industriales TE 3000 y TE 2000, que proporcionan un impacto duro y por ende una proyección más fuerte, de igual manera el espesor de las áreas a derrocar es de 40 cm con nervios de 30 mm por lo que la sinergia de la potencia de la maquinaria utilizada con las características propias de la bóveda proporcionan un riesgo alto de afectación en zona ocular y colapso de vigas y columnas conectadas a las áreas a derrocar

### 3.1.5. Resumen de grado de peligrosidad vs grado de repercusión por área a derrocar

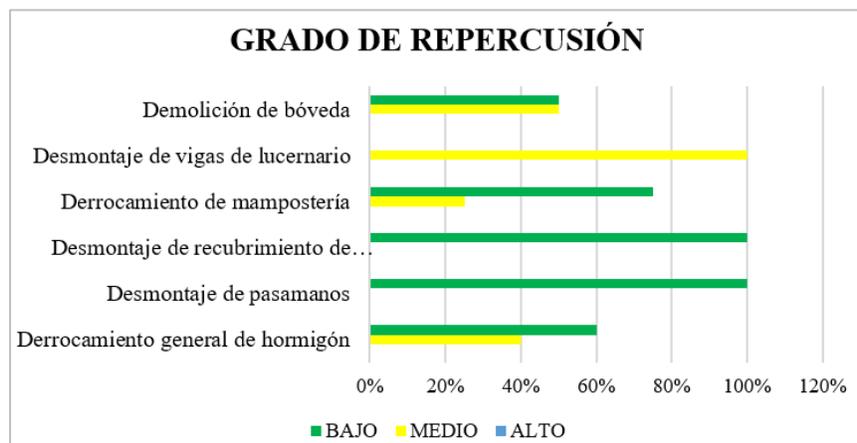
Ilustración 27 Grado de peligrosidad por actividad



En resumen, dentro del presente cuadro podemos apreciar que las áreas que presentan un Alto Grado de Peligrosidad son demolición de bóveda, derrocamiento general de hormigón, desmontaje de vigas de lucernario y derrocamiento de mampostería

Finalmente, a través de William Fine se pudo evaluar las áreas con Grado de Repercusión Medio, debido al porcentaje de operarios expuestos en cada actividad.

Ilustración 28 Grado de repercusión por actividad



## 3.1.6. Resumen de priorización para propuesta de control

Tabla 17 Resultados de Priorización por actividad

<b>PRIORIZACIÓN POR ACTIVIDAD</b>			
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RIESGO</b>	<b>GRADO DE PELIGROSIDAD</b>	<b>GRADO DE REPERCUSIÓN</b>
<b>Derrocamiento general de hormigón 2000 m2</b>	Caída a distinto nivel	ALTO	MEDIO
	Colapso de columnas y vigas en puntos críticos	ALTO	MEDIO
	Incrustación de partículas	MEDIO	BAJO
	desplome de escombros	BAJO	BAJO
	Caída de maquinaria y herramientas en manipulación	BAJO	BAJO
<b>Derrocamiento de mampostería 250 m2</b>	Caída a distinto nivel	ALTO	MEDIO
	Golpes	BAJO	BAJO
	Desplome de escombros	BAJO	BAJO
	Caída de herramientas menores en manipulación	BAJO	BAJO
<b>Desmontaje de vigas de lucernario 100m3</b>	Caída a distinto nivel	ALTO	MEDIO
	Quemaduras en partes expuestas por proyección de elementos incandescentes	MEDIO	MEDIO
	Golpes por caída de maquinaria	BAJO	MEDIO
<b>Demolición de bóveda 200m2</b>	Colapso de columnas y vigas en puntos críticos	ALTO	ALTO
	Incrustación de partículas en zona ocular	ALTO	MEDIO

