

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE COMPORTAMIENTO HUMANO**  
**ESCUELA DE INGENIERIA EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**



**TEMA: " Manual de Seguridad para Sistemas de Muros de Ductilidad Limitada,  
para la Construcción".**

**TRABAJO DE TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO EN  
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

**REALIZADO POR: BORIS G. GUERRA V.**

**QUITO-ECUADOR**

**2019**



## DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, BORIS GABRIEL GUERRA VILLAFUERTE, con cédula de identidad número: 1712519196, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis 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.



**Boris G. Guerra V.**

**CI. 1712519196**

**ANEXO L  
DECLARATORIA DEL DIRECTOR**

**DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“Manual de Seguridad para Sistemas de Muros de Ductilidad Limitada,  
para la Construcción”**

Realizado por:

**BORIS GABRIEL GUERRA  
VILLAFUERTE**

como Requisito para la Obtención del Título de: **INGENIERO  
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

ha sido dirigido por professor:

M.Sc. Franz Guzmán

quien considera que constituye un trabajo original de su autor:



M.Sc. Franz Guzmán  
DIRECTOR

**DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES**

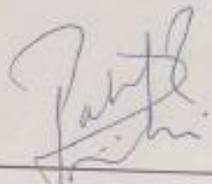
**LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los profesores informantes:

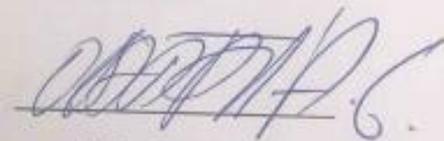
M.Sc. Pablo Dávila

M.Sc. Oscar Tapia

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



M.Sc. Pablo Dávila



M.Sc. Oscar Tapia

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres y mis hermanos, que siempre supieron entregarme el apoyo, cariño y confianza desmedida en todo lo que hago.

A mi hijo, fuente de motivación permanente en mi vida y por ser siempre a quien dedico todos mis éxitos.

**Boris Gabriel Guerra Villafuerte**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradecemos a Dios por ser siempre esa luz cálida que guía nuestros caminos.

A todos los que contribuyeron, de una forma u otra, en la culminación de esta etapa de nuestra vida académica. En especial al grupo de profesionales académicos por compartir sus conocimientos y experiencias con nosotros, de manera muy generosa. A nuestros compañeros que nos han servido de soporte en el desarrollo de este proceso.

De manera muy especial agradecer a nuestras familias, por el apoyo incansable y desinteresado, que son pilares de nuestra vida, que guían mis pasos y siempre se encuentran dispuestos a ofrecerme su apoyo incondicional.

**Boris Gabriel Guerra Villafuerte**

## INDICE GENERAL

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | CAPITULO I.....  | 19 |
| 1.1.   | INTRODUCCION.....  | 19 |
| 1.1.1. | Planteamiento del Problema.....  | 20 |
| 1.1.2. | Objetivo General .....   | 20 |
| 1.1.3. | Objetivos específicos.....   | 21 |
| 1.1.4. | Justificación.....   | 21 |
| 1.2.   | Marco Teórico .....  | 21 |
| 1.2.1. | Análisis histórico en países de Sudamérica acerca del SMLD (Sistema de Muros de Ductilidad Limitada) ..... | 21 |
| 1.2.2. | Análisis histórico acerca del SMDL, en Distrito Metropolitano de Quito.....                                | 23 |
| 1.2.3. | Estado actual del conocimiento del tema.....   | 25 |
| 1.2.4. | Adopción de una perspectiva teórica.....   | 26 |
| 1.2.5. | Glosario de términos .....   | 26 |
| 2.     | CAPITULO II. MÉTODO.....   | 30 |
| 2.1.   | Tipo de estudio.....   | 30 |
| 2.2.   | Modalidad de investigación .....   | 30 |
| 2.3.   | Método.....  | 30 |
| 2.4.   | Sección de instrumentos de investigación.....  | 31 |
| 3.     | CAPITULO III. RESULTADOS .....   | 32 |
| 3.1.   | Presentación y Análisis de resultados.....   | 32 |
| 3.1.1. | Análisis de resultados.....  | 32 |
| 3.2.   | Manual de Seguridad para Sistemas de Muros de Ductilidad Limitada para la Construcción.....                | 32 |
| 3.2.1. | Introducción .....   | 32 |
| 3.2.2. | Objetivo:.....   | 33 |
| 3.2.3. | Marco Jurídico:.....   | 33 |
| 3.3.   | Descripción de los procesos que intervienen en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada.....             | 33 |
| 3.3.1. | Proceso Constructivo. ....   | 34 |
| 3.3.2. | PROCESO DE MANTENIMIENTO .....   | 53 |
| 3.3.3. | PROCESO DE ALMACENAMIENTO .....  | 64 |
| 3.4.   | EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL PARA LOS TRABAJADORES EN CADA PROCESO:<br>66                                |    |
| 4.     | CAPITULO IV. DISCUSIÓN .....   | 68 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 4.1 CONCLUSIONES .....     | 68 |
| 4.2 RECOMENTADACIONES..... | 68 |

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA. -----                         | 34 |
| Tabla 2 Matriz de Riesgo Químico. INEN 2266. Clasificación de los productos. Autor: Boris Guerra -----                           | 46 |
| Tabla 3 Matriz de Riesgo Químico. Acuerdo Ministerial 142. Autor Boris Guerra. ----  | 47 |
| Tabla 4. Severidad del daño. Autor: Boris Guerra.-----   | 48 |
| Tabla 5 Probabilidad del daño. Autor: Boris Guerra. -----  | 48 |
| Tabla 6. Asignación de valores a la probabilidad y la consecuencia. Autor: Boris Guerra. -----                                   | 49 |
| Tabla 7. Valores asignados a la sumatoria de las celdas tanto de la probabilidad más la consecuencia. Autor: Boris Guerra. ----- | 49 |
| Tabla 8 Correlación de probabilidad más la consecuencia. -----   | 50 |
| Tabla 9. Significado de cada uno de los niveles de tolerancia. Autor: Boris Guerra. ---  | 51 |
| Tabla 10. Matriz de Evaluación General de Riesgos. Autor: Boris Guerra. -----  | 52 |

## INDICE DE IMAGENES

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| FOTO 1 Preparación de base de cimentación. -----  | 34                             |
| FOTO 2 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Preparación de base de cimentación. -----                          | 35                             |
| FOTO 3 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Armado de malla electrosoldada. -----                              | 35                             |
| FOTO 4 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Preparado de superficies de acero. Formaletas. 36                  |                                |
| FOTO 5 Imagen Video Metalex. Ubicación de rinconeras. -----   | 36                             |
| FOTO 6. Proyecto Hacienda Pinsaquí. Colocar planchas y asegurar con chapetas. ----                    | 37                             |
| FOTO 7. Proyecto Hacienda Pinsaquí. Colocar planchas y asegurar con chapetas. ----                    | 37                             |
| FOTO 8. Proyecto Hacienda Pinsaquí. Estructurado de muros cajón. -----                                | 38                             |
| FOTO 9. Imagen Video Metalex. Colocar corbatas o distanciadores entre estructuras. 38                 |                                |
| FOTO 10. Imagen Video Metalex. Vista de las corbatas o distanciadores. -----                          | 39                             |
| FOTO 11. Imagen Video Metalex. Cierre con los tapa muros. -----                                       | 39                             |
| FOTO 12 Colocación de alineadores y tensores. Para ajuste de estructuras.-----                        | 40                             |
| FOTO 13 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Alineadores en estructura armada.-----                            | 40                             |
| FOTO 14 Gatas o puntales diagonales. -----  | 41                             |
| FOTO 15 Imagen Video Metalex puntales diagonales -----  | 41                             |
| FOTO 16 Imagen Video Metalex. Puntales internos -----   | .                              |
| -----   | 42                             |
| FOTO 17 Imagen Video Metalex Estructura lineal -----  | 42                             |
| FOTO 18 Imagen Video Metalex . Alineadores Superiores. -----  | 43                             |
| FOTO 19 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Lavado a presión de agua para retirar residuos de hormigón. ----- | 43                             |
| FOTO 20 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Lavado de estructura armada. Previo a fundición.-----             | 44                             |
| FOTO 21 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Proceso de fundición.-----  | 44                             |
| FOTO 22 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Proceso de desencofrado. -----                                    | 45                             |
| FOTO 23 Imagen Video Metalex. Mesón con su plancha de acero. -----                                    | 54                             |
| FOTO 24 Imagen Video Metalex. Herramientas para el mantenimiento de formaletas. 54                    |                                |
| FOTO 25 Martillo bola-----  | FOTO 26 Cincel especial        |
| -----   | 54                             |
| FOTO 27 Pinza de presión plana -----  | FOTO 28 Pinza de precisión uña |
| -----   | 55                             |
| FOTO 29 Pata de cabra -----   | FOTO 30 Desmoldante.           |
| -----   | 55                             |
| FOTO 31 Imagen Metalex. Limpieza de residuos de hormigón en superficie de formaleta.-----             | 55                             |
| FOTO 32 Imagen Video Metalex. Limpieza con cincel corbatero.-----                                     | 56                             |
| FOTO 33 Imagen Metalex. Limpieza de orificios de separadores con cincel corbatero. -----              | 56                             |
| -----   | 56                             |
| FOTO 34 Imagen Video Metalex. Limpieza de bandas laterales externas con espátula. -----               | 57                             |
| -----   | 57                             |
| FOTO 35 Imagen Metalex. Limpieza de orificios de bandas laterales con cincel de punta.-----           | 57                             |
| FOTO 36 Imagen Video Metalex. Limpieza con espátula parte interna de formaleta. -                     | 58                             |