*Fuente: realizado por el autor*

### 3.1.7. Propuesta de control y costo por actividad dentro del período de duración del proyecto (45 días.)

Tabla 18 Propuesta de control vs costo de implementación Derrocamiento hormigón

<b>Derrocamiento general de hormigón 2000 m2</b>					
<i>Riesgo</i>	<i>Eliminación</i>	<i>Sustitución</i>	<i>Control de Ingeniería</i>	<i>Control Administrativo</i>	<i>EPP</i>
Caída a distinto nivel	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Colocación de plataforma con andamios multidireccionales,</li> <li>○ instalación de líneas de vida horizontal,</li> <li>○ colocación de redes anti- caída y barandillas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Generación de procedimiento para trabajo seguro en altura,</li> <li>○ inspecciones periódicas y</li> <li>○ adiestramientos</li> </ul>	Uso de arnés
Colapso de columnas y vigas en puntos críticos	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Instalación de apuntalamientos en zonas críticas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Colocación de señalética tipo informativa o de advertencia</li> </ul>	N/A
Incrustación de partículas	N/A	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inspecciones y</li> <li>○ capacitaciones de concientización</li> </ul>	Uso de pantalla facial
Desplome de escombros	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Delimitación del área a través de barandillas y cintas de peligro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Colocación de señalética de advertencia</li> </ul>	Uso de casco
Caída de maquinaria y herramientas en manipulación	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sistema de sujeción independiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Generación de procedimiento para el montaje y desmontaje de maquinaria en suspensión.</li> </ul>	Uso de Zapatos punta de acero
<i>Costo aproximado de implementación</i>			\$ 7497, 80 dólares		

Fuente: realizado por el autor

En la actividad de derrocamiento general de hormigón el número de expuestos es de aproximadamente 6 operarios y el área a derrocar es de 2000 m2.

Tabla 19 Propuesta de corrección vs costos en derrocamiento de mampostería

<b>Derrocamiento de mampostería 250 m<sup>2</sup></b>					
<i>Riesgo</i>	<i>Eliminación</i>	<i>Sustitución</i>	<i>Control de Ingeniería</i>	<i>Control Administrativo</i>	<i>EPP</i>
Caída a distinto nivel	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Colocación de plataforma con andamios multidireccionales,</li> <li>○ instalación de líneas de vida horizontal,</li> <li>○ colocación de redes anti caída y barandillas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Generación de procedimiento para trabajo seguro en altura,</li> <li>○ inspecciones periódicas y</li> <li>○ adiestramientos</li> </ul>	Uso de arnés
Golpes	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reorganización del trabajo- ejecución del trabajo a mínimo 2m de distancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Supervisión continua</li> </ul>	Uso de casco y zapatos P.A
Desplome de escombros	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Delimitación del área a través de barandillas y cintas de peligro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Colocación de señalética de advertencia y obligatoriedad</li> </ul>	Uso de casco
Caída de herramientas menores en manipulación	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sujeción independiente de herramientas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Generación de procedimiento para sujeción independiente.</li> </ul>	Uso de casco
<i>Costo aproximado de implementación</i>			\$ 4805 ,75		

*Fuente: realizado por el autor*

En de la actividad de derrocamiento de mampostería se contará de igual manera con la exposición de 6 operarios para un área de 250 m<sup>2</sup> a una altura de alrededor de 25 m.

Tabla 20 Propuesta de control vs costos en Desmontaje de vigas de lucernario

<b>Desmontaje de vigas de lucernario 100 m3</b>					
<i>Riesgo</i>	<i>Eliminación</i>	<i>Sustitución</i>	<i>Control de Ingeniería</i>	<i>Control Administrativo</i>	<i>EPP</i>
Caída a distinto nivel	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Colocación de plataforma con andamios multidireccionales,</li> <li>○ instalación de líneas de vida horizontal,</li> <li>○ colocación de redes anti caída y barandillas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Generación procedimiento para trabajo seguro en altura,</li> <li>○ inspecciones periódicas y adiestramientos</li> </ul>	Uso de arnés
Quemaduras en partes expuestas por proyección de elementos incandescentes	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reorganización del trabajo-ejecución del trabajo a mínimo 5m de distancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inspección continua,</li> <li>○ capacitación y adiestramiento</li> </ul>	Uso de pantalla facial y protectores de cuero
Golpes por caída de maquinaria	N/A	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sistema de sujeción independiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Generación de procedimiento para el montaje y desmontaje de maquinaria en suspensión</li> </ul>	Uso de Zapatos punta de acero
<i>Costo aproximado de implementación</i>			<i>\$3.870,45</i>		

*Fuente: realizado por el autor*

Dentro del desmontaje de vigas de lucernario se planifica realizar la actividad con alrededor de 6 operarios, 3 maquinistas y 3 ayudantes. De igual manera dichos operarios estarán expuestos a una altura aproximada de 24 m. para el desmontaje de alrededor de 100 m3.