|  |    |
|--|----|
| FOTO 37 Imagen Video Metalex. Limpieza con cincel restos de cemento en mariposas.<br>-----   | 58 |
| FOTO 38 Imagen Video Metalex. Rectificación de bandas con cincel especial. -----   | 59 |
| FOTO 39 Imagen Video Metalex. Rectificación de bandas externas con yunque. -----   | 59 |
| FOTO 40 Imagen Video Metalex. Corrección de parte superior de las venas de la<br>formaleta.-----                                     | 60 |
| FOTO 41 Imagen Video Metalex. Rectificación de mariposas de la formaleta.-----   | 60 |
| FOTO 42 Imagen Video Metalex. Corrección de venas de tablero con el yunque. ----   | 61 |
| FOTO 43 Imagen Video Metalex. Verificación de aleación de formaleta.-----  | 61 |
| FOTO 44 Imagen Video Metalex. Verificar superficie alineada de formaleta y pequeños<br>golpes ayudados de un cuartón de madera<br>62 |    |
| FOTO 45 Imagen Video Metalex. Cobertura de la superficie de formaleta por<br>desmoldante. -----                                      | 62 |
| FOTO 46 Imagen Video Metalex. Formaleta con fisuras, perforaciones, abolladuras. -   | 63 |
| FOTO 47 Imagen Video Metalex. Formaleta deformada su estructura forma total. ----  | 63 |
| FOTO 48 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Proceso de almacenamiento (transporte de<br>formaleta) -----                                     | 65 |
| FOTO 49 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Almacenamiento de formaleta en contenedores.<br>-----  | 65 |
| FOTO 50 Equipo de protección personal base para manipulación de químicos. En el<br>sistema MDL.-----                                 | 66 |
| FOTO 51 Traje de plástico (impermeable) para uso el lavado de la estructura armada<br>con agua a presión.-----                       | 67 |

## RESUMEN

Este trabajo se realizó para establecer un Manual, como guía para un sistema de construcción diferente, que actualmente se encuentra implementándose en la ciudad de Quito.

Es este Sistema de Muros de Ductilidad Limitada, que ofrece un buen comportamiento a los movimientos sísmicos, y se encuentra como alternativa en el sector de la construcción para optimizar los tiempos y recursos en el sector inmobiliario.

En este trabajo se realizó la identificación de los procesos, los métodos para identificar, evaluar y controlar los riesgos en cada proceso, colocando herramientas basadas en normativa ecuatoriana como son la INEN, NEC, los acuerdos Ministeriales de Medio Ambiente y de Seguridad en la Construcción, además del Decreto Ejecutivo 2393.

Referidos documentos internacionales de países tales como: Chile, Colombia y Perú, los mismos que ayudaron a brindar la información acerca del Sistema de Muros de Ductilidad Limitada, el resultado en cada uno de estos países.

Con todos estos elementos, proponemos el Manual de Seguridad que, al no haber mucha información de este sistema, nos apegamos a las experiencias de los países vecinos, y de las constructoras que, en nuestro país ya lo vienen implementando desde alrededor de 10 años.

Como método utilizamos Evaluación General de Riesgos, para determinar la estimación y valoración de riesgos, aplicados a cada proceso identificado en el SMDL; además de dos normas que nos ayudarán a determinar un poco más el riesgo químico, como son: la INEN 2266 TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS. REQUISITOS; y, el Acuerdo Ministerial 142 de Medio Ambiente, LISTADO DE SUBSTANCIAS QUIMICAS PELIGROSAS.

Palabras clave: muros, muros sismorresistentes, muros de ductilidad limitada.



## ABSTRACT

This work was carried out to establish a Manual as a guide for a different construction system, which is currently being implemented in the city of Quito.

It is this Limited Ductility Wall System, which offers good behavior to seismic movements, and is an alternative in the construction sector to optimize time and resources in the real estate sector.

In this work was made the identification of the processes, the methods to identify, evaluate and control the risks in each process, placing tools based on Ecuadorian regulations such as the INEN, NEC, the Ministerial Agreements on Environment and Safety in Construction, in addition to Executive Decree 2393.

Referred international documents from countries such as: Chile, Colombia and Peru, the same ones that helped to provide information about the Limited Ductility Wall System, the result in each of these countries.

With all these elements, we propose the Security Manual that, not having much information of this system, we stick to the experiences of neighboring countries, and of the construction companies that, in our country, have been implementing it for around 10 years.

As a method, we use General Risk Assessment to determine the estimation and assessment of risks applied to each process identified in the SMDL; in addition to two standards that will help us determine a little more the chemical risk, such as: the INEN 2266 TRANSPORT, STORAGE AND HANDLING DANGEROUS OF MATERIALS. REQUIREMENTS; and, Ministerial Agreement 142 of the Environment, LIST OF DANGEROUS CHEMICAL SUBSTANCES.

Key words: walls, seismic walls, walls of limited ductility.



## **1. CAPITULO I.**

### **1.1. INTRODUCCION**

En nuestro país actualmente ha ganado cada vez más campo la Seguridad y Salud Ocupacional, ocupa como parte de su implementación basado en normas, decretos, convenios nacionales e internacionales, procedimientos y un sin número de estrategias, orientados a preservar la integridad física, social y ambiental de los trabajadores. Básicamente su accionar es la prevención de riesgos y accidentes en el ámbito laboral, para garantizar buenas condiciones tanto a los trabajadores y materiales de trabajo, para que sean capaces de optimizar el buen uso del recurso sin dejar de lado a la salud.

En Ecuador, ya se trabaja con una visión más amplia a nivel socio-laboral, de higiene con programas que se apoyan en el factor humano, esto en la actualidad motiva a generar mejores condiciones ambientales para los diferentes ámbitos de participación; En este manual me voy a referir al sector de la construcción, que también ha dado un gran giro en las condiciones actuales a las que se tenían hace más de tres décadas anteriores, que eran muy precarias y carecían de garantías de vida al trabajador, el ambiente de trabajo no era seguro y la tasa de accidentabilidad era muy elevada.

Actualmente por las condiciones geológicas y geográficas en las que nos encontramos como país, nos ha permitido que la innovación y el aprendizaje de nuevas formas de construcción, que además garanticen no una resistencia sísmica, sino un mejor comportamiento estructural a los movimientos de tierras en presencia de los diferentes fenómenos naturales como son los sismos.

Es por eso que este método de construcción además de sustituir algunos elementos de la construcción tradicional, es más corto su tiempo de estructuración y su comportamiento es hasta la fecha óptimo para este tipo de sucesos frente a los fenómenos naturales. El manual está direccionado a este tipo de construcción, el de muros de ductilidad limitada, su uso está teniendo cada vez más presencia en nuestro país. En países como Colombia y Perú tienen un registro de uso de antes del año 2000.