Tabla 21 Propuesta de control vs costos en demolición de bóveda

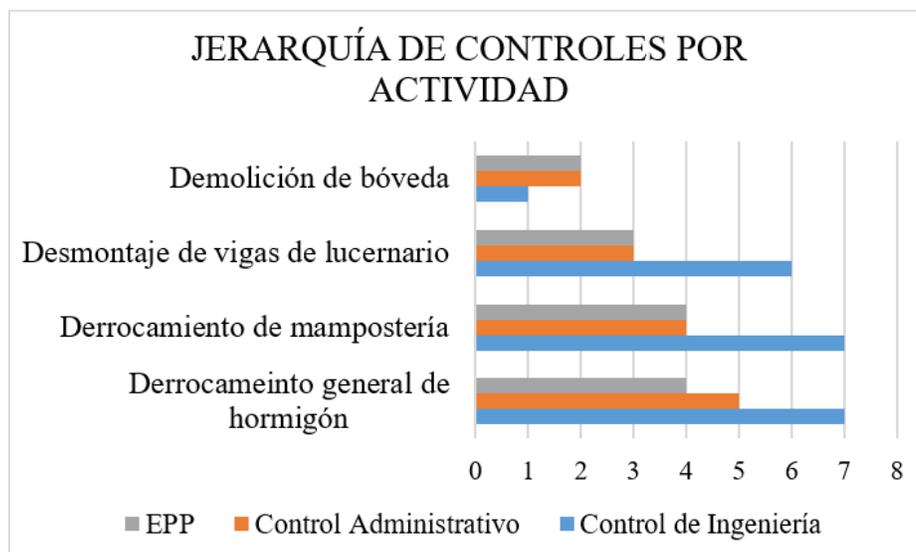
<b>Demolición de bóveda 200 m2</b>					
<i>Riesgo</i>	<i>Eliminación</i>	<i>Sustitución</i>	<i>Control de Ingeniería</i>	<i>Control Administrativo</i>	<i>EPP</i>
Colapso de columnas y vigas en puntos críticos	N/A	N/A	○ Instalación de apuntalamientos en zonas críticas	○ Colocación de señalética tipo informativa o de advertencia	N/A
Incrustación de partículas en zona ocular	N/A	N/A	N/A	○ Inspecciones y capacitaciones de concientización	Uso de pantalla facial
<i>Costo aproximado de implementación</i>			\$150,00		

*Fuente: realizado por el autor*

Para la actividad de demolición de bóveda que cuenta con 200 m2 se planifica contar con la exposición de 9 operarios. Las características que constituyen la bóveda es que cuenta con muros de 40 cm de espesor con nervios continuos de 32mm.

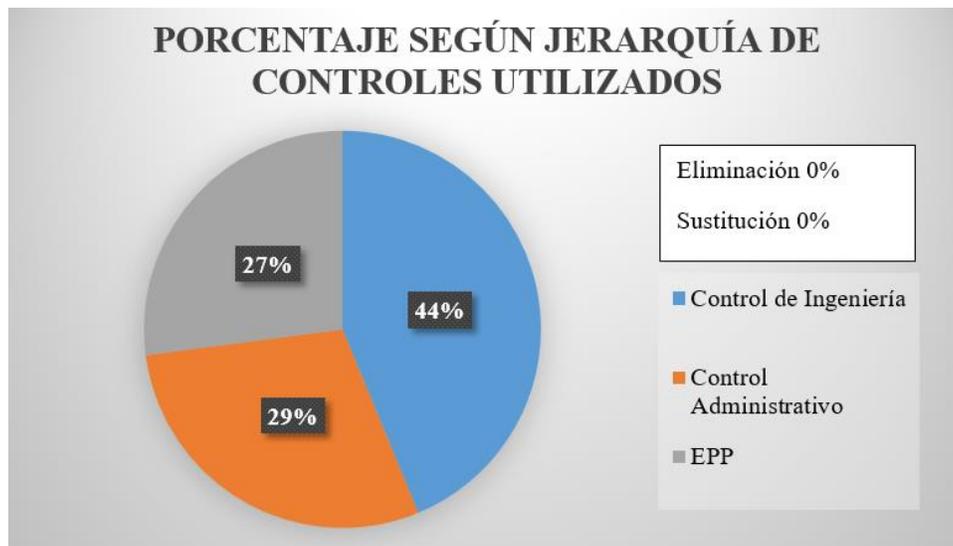
Análisis de Jerarquía de controles propuesto