### **1.1.1. Planteamiento del Problema**

En toda organización se encuentra conformada de trabajadores, el recurso generador en la producción, tal es así que ahora se lo conoce como talento humano, quien hace posible el lograr muchos objetivos empresariales, es la base de la sustentación económica de cada actividad. Pero en la participación del ser humano en el proceso productivo de forma directa, hablando específicamente en el de la construcción, también existe errores o fallas que son determinantes para el proceso productivo avance.

A su vez las empresas de construcción son el motor de gran parte de la sociedad, en este caso la ecuatoriana, que genera fuentes de empleo y oportunidades de vivienda a los habitantes del Distrito Metropolitano de Quito.

En las constructoras es indispensable el renovar las tecnologías como parte de su calidad en servicio ofertado, es así que ya se puede observar el cambio o sustitución de muchos elementos de la construcción tradicional, sobre todo de los elementos que antes se colocaban para compactar tales como el ladrillo y el bloque. Hoy ya tienen sustitutos, muchos de ellos por el hormigón compacto.

Es el caso del uso de este nuevo método de construcción como lo es el sistema de muros de ductilidad limitada, estos han simplificado el tiempo de construcción, optimizando el material (hormigón), mano de obra, herramientas, factores económicos, sociales, de urbanismo, entre otros.

Pero ante todo esto ya existen normas que mencionan algo acerca de este método, aunque no las ecuatorianas, las NEC, hacen referencia en la parte constructiva a los muros portantes, que se acercan un poco a este tipo de método (estructural), no muy específico. En la parte de seguridad es indispensable el optar dar un direccionamiento en este tipo de construcciones, pues al ser un método que simplifica u optimiza el tiempo, se puede observar que algunos riesgos y peligros de la construcción se podrán materializar o aparecer de forma más rápida; se debe tomar en cuenta que al tratarse un trabajo a presión en la colocación de cada una de las estructuras, los movimientos repetitivos, los riesgos mecánicos y otros surgirán de forma inmediata, si no se tiene una identificación adecuada, es por eso que hay la necesidad de tener esos lineamientos para evitar los accidentes laborales en este tipo de construcción.

### **1.1.2. Objetivo General**

Elaborar un Manual de Seguridad, que identifique el proceso in situ, para la construcción basada en sistemas de Muros de Ductilidad Limitada, con el fin de identificar, evaluar, controlar y/o disminuir los peligros o riesgos en el trabajo en este tipo de construcciones en el sector inmobiliario de la ciudad de Quito DM.



### 1.1.3. **Objetivos específicos**

1. Definir las actividades en el proceso de construcción con muros de ductilidad limitada
2. Establecer los procedimientos de identificación, evaluación de riesgos en la construcción con muros de ductilidad limitada
3. Definir cuáles son los mecanismos de control de los procesos y mantenimiento de los elementos constructivos.

### 1.1.4. **Justificación.**

La presente investigación tiene fundamento en la aplicación del Sistema de Muros de Ductilidad Limitada, debido a que se observó que las condiciones de Seguridad y Salud Laboral, requeridas y existentes en el área de construcción del sector inmobiliario, de la ciudad de Quito, las mismas que nos van a permitir recopilar los datos necesarios, para implementar unos lineamientos de trabajo seguro, acerca de las medidas preventivas que ayuden a tener un mejor ambiente laboral para los trabajadores que se involucren.

Por otro lado, esta propuesta del Manual tendrá beneficio directo para los trabajadores que intervengan, en la construcción mediante este sistema, tomando en cuenta la seguridad individual y colectiva del profesional de la Construcción.

Cabe mencionar que este manual enriquecerá y fortalecerá los conocimientos técnicos y teóricos, lo que implica un crecimiento profesional, por el aporte de ideas de las personas quienes son parte indirecta de su conocimiento profesional y experiencias en la aplicación de este método de construcción.

## 1.2. **Marco Teórico**

### 1.2.1. **Análisis histórico en países de Sudamérica acerca del SMLD (Sistema de Muros de Ductilidad Limitada)**

Para poder ahora si abordar el tema constructivo de los sistemas de muros de ductilidad limitada, tenemos que ahora analizar su origen, ante todo en Sudamérica. De forma muy en particular lo haremos como referente a Chile, Colombia y a Perú, estos dos últimos países con los cuales tenemos más similitud y por la cercanía con nuestro territorio ecuatoriano.

En lo que se refiere a Chile tiene sus inicios el tipo de construcción de muros, en el año de 2005, que corresponde al 3% de la construcción de ese año, para el año 2014,



la construcción del sistema de muros de hormigón ya representaba el 11%, y va en incremento, ratificando la sustitución de la mampostería tradicional.<sup>1</sup>

El comportamiento de los muros de hormigón, según lo expresado por Carrillo y Alcocer (2012), que son utilizados para viviendas de baja altura en los países de Latinoamérica, realizaron un experimento con respecto al reforzamiento del 50% de la cuantía de acero, separándolos de los muros que tenían el 100% de la cuantía mínima de acero. Los que poseían el 50% de la cuantía de acero lo estaban básicamente reemplazados por varilla electrosoldada, mientras que los de la cuantía de acero al 100% estaban conformadas con barras tradicionales de hierro, esto apegados a las normas constructivas de ese entonces en Chile.<sup>2</sup>

Observaron a los muros que fueron reemplazados de las barras tradicionales de hierro, por la malla electrosoldada, limitó la capacidad de desplazamiento del muro con respecto a los tradicionales. Entonces lo sometieron a otras pruebas tales como registros de terremotos, y concluyeron que el desempeño de los muros de hormigón de baja resistencia, reforzadas con malla electrosoldada de una cuantía menor y prescrita por normativas actuales darían resultado al modo de falla de corte (fisura estructural), y que debería mejorarse el cálculo matemático que sea capaz de predecir el comportamiento elástico de las estructuras de muros de este tipo frente a eventos sísmicos.

En Perú y Colombia tienen un comportamiento similar a la adopción de este método de sistemas de muros de ductilidad limitada. Teniendo en cuenta que también existe un reemplazo al sistema de hormigón tradicional, cada vez está más presente el SMDL, ahora implementándose hasta en la construcción de edificios.

Es así que, en el 2013 Quiroz, Maruyama y Zavala, realizan un estudio acerca del comportamiento cíclico de los muros de corte delgado de hormigón armado en gran escala y realizaron una simulación numérica de sus componentes. Esto lo realizaron tal cual como lo hacían en los edificios en Lima, concluyendo que el comportamiento de un componente dúctil como el acero, más una malla electrosoldada, de una forma bien distribuida podría tener un buen resultante ante movimientos sísmicos al reducir la carga de soporte, pero igual conservar cierta rigidez estructural, como muro en sí.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> ANALISIS EXPERIMENTAL DE MUROS DELGADOS DE HORMIGON ARMADO PARA VIVIENDAS DE BAJA ALTURA. Francisco Javier Almeida Navarrete. Santiago de Chile. 2015.

<sup>2</sup> ANALISIS EXPERIMENTAL DE MUROS DELGADOS DE HORMIGON ARMADO PARA VIVIENDAS DE BAJA ALTURA. Francisco Javier Almeida Navarrete. Santiago de Chile. 2015.

<sup>3</sup> ANALISIS EXPERIMENTAL DE MUROS DELGADOS DE HORMIGON ARMADO PARA VIVIENDAS DE BAJA ALTURA. Francisco Javier Almeida Navarrete. Santiago de Chile. 2015.



### **1.2.2. Análisis histórico acerca del SMDL, en Distrito Metropolitano de Quito.**

Como hemos citado después de realizar algunas pruebas en países que adoptaron la medida de cambio constructivo por el de implantar el sistema de muros de ductilidad limitada, ahora en el Ecuador, que tiene un inicio no tan fuerte, en el ámbito constructivo urbano, con pocas constructoras en el sector inmobiliario.

Para poder hablar de lo que ocurre con Quito, la capital de los ecuatorianos, es necesario reflejar una situación como es el encontrarse en un sector de alta irregularidad en la extensión y calidad de suelo, además de la distribución de la población a lo cual haremos una retrospectiva pequeña, acerca del comportamiento ante eventos de movimientos de tierra, de índole natural (sismos y terremotos).

Primero trasladarnos a la historia de Quito, en lo referente a los sismos sufridos en la ciudad. Entre estas tenemos la sufrida el 5 de marzo de 1987, en donde un fuerte sismo causó la muerte de 1000 habitantes y una pérdida de alrededor de 700 millones de dólares, esto fuera de la ciudad, resultando como mayor el daño la ruptura del oleoducto transecuatoriano.

Desde 1968 en adelante la ciudad crece a 45000 habitantes, desde este año crece alrededor de 25 veces más hasta la actualidad, pero con respecto al área de habitabilidad también crece en tal proporción que muchos cerros y elevaciones de Quito, actualmente se encuentran habitados.

Desde entonces Quito, viene soportando muchos terremotos y sismos de magnitud significativa, lo que puso en evidencia algunos aspectos como entre estos tenemos: el no contar con una organización ante estos eventos, los mecanismos de socorro no se encuentran alineados aun para un evento sísmico, de grandes magnitudes, y otra que preocupa más al colectivo que lo habitamos, las edificaciones con una pobre calidad de construcción, en un área que es considerada como de alto peligro de desastres geológicos.

Tomando en cuenta esto hubo la necesidad por parte de la Alcaldía, en ese entonces administrada por Jamil Mahuad Witt, el reunirse con muchos organismos nacionales e internacionales para poder hacer frente a este ciclo de sismos que soportaba la ciudadanía que habitaba en Quito; es así que llega a determinarse que la ciudad capital, sufriría daños de acuerdo a 3 factores: la fuerza del terremoto (magnitud), distancia que existe desde el epicentro del terremoto, y, las características del suelo de la ciudad.

La Alcaldía de Quito, como iniciativa invitó y formó un equipo internacional y multidisciplinario de más de 40 especialistas entre sismólogos, geólogos, ingenieros de suelos, ingenieros estructurales y planificadores urbanos del Ecuador, Canadá, Francia, Japón y los Estados Unidos, todos estos organismos determinaron los posibles efectos de sismos que pueden darse y en que magnitud a futuro en la ciudad.



Tomaron como referentes a 3 tipos de sismos que podrían darse de acuerdo a determinadas características:

1. Uno de magnitud 8.4 localizado fuera de la costa a unos 200 km, al occidente de Quito.
2. Un terremoto regional de magnitud 7.3 localizado en el interior del continente a 80 km al este de Quito.
3. Un terremoto local de magnitud de 6.5 ubicado a 25 km al norte de Quito<sup>4</sup>

Este organismo tuvo la necesidad de hacer una división a la ciudad en 22 zonas, esto obedeciendo al tipo de suelo para calcular la intensidad de sacudimiento en cada zona para cada uno de los terremotos representativos descritos anteriormente.

Entre las recomendaciones que esta organización expresó se encuentra una que es: el adoptar un código de construcción eficaz y obligar a su cumplimiento.

Esto ya en la actualidad viene reformándose y controlándose a través de Instituciones de control estatales y municipales, para la aprobación de los procesos constructivos en la ciudad de Quito.

En lo que podemos decir del sistema de muros de ductilidad limitada, tomaremos como referencia a un Proyecto Inmobiliario de la ciudad capital, en el sur (Proyecto Hacienda Manzana Pinsaquí) que por parte de la Constructora e Inmobiliaria CONSTRUECUADOR S.A. desde más o menos unos 8 años atrás viene implementando este sistema de muros de ductilidad limitada en sus proyectos, en este proyecto realizamos una verificación del sistema constructivo para departamentos en torres habitables de hasta 4 pisos.

Cabe aclarar que muchas personas piensan que cuando se refiere a este tipo de construcciones lo consideran muros portantes, y no como su nombre lo indica muros de ductilidad limitada, si bien el uno es parte del otro por el concepto que ambas estructuras se componen de resistencia a pesos y movimientos horizontales y verticales, los muros portantes tienen una dimensión de 14mm como mínimo de espesor, mientras que los de ductilidad limitada son de un mínimo de 10mm de espesor.

Retomando, el tema de observación en este proyecto inmobiliario, describiremos como se conforma el sistema de muros de ductilidad limitada, sus procesos, componentes de

---

<sup>4</sup> PROYECTO PARA EL MANEJO DEL RIESGO SISMICO DE QUITO. Escuela Politécnica Nacional, GeoHazards International, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, ORSTOM, Quito. OYO CORPORATION. Diciembre de 1995. Actualización 25 de octubre del 2004.



cada proceso, lo que se identifica en cada proceso al utilizar estructuras metálicas para el encofrado, el ¿cómo va conformándose el esqueleto de la construcción?, las herramientas que se utilizan, los tiempos establecidos para el proceso de construcción de torres de departamentos, la seguridad e cada uno de los procesos tomados y si estos se ajustan a las normas ecuatorianas, los riesgos y/o peligros evidenciados en este sistema, si es factible realizar los trabajos en circunstancias climáticas cambiantes como lo es en la ciudad de Quito.

Se basa en la modalidad de un proyecto factible y ya en ejecución, se apoya en la observación y descripción de procesos, identificación de los riesgos, estimación y evaluación de los mismo en cada etapa del proceso del SMDL; en recopilación de datos, que son necesarios para el desarrollo del tema, se pudo determinar las posibles deficiencias en cuanto a la aplicación de programas de Seguridad e Higiene.

El trabajo in situ, de un proyecto inmobiliario del sur de la ciudad capital (Manzana Hacienda Pinsaquí), en el mismo que se observó y logró identificar los procesos, con una población limitada en un proyecto constructivo, para luego sugerir una guía en este tipo de construcción como la elaboración del Manual de Seguridad.

### **1.2.3. Estado actual del conocimiento del tema**

En el Ecuador, por encontrarse en una zona considerada altamente sísmica, por ser parte del Callejón Interandino, ha venido adoptando nuevas formas constructivas, que brinden la misma confiabilidad en resistencia o buen comportamiento estructural ante estos eventos.

Es así que la construcción de Muros de Ductilidad Limitada ofrece una construcción rápida, segura y de buen comportamiento estructural, ya que se encuentra adaptado a nuestro medio, sin embargo hay la necesidad de indagar acerca de la Seguridad del trabajador que se encuentra involucrado en el proceso del sistema; si bien es cierto que hay normas y reglamentos que rigen en la construcción en general, no abarcan al sistema como algo específico, puesto que se desconoce del proceso del mismo y de la participación del trabajador en cada etapa del proceso.

En el Distrito Metropolitano de Quito, ya se puede visualizar muchos proyectos inmobiliarios que se construyen de forma muy rápida, a través de muros portantes o de muros de ductilidad limitada, gracias a que sustituyen algunos elementos tradicionales de la mampostería como son el bloque, ladrillo y el porcentaje de varillas de acero.

Son en sí muy pocas las constructoras que optan por este sistema de muros, pues



es catalogado también como un sistema de moderadas fisuras superficiales, esto es debido a los asentamientos constructivos y también a los movimientos sísmicos de la ciudad.

#### 1.2.4. Adopción de una perspectiva teórica

En el Ecuador se observa la aplicación de este sistema en edificios, pero más frecuente se puede verificar en proyectos de vivienda, en donde se identifica la estructuración de losas y muros delgados. Todo este comportamiento se debe a su rapidez de construcción y su bajo costo, lo que se proyecta como una solución a las demandas de vivienda económica dentro del país.

La diferencia de este sistema a otros, es que sus características entre otras son de un buen comportamiento ante sismos. Al no existir un conocimiento basto del sistema, es necesario hacer el seguimiento de acuerdo a las normas, acuerdos ministeriales, decretos, etc., existentes en el país, referentes a la seguridad de los trabajadores, pero afianzando su validez en los procesos identificados en el sistema y así determinar guías en el aspecto de Seguridad, en la identificación, estimación y evaluación de los riesgos observados, determinar también las medidas de control y sugerir mantener el cumplimiento normativo, para la disminución o no ocurrencia de posibles accidentes en obra.

#### 1.2.5. Glosario de términos

**Accidente de trabajo:** Es todo suceso imprevisto y repentino que ocasiona en el trabajador una lesión corporal o perturbación funcional con ocasión o por consecuencia del trabajo. Se registrará como accidente de trabajo, cuando tal lesión o perturbación fuere objeto de la pérdida de una o más de una jornada laboral.