Ilustración 29 Jerarquía de controles por actividad



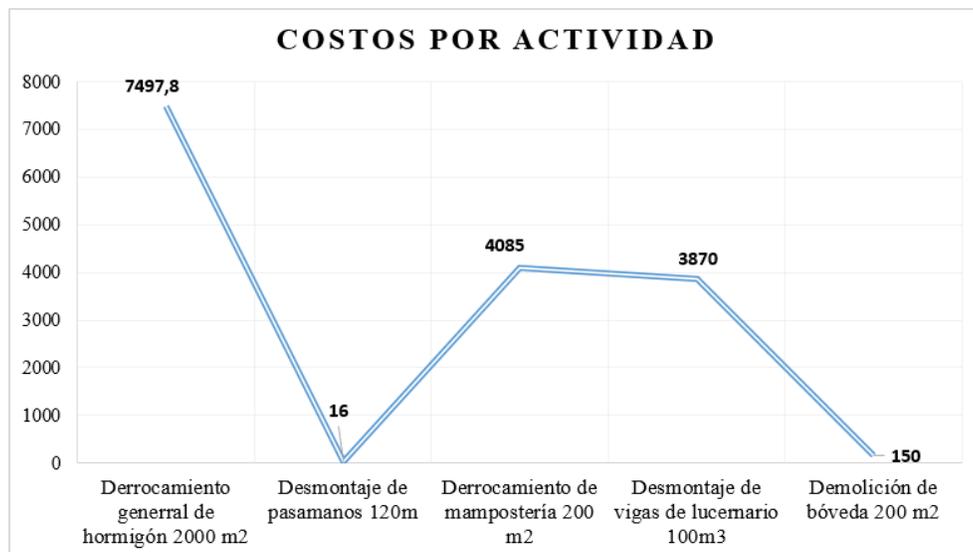
*Fuente: realizado por el autor*

Ilustración 30 Porcentaje total según jerarquía de controles



Fuente: realizado por el autor

Ilustración 31 Costo de implementación por actividad



Fuente: realizado por el autor

Se puede evidenciar que el Control de Ingeniería ocupa un papel predominante para la minimización del riesgo en el 75% de las actividades analizadas, ocupando un 44% para Control de Ingeniería, un 29% en Control Administrativo y un 27% en uso de EPP.

El 25% restante hace referencia a la actividad de demolición de bóveda, en el que se evidencia como predominante al Control Administrativo y EPP, teniendo en cuenta como único Control de Ingeniería a la colocación de apuntalamientos en zonas críticas a colapsar.

Dentro del comparativo de costos por actividad se puede observar que la actividad de derrocamiento general de hormigón, derrocamiento de mampostería y desmontaje de vigas de lucernario son las actividades con mayor costo al implementar las medidas de control propuestas.

## CAPÍTULO IV

### DISCUSIÓN

#### 4.1. Conclusiones

En la presente investigación se pudo evidenciar que los operarios tienen una percepción ineficiente de la gestión preventiva, pues al analizar los distintos elementos claves propuestos por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, se observa que los elementos Compromiso de la Dirección, Planificación y Actuación Preventiva Básica se muestran deficientes a pesar de -contar una Organización Preventiva aparentemente completa, pues la misma hace referencia al cumplimiento legal existente.

Al aplicar la Guía Técnica Colombiana se verifica que el riesgo más relevante dentro del proceso para demoliciones técnicas es el mecánico con un 75%.

En cuanto a la aplicación de la Metodología William Fine podemos concluir lo siguiente:

Las actividades evaluadas con mayor grado de peligrosidad y repercusión son; derrocamiento general de hormigón, derrocamiento de mampostería, desmontaje de vigas de lucernario y demolición de bóveda, actividades en las que se puede evidenciar con niveles predominantes a los riesgos de; colapso de columnas y vigas en puntos críticos, caídas a distinto nivel e incrustación de partículas en zona ocular.

Para realizar la tabla de priorización se tomaron en cuenta todos los riesgos evaluados a fin de generar medidas para cada uno de ellos a través de la jerarquía de controles.

Según la jerarquía de controles propuesta, el Control de Ingeniería ocupa un papel fundamental para la reducción del riesgo dentro del 75% de las actividades descritas.