**Andamio:** Toda estructura provisional, fija, suspendida o móvil, y los componentes en que se apoye, que sirva de soporte a trabajadores y materiales o permita el acceso a dicha estructura.

**Barandilla o baranda:** Pasamano adecuadamente afianzado, instalado a lo largo de los bordes expuestos de un andamio, escalera, etc...., para impedir la caída de personas.

**Ductilidad:** es una propiedad que presentan algunos materiales, como las aleaciones metálicas o materiales asfálticos los cuales, bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse plásticamente de manera sostenible sin romperse, permitiendo obtener alambres o hilos de dicho material. A los materiales que presentan esta propiedad se les denomina dúctiles. Los materiales no dúctiles se califican como frágiles. Aunque los



materiales dúctiles también pueden llegar a romperse bajo el esfuerzo adecuado, esta rotura sólo sucede tras producirse grandes deformaciones.<sup>5</sup>

**Ductilidad Limitada:** muros que no poseen ningún confinamiento en sus extremos, dado que por su espesor no se puede usar estribos y su refuerzo generalmente se utilizan mallas electrosoldadas de poca ductilidad.<sup>6</sup>

**Equipos de protección personal:** Son equipos específicos destinados a ser utilizados adecuadamente por el trabajador para la protección de uno o varios riesgos amenacen su seguridad y su salud.

**Ergonomía:** Es la técnica que se ocupa de adaptar el trabajo al hombre, teniendo en cuenta sus características anatómicas, fisiológicas, psicológicas y sociológicas con el fin de conseguir una óptima productividad con un mínimo esfuerzo y sin perjudicar la salud.

**Factor o agente de riesgo:** Es el elemento agresor o contaminante sujeto a valoración, que actuando sobre el trabajador o los medios de producción hace posible la presencia del riesgo. Sobre este elemento es que debemos incidir para prevenir los riesgos.

**Larguero:** Elemento del andamio colocado horizontalmente, paralelo al frente de la estructura, en ángulo recto con los soportes.

**Lugar o centro de trabajo:** Son todos los sitios en los cuales los trabajadores deben permanecer o a los que tienen que acudir en razón de su trabajo y que se hallan bajo el control directo o indirecto del empleador, para efectos del presente reglamento se entenderá como centro de trabajo cada obra de construcción.

**Manual o a mano:** Operación realizada sin necesidad de una herramienta mecánica o de una máquina.

**Muro:** elemento generalmente vertical, empleado para encerrar o separar espacios.<sup>7</sup>

**Muro portante:** muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical.<sup>8</sup>

---

<sup>5</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Ductilidad>.

<sup>6</sup> ELABORACIÓN DE CURVAS DE FRAGILIDAD DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA DE 10 cm DE ESPESOR EN ENSAYOS EXPERIMENTALES, PERÍODO 2011-2015. Ing. Dina Cotrado. Tacna-Perú.

<sup>7</sup> NEC, NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION. Estructuras de hormigón armado.

<sup>8</sup> NORMA TECNICA E. 070 ALBAÑILERIA. Resolución Ministerial N° 011-2006-Vivienda. Perú.



**Obra:** Todo lugar en el que se realicen cualquiera de los trabajos u operaciones de construcción, obras públicas, etc.

**Puntal:** En relación con un andamio, significa el tubo vertical o casi vertical que sostiene el peso del andamio y su carga.<sup>9</sup>

**Riesgo del trabajo:** Es la posibilidad de que ocurra un daño a la salud de las personas con la presencia de accidentes, enfermedades y estados de insatisfacción ocasionados por factores o agentes de riesgos presentes en el proceso productivo.

**Riesgos Físicos:** Originados por iluminación, ruido, vibraciones, temperatura, humedad, radiaciones, electricidad y fuego.

**Riesgos Mecánicos:** Producidos por la maquinaria, herramientas, aparatos de izar, instalaciones, superficies de trabajo, orden y aseo.

**Riesgos Químicos:** Originados por la presencia de polvos minerales, vegetales, polvos y humos metálicos, aerosoles, nieblas, gases, vapores y líquidos utilizados en los procesos laborales.

**Riesgos Biológicos:** Ocasionados por el contacto con virus, bacterias, hongos, parásitos, venenos y sustancias sensibilizantes producidas por plantas y animales. Se suman también microorganismos transmitidos por vectores como insectos y roedores.

**Riesgos Ergonómicos:** Originados en posiciones incorrectas, sobreesfuerzo físico, levantamiento inseguro, uso de herramientas, maquinaria e instalaciones que no se adaptan a quien las usa.

**Riesgos Psicosociales:** Los que tienen relación con la forma de organización y control del proceso de trabajo.

Pueden acompañar a la automatización, monotonía, repetitividad, parcelación del trabajo, inestabilidad laboral, extensión de la jornada, turnos rotativos y trabajo nocturno, nivel de remuneraciones, tipo de remuneraciones y relaciones interpersonales.

**Salud:** Se denomina así al completo estado de bienestar físico, mental y social. No únicamente la ausencia de enfermedad.

**Seguridad:** Mecanismos jurídicos, administrativos, logísticos tendientes a generar protección contra determinados riesgos o peligros físicos o sociales.

---

<sup>9</sup> Acuerdo Ministerial 174. REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA LA CONSTRUCCION Y OBRAS PUBLICAS (2017) QUITO: TEGISTRO OFICIAL. Pg.2-6.



**Seguridad y salud en el trabajo (SST):** Es la ciencia y técnica multidisciplinaria, que se ocupa de la valoración de las condiciones de trabajo y la prevención de riesgos ocupacionales, en favor del bienestar físico, mental y social de los trabajadores, potenciando el crecimiento económico y la productividad.

**Soporte:** Cada elemento del andamio en que descansa la plataforma.

**Trabajo:** Es toda actividad humana que tiene como finalidad la producción de bienes y servicios.

**Trabajador:** La persona que se obliga a la prestación del servicio o a la ejecución de la obra se denomina trabajador y puede ser empleado u obrero.



## **2. CAPITULO II. MÉTODO**

### **2.1. Tipo de estudio**

Nos basamos en el estudio de observación y descripción. En un Proyecto inmobiliario, en donde se está aplicando el sistema de muros de ductilidad limitada en el sur de Quito.

### **2.2. Modalidad de investigación**

La investigación es de modalidad cualitativa y cuantitativa, pues utilizamos un método para el análisis de riesgos y poder así realizar una matriz. Es un estudio de campo que persigue el afianzar mediante la recopilación de datos que retroalimenten y fortalezcan la fiabilidad de la información obtenida.

### **2.3. Método**

El método a realizarse en el proyecto inmobiliario del sur de Quito será: exploratorio, descriptivo y explicativo, acerca de las aplicaciones de las normas ecuatorianas referentes a la seguridad en la construcción en el sistema de muros de ductilidad limitada. Si pueden ejecutarse y llevarse a cabo.

Exploratorio, porque es un sistema nuevo constructivo, aunque tiene similitudes en algunas cosas, existe una variable que es el tiempo de construcción.

Descriptivo, en ella también existen elementos que sustituyen a los de la construcción tradicional, las formaletas o placas de acero que sirven para armar el esqueleto de contención de los muros, eso lo muestra como novedoso para el mercado de la construcción, también requiere de más cuidado, pues las distracciones en su aplicación pueden conllevar a la aparición de accidentes materializados; es un trabajo a presión, por el tiempo que se busca ganar en su construcción frente a la tradicional, que da la tendencia a su desaparición, paulatina y los elementos tradicionales de construcción también.

Explicativo, porque tiene que ver con dar a conocer los elementos que identifiquen las características del sistema de muros de ductilidad limitada. Si se lo usa actualmente, que beneficios trae y que soluciones puede brindar frente a las demandas de empleo y de cuidado del trabajador al exponerse e involucrarse al sistema.



## **2.4. Sección de instrumentos de investigación**

Se aplicará el sistema de Evaluación general de riesgos, en donde se clasificarán las actividades de cada proceso.

Como instrumento nos acogeremos al Decreto Ejecutivo 2393 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES, al Acuerdo Ministerial 174 REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA LA CONSTRUCCION Y OBRAS PUBLICAS. Las normas de la construcción NEC. Referimos trabajos de otros países como Perú y Colombia, acerca del sistema. Y otros elementos bibliográficos que ayudarán a la conformación del manual en el tema requerido.

Utilizamos una matriz para el riesgo químico en base a la clasificación de lo que expresa tanto el AM 142, del Ministerio de Ambiente, tanto como la norma INEN 2266.



### **3. CAPITULO III. RESULTADOS**

#### **3.1. Presentación y Análisis de resultados**

De acuerdo a lo evidenciado con la observación de todo el proceso y la aplicación de una matriz de riesgos, se determinan que en este método los riesgos son mecánicos, ergonómicos, y químicos, no dejando de lado los psicosociales, pues al estar en una tarea de tiempo y precisión pueden aparecer el estrés laboral.

##### **3.1.1. Análisis de resultados**

Con los formatos de los check list que se encuentran como anexos, nos ayudarán para tener más claro el comportamiento de los trabajadores ante la presencia de los riesgos inherentes en la tarea del sistema de muros de ductilidad limitada, las recomendaciones que se pondrán en los puntos posteriores, servirán para dar la mejora continua y la prevención en el trabajo, enfocado siempre al cuidado integral del trabajador en los trabajos de obra civil.

#### **3.2. Manual de Seguridad para Sistemas de Muros de Ductilidad Limitada para la Construcción.**

##### **3.2.1. Introducción**

La seguridad dentro del ámbito laboral es importante para quienes realizamos la tarea de establecer los mecanismos de prevención de los accidentes. Es así que hay la necesidad de este Manual, que oriente a las actividades de la Construcción de sistemas nuevos constructivos, como lo es el de Muros de Ductilidad Limitada, que optimiza el recurso humano, de materiales y que oferta nuevas formas de habitabilidad en el sector inmobiliario.

Para poder intervenir de forma que las condiciones de trabajo materialicen posibles lesiones, es fundamental el crear este manual donde se explique al trabajador tanto como a la organización la manera de mantener un nivel fuera de percances o accidentes, en sistemas dinámicos de construcción.

En este Manual describiremos los procesos identificados, y los riesgos observados en los mismos, se ponderaron los que tenían mayor relevancia en cuanto a la ocurrencia y probabilidad.



### **3.2.2. Objetivo:**

Impartir lineamientos o elementos que servirán de guía, para crear un ambiente de trabajo de seguridad para el personal que trabaja en Sistemas de Muros de Ductilidad Limitada, en proyectos inmobiliarios de la ciudad de Quito.

### **3.2.3. Marco Jurídico:**

Para la elaboración del Manual, haremos referencia que, para la identificación y evaluación de los riesgos, partimos de la observación y descripción de cada uno de los procesos que intervienen en los sistemas de muros de ductilidad limitada, para luego establecer con el método de Evaluación general de riesgos para identificar, estimar y valorar el riesgo; en cuanto al riesgo químico, nos basamos en dos normas: en la NORMA TECNICA ECUATORIANA INEN 2266:2009. TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS. REQUISITOS; y, el ACUERDO MINISTERIAL N°142. MINISTERIO DE AMBIENTE. Apoyados en el resto del manual como directrices del mismo apoyados con Decreto Ejecutivo 2393 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD E LOS TRABAJADORES, 2003 Quito- Ecuador y el Acuerdo Ministerial 174. REGLAMENTO DE LA SEGURIDAD PARA LA CONSTRUCCION Y OBRAS PUBLICAS, 2017 Quito- Ecuador.

### **3.3. Descripción de los procesos que intervienen en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada.**

En el sistema se puede evidenciar claramente los siguientes procesos:



| CONSTRUCTIVO  | MANTENIMIENTO   | ALMACENAMIENTO  |
|---|---|---|
| En este proceso se recibe los materiales (KITS) y se procede al armado en las plataformas asignadas | Proceso por medio del cual una vez acabado el proceso constructivo se reciben los kits de construcción, se verifican si existieron daños, y se los repara de ser necesario. | Después de su inspección y reparación se procede a guardar y almacenar de acuerdo a las características de cada material en bodegas o contenedores metálicos. |

Tabla 1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA.

Para mayor claridad de cómo funciona el sistema de muros de ductilidad limitada describiremos con más detalle cada uno de estos:

### 3.3.1. Proceso Constructivo.

El proceso inicia una vez que se encuentra listo la plataforma, niveles de suelo correctos en el lugar donde se va a estructurar o armar los muros metálicos. Donde ya se encuentra una base de hormigón rígida (cimientos).

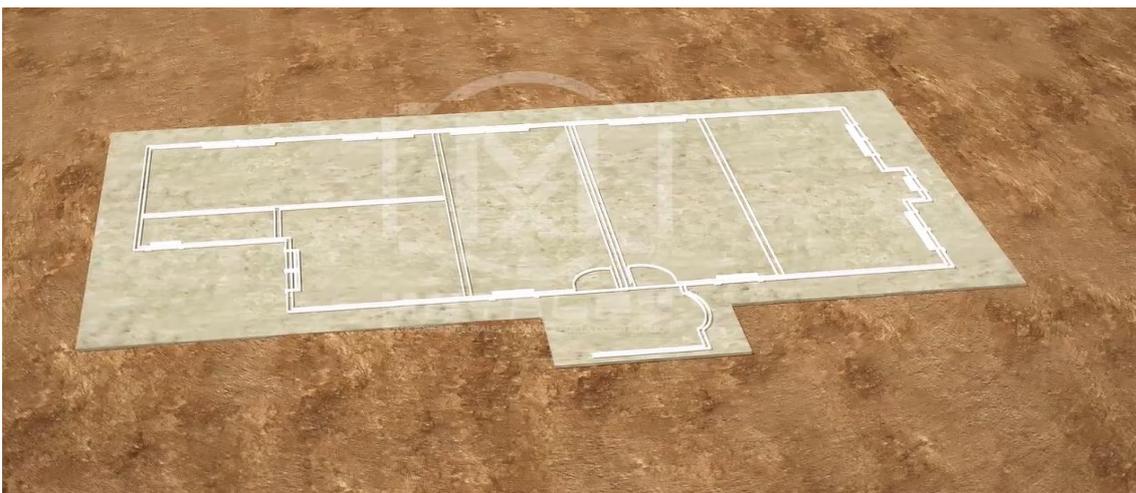


FOTO 1 Preparación de base de cimentación.





FOTO 2 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Preparación de base de cimentación.

Una vez marcado en la plataforma el cómo y dónde van cada estructura se procede al armado de malla electrosoldada. En esta parte ya se colocan las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias de la estructura (paredes, pisos) a la malla de refuerzo. Se deben proteger con espuma Flex o plásticos los cajetines y tomas de agua para la conexión externa del muro.



FOTO 3 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Armado de malla electrosoldada.



Se preparan las estructuras colocándoles un químico (desmoldante) que actuará sobre la no adherencia con el hormigón.



FOTO 4 Proyecto Hacienda Pinsaqué. Preparado de superficies de acero. Formaletas.

Se procede luego al armado interno por medio de una estructura interna de acero angular, llamada rinconera.



FOTO 5 Imagen Video Metalex. Ubicación de rinconeras.

Para luego colocar a cada lado las dos primeras planchas de acero (formaleta).





FOTO 6. Proyecto Hacienda Pinsaqué. Colocar planchas y asegurar con chapetas.



FOTO 7. Proyecto Hacienda Pinsaqué. Colocar planchas y asegurar con chapetas.

Las placas de acero se sujetan unas con otras por medio de grapas (chapetas) y de este modo se van colocando unas con otras hasta conformar el cajón interno.





FOTO 8. Proyecto Hacienda Pinsaqué. Estructurado de muros cajón.

Luego se colocan los distanciadores o corbatas para mantener la medida interna entre formaletas. Y se van colocando también las partes del techo con el mismo sistema de arrinconeras, formaleta, chapetas, corbatas, hasta conformar un cuarto cilíndrico.