En cuanto a los costos para la implementación de la propuesta de control, evidenciamos que la actividad más costosa es la de derrocamiento general de hormigón seguida por el derrocamiento de mampostería y el desmontaje de vigas de lucernario. Dentro de los factores de justificación de costo tenemos las variables de cantidad de operarios expuestos, áreas a derrocar y jerarquía de control propuesta.

Finalmente podemos observar que los resultados obtenidos en la investigación presentan relación con los accidentes registrados dentro de la empresa en estudio, pues la afectación en zona ocular y la caída a distinto nivel son las principales causas de accidentes mecánicos en los distintos servicios que se ofertan.

## 4.2. Recomendaciones

Sabiendo que la empresa en estudio cuenta con un registro interno de accidentabilidad en el que se puede evidenciar la relación directa de los riesgos causantes de dicha estadística con los priorizados en la presente investigación y en base a que las actividades específicas de la construcción, como es el tema de demoliciones técnicas, son catalogadas de alto riesgo, y tomando en cuenta que las características propias del edificio a demoler aumenta la complejidad de las actividades a realizar, se recomienda;

- La correcta implementación de las medidas establecidas jerárquicamente resultantes de la tabla de priorización y justificación del método William Fine.
- La capacitación a todo el personal involucrado en todas las fases de control.
- La generación necesaria de documentación técnica que apoye al control de las medidas propuestas,
- La generación de un estudio específico en cuanto a riesgos físicos, pues la afectación de las vibraciones en mano brazo por la utilización de la maquinaria, han sido evaluados, según GTC-45, con alto riesgo, y
- La implementación de un sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional que garantice la mejora continua en todos los servicios ofertados por la empresa.

## Bibliografía

- Madrid Ruiz, C. (2015). *Guía práctica para proyecto de demoliciones*. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena.
- Gallardo Valarezo. (2017). *Reglamento de Seguridad Para la Construcción y Obras Públicas*. Quito: MT.
- Gonzales, & Rodriguez, D. y. (2011). *Ejecución segura y sostenible de demolición y desmantelamiento*. Madrid.
- Incotec Internacional, I. (2012). *Guía Técnica Colombiana*. Consejo Colombiano de Seguridad.
- INSST. (2002). *NTP*. Obtenido de [https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_258.pdf](https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_258.pdf)
- Mapfre. (2018). *Manual de Seguridad en el Trabajo*. Madrid: FUNDACIÓN MAPFRE.
- Nieto, J. (2005). *Manual de Coordinación en obras de construcción*. Madrid: Ecoiuris.
- Normalización Española. (2012). *UNE-EN 795:2012 (Ratificada)*. España: AENOR.
- Normalización Española. (2018). *UNE-EN 1263-1*. España: Aenor.
- Normalización Española. (UNE-EN 13374). España: Aenor.
- OIT. (12 de Septiembre de 2018). *Construccionesuce.wordpress*. Obtenido de <https://construccionesuce.wordpress.com/2018/09/12/indice-de-accidentabilidad-en-la-construccion-en-el-ecuador/>
- El Consejo Metropolitano de Quito. (2004). *Ordenanza metropolitana Nro 0138: Ordenanza de Modernización de los Servicios de Gestión Territorial en el Distrito Metropolitano de Quito que reforma la Ordenanza Metropolitana Nro 095 y Nro 107 del Régimen del Suelo del Distrito Metropolitano de Quito*. Recuperado de: [http://www7.quito.gob.ec/mdmq\\_ordenanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS%20A%C3%91OS%20ANTERIORES/ORDM-138%20-%20NUEVO%20REGIMEN%20DEL%20SUELO.pdf](http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS%20A%C3%91OS%20ANTERIORES/ORDM-138%20-%20NUEVO%20REGIMEN%20DEL%20SUELO.pdf)
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad social (IESS). *Normativa aplicable a la Seguridad y Salud en el Trabajo*. Recuperado de: [http://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma\\_interactiva/IESS\\_Normativa.pdf](http://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma_interactiva/IESS_Normativa.pdf)

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSST). (2015). *Cuestionario de percepción en gestión preventiva del INSST*. Recuperado de: <https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/EN%20CATALOGO/OBSERVATORIO/ESENER%20dos.pdf>

Ribeiro, V. (2002). Método Fine. Recuperado de: [http://www.campusprevencionisl.cl/contenido/simuladores/descargables/metodo\\_fine.pdf](http://www.campusprevencionisl.cl/contenido/simuladores/descargables/metodo_fine.pdf)