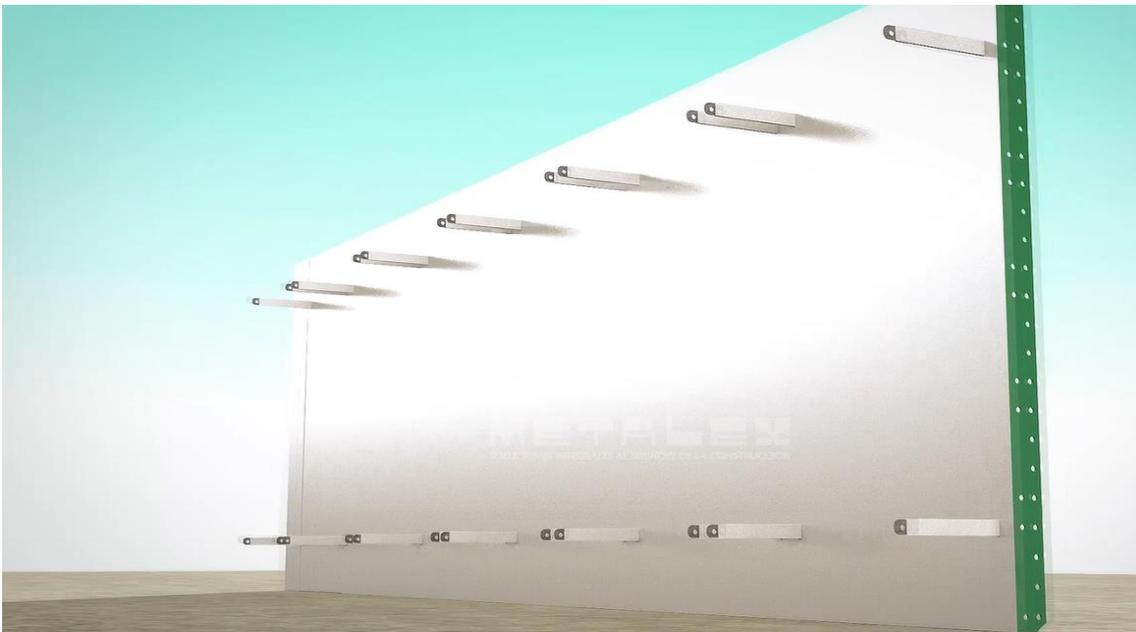


FOTO 9. Imagen Video Metalex. Colocar corbatas o distanciadores entre estructuras.





FOTO 10. Imagen Video Metalex. Vista de las corbatas o distanciadores.

Luego se colocan los tapa-muros. Esto es para los lugares que van puertas y ventanas especialmente.



FOTO 11. Imagen Video Metalex. Cierre con la tapa muros.



Luego se colocan los alineadores y tensores en las caras internas y externas ya estructuradas con la formaleta. Además de puntales para sostener las formaletas del tumbado.



FOTO 12 Colocación de alineadores y tensores. Para ajuste de estructuras.



FOTO 13 Proyecto Hacienda Pinsaqué. Alineadores en estructura armada.



Los alineadores se colocan en sentido contrario la cara interna de la externa, esto es la externa horizontal y la interna vertical, o viceversa. En los alineadores verticales se le colocan puntales de apoyo o parales telescópicos.



FOTO 14 Gatas o puntales diagonales.



FOTO 15 Imagen Video Metalex puntales diagonales

Los puntales internos para losa tienen unos soportes para los alineadores como se lo muestra a continuación.





FOTO 16 Imagen Video Metalex. Puntales internos .



FOTO 17 Imagen Video Metalex Estructura lineal

Sobre los alineadores superiores se colocan unas estructuras para la unión de tableros, esto es también para evitar las fisuras en la losa.





FOTO 18 Imagen Video Metalex. Alineadores Superiores.

Ya se encuentra listo para aplicar el concreto desde la losa, hacia los espacios que deja la unión de las paredes con formaletas, pero antes de que esto ocurra es necesario volver a rociar las estructuras con el desmoldante para evitar que se adhiera el concreto a las estructuras.



FOTO 19 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Lavado a presión de agua para retirar residuos de hormigón.

Con la ayuda de una hidro lavadora, se realiza el recubrimiento del desmoldante por las caras externas de la estructura. Inclusive durante la fundición se repite el proceso.





FOTO 20 Proyecto Hacienda Pinsaqué. Lavado de estructura armada. Previo a fundición.

El proceso se continúa con la colocación del hormigón desde el tumbado. Se utilizan herramientas como vibradores, palas, picos para distribuir a cada segmento.



FOTO 21 Proyecto Hacienda Pinsaqué. Proceso de fundición.

Para luego el proceso de fundición, se alisa el suelo, se lo deja secar y después de pocos días procedemos a retirar las estructuras (desencofrar).





FOTO 22 Proyecto Hacienda Pinsaqué. Proceso de desencofrado.

Una vez retirado todos los elementos metálicos, se ordenan y luego se los traslada al área de mantenimiento.

### 3.3.1.1. Identificación de los riesgos en el proceso constructivo

Para poder identificar a los diferentes riesgos, debemos previamente identificar las actividades y tareas del proceso constructivo. Después nos realizaremos tres preguntas, esto para determinar los peligros y poder categorizarlos y estas preguntas son:

- a) ¿Hay alguna fuente de daño?
- b) ¿Qué o/ quién puede ser dañado?
- c) ¿Cómo puede ocurrir el daño?<sup>10</sup>

El siguiente paso es poder clasificarlos de acuerdo a los factores de riesgo por su tipo estos son:

---

<sup>10</sup> INSST, Evaluación de Riesgos Laborales, p. 5.



- **Físicos ejemplos:** iluminación insuficiente, ventilación insuficiente, exposición a ruido, exposición a vibraciones, fallas en el sistema eléctrico, exposición a temperatura elevada, exposición a radiaciones ionizantes, exposición a radiaciones no ionizantes.
- **Mecánicos ejemplos:** espacio físico reducido, Piso irregular, resbaladizo, pisada sobre objetos, obstáculos en el piso, partes o maquinaria desprotegida, manejo de herramienta cortante y/o punzante, trabajo a distinto nivel, trabajo en altura (desde 1.8 metros), caída de personas al mismo nivel, trabajo confinado, proyección de sólidos o líquidos, superficies o materiales calientes.
- **Químicos ejemplos:** exposición a gases (vehículos, solventes), exposición a polvo orgánico, exposición a polvo inorgánico (mineral o metálico), exposición a vapores y nieblas, exposición a sustancias nocivas, tóxicas o corrosivas, manipulación de químicos.

Para tener una mejor apreciación del riesgo químico sugerimos tomar en cuenta las dos siguientes tablas:

| NUMERO | NOMBRE GENERICO                         | MARCA                   | QUIMICO PRESENTE                   | LUGAR DE ALMACENAMIENTO / EXPOSICION/PROCESO | INEN 2266  |       |                      |                     |  |                        |                      |                       |                             |   |
|--------|---|-------------------------|------------------------------------|--|------------|-------|----------------------|---------------------|--|------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------|---|
|        |   |                         |                                    |  | EXPLOSIVOS | GASES | LIQUIDOS INFLAMABLES | SOLIDOS INFLAMABLES | SUSTANCIAS COMBURENTES Y PEROXIDOS ORGANICOS | SUSTANCIAS INFECCIOSAS | MATERIAL RADIOACTIVO | SUSTANCIAS CORROSIVAS | PELIGROSAS Y OBJETOS VARIOS |   |
| 1      | PEGAMENTO PARA TUBOS PVC                | POLILIMPIA (PLASTIGAMA) | METIL-ETIL-CETONA (MEC)            | BODEGA                                       |            |       | X                    |                     |  |                        |                      |                       |                             |   |
| 2      | SOLVENTE DE LIMPIEZA PARA TUBOS PVC     | POLILIMPIA (PLASTIGAMA) | TETRAHIDROPURANO (THF)             | BODEGA                                       |            |       | X                    |                     |  |                        |                      |                       |                             |   |
| 3      | PINTURAS                                | ABRO SPRAY PAINT        | TOLUENO                            | BODEGA                                       |            |       | X                    |                     |  |                        |                      |                       |                             |   |
| 4      | PINTURAS                                | ABRO SPRAY PAINT        | ACETONA                            | BODEGA                                       |            |       | X                    |                     |  |                        |                      |                       |                             |   |
| 5      | MORTERO ADHESIVO PARA CERAMICA (BONDEX) | INTACO                  | CEMENTO PORTLAND                   | CAMPO  |            |       |                      |                     |  |                        |                      |                       |                             | X |
| 6      | ESPUMA DE ALTO PODER EXPANSIVO          | SIKA                    | DISOCIANATO DE 4,4 METILENDIFENILO | BODEGA/CAMPO                                 |            |       |                      | X                   |  |                        |                      |                       |                             |   |
| 7      | PEGAMENTO DE POLIURETANO                | AFRICANO                | ISOCIANATO                         | BODEGA/CAMPO                                 |            |       | X                    |                     |  | X                      |                      |                       |                             |   |
| 8      | ACEITE MINERAL (DESMOLDANTE)            | S/M                     | TRIMETIL BENCENO                   | CAMPO  |            |       | X                    |                     |  |                        |                      |                       |                             | X |
| 9      | ACEITE MINERAL (DESMOLDANTE)            | S/M                     | XILENO                             | CAMPO  |            |       | X                    |                     |  |                        |                      |                       |                             |   |
| 10     | ACEITE MINERAL (DESMOLDANTE)            | S/M                     | CUMENO                             | CAMPO  |            |       | X                    |                     |  |                        |                      |                       |                             | X |
| 11     |   |                         |                                    |  |            |       |                      |                     |  |                        |                      |                       |                             |   |

Tabla 2 Matriz de Riesgo Químico. INEN 2266. Clasificación de los productos. Autor: Boris Guerra



| NUMERO | NOMBRE GENERICO                         | MARCA                  | QUIMICO PRESENTE                   | LUGAR DE ALMACENAMIENTO / EXPOSICION/PROCESO | AC. MIN. 142         |                 | SEÑALIZACION O ETIQUETADO |           | MSDS                   |                       |
|--------|---|------------------------|------------------------------------|--|----------------------|-----------------|---------------------------|-----------|------------------------|-----------------------|
|        |   |                        |                                    |  | SUBSTANCIAS QUIMICAS |                 | SI CUENTA                 | NO CUENTA | SI CUENTA Y ES VISIBLE | NO CUENTA EN EL LUGAR |
|        |   |                        |                                    |  | PROHIBIDAS           | TOXICIDAD AGUDA |                           |           |                        |                       |
| 1      | PEGAMENTO PARA TUBOS PVC                | POLLIMPIA (PLASTIGAMA) | METIL-ETIL-CETONA (MEC)            | BODEGA                                       |                      | X               | X                         |           |                        | X                     |
| 2      | SOLVENTE DE LIMPIEZA PARA TUBOS PVC     | POLLIMPIA (PLASTIGAMA) | TETRAHIDROFURANO (THF)             | BODEGA                                       |                      | X               | X                         |           |                        | X                     |
| 3      | PINTURAS                                | ABRO SPRAY PAINT       | TOLUENO                            | BODEGA                                       |                      | X               | X                         |           |                        | X                     |
| 4      | PINTURAS                                | ABRO SPRAY PAINT       | ACETONA                            | BODEGA                                       |                      | X               | X                         |           |                        | X                     |
| 5      | MORTERO ADHESIVO PARA CERAMICA (BONDEX) | INTACO                 | CEMENTO PORTLAND                   | CAMPO  |                      |                 | X                         |           |                        | X                     |
| 6      | ESPUMA DE ALTO PODER EXPANSIVO          | SIKA                   | DISOCIANATO DE 4,4 METILENDIFENILO | BODEGA/CAMPO                                 |                      |                 | X                         |           |                        | X                     |
| 7      | PEGAMENTO DE POLIURETANO                | AFRICANO               | ISOCIANATO                         | BODEGA/CAMPO                                 |                      |                 | X                         |           |                        | X                     |
| 8      | ACEITE MINERAL (DESMOLDANTE)            | S/M                    | TRIMETIL BENCENO                   | CAMPO  |                      |                 | X                         |           |                        | X                     |
| 9      | ACEITE MINERAL (DESMOLDANTE)            | S/M                    | XILENO                             | CAMPO  |                      | X               | X                         |           |                        | X                     |
| 10     | ACEITE MINERAL (DESMOLDANTE)            | S/M                    | CUMENO                             | CAMPO  |                      |                 | X                         |           |                        | X                     |
| 11     |   |                        |                                    |  |                      |                 |                           |           |                        |                       |

Tabla 3 Matriz de Riesgo Químico. Acuerdo Ministerial 142. Autor Boris Guerra.

En estas describen en cada cuerpo legal, una lista de sustancias, unas las clasifica (INEN 2266) por su naturaleza físico-química, y mientras que el otro cuerpo legal (Acuerdo Ministerial 142), lo clasifica de acuerdo a la consecuencia que puede tener en un organismo vivo. (toxicidad aguda, toxicidad crónica y como sustancias prohibidas)

- **Ergonómicos ejemplos:** dimensiones del puesto de trabajo inadecuadas, sobre esfuerzo físico, levantamiento manual de objetos, posición forzada (de pie, sentada, acostada, encorvada), movimiento corporal repetitivo, organización del trabajo, distribución del trabajo, disconfort lumínico, uso inadecuado de PVDs, calidad del aire.
- **Biológicos ejemplos:** exposición a virus, agentes biológicos bacterias (microorganismos), agentes biológicos (hongos), agentes biológicos (parásitos), animales salvajes y domésticos, animales venenosos y ponzoñosos, presencia de vectores (roedores, moscas, cucarachas).
- **Psicosociales ejemplos:** turnos rotativos, trabajo nocturno, trabajo a presión, alta responsabilidad, sobrecarga mental, minuciosidad de la tarea, trabajo monótono, inestabilidad de empleo, déficit en la comunicación, inadecuada supervisión, relaciones interpersonales inadecuadas, estrés grupal, estrés individual.
- **Accidentes Mayores (por catástrofes de gran magnitud) ejemplos:** incendio presencia de puntos de ignición, explosión manejo de inflamables – explosivos, ubicación de zonas de riesgos de catástrofe, contaminación química (derrames), transporte almacenamiento de productos peligrosos.



### 3.3.1.2. Estimación de riesgos del proceso constructivo

Básicamente se refiere a la probabilidad de que ocurra algún evento y la consecuencia que podría conllevar si se materializa o no los factores de riesgo.

**3.3.1.2.1. La consecuencia:** Se refiere al potencial del daño, o mejor expresado a la severidad del daño y lo calificaremos de tres maneras:

- Ligeramente dañino (LD)
- Dañino (D)
- Extremadamente dañino (ED)

| Severidad del daño    | Siglas | Características - Ejemplos   |
|-----------------------|--------|--|
| Ligeramente Dañino    | LD     | Daño superficial, pequeños cortes, irritación ocular menor, cefalea momentánea, golpes corporales leves. |
| Dañino                | D      | Quemaduras, conmociones, traumatismos, torceduras importantes, fracturas menores, dermatitis, sordera.   |
| Extremadamente Dañino | ED     | Amputaciones, hemorragias, fracturas graves, intoxicaciones, lesiones fatales, enfermedades crónicas.    |

Tabla 4. Severidad del daño. Autor: INSST.

**3.3.1.2.2. La probabilidad:** cuando el daño se puede graduar, la probabilidad de que ocurra.

| Probabilidad | Siglas | Características - Ejemplos              |
|--------------|--------|---|
| Alto         | A      | El daño ocurrirá siempre o casi siempre |
| Medio        | M      | El daño ocurrirá en algunas ocasiones.  |
| Bajo         | B      | El daño ocurrirá raras veces.           |

Tabla 5 Probabilidad del daño. INSST.



### 3.3.1.3 Valoración de los riesgos del proceso constructivo

En esta parte daremos una calificación cuantitativa para ver si los riesgos son tolerables. Para ello vamos a asignar valores a tanto cada ítem de probabilidad como cada ítem de la consecuencia, así tenemos:

| Probabilidad | Valor numérico | Consecuencia               | Valor numérico |
|--------------|----------------|----------------------------|----------------|
| Alta (A)     | 3              | Extremadamente dañino (ED) | 3              |
| Media(M)     | 2              | Dañino (D)                 | 2              |
| Baja (B)     | 1              | Ligeramente Dañino (LD)    | 1              |

Tabla 6. Asignación de valores a la probabilidad y la consecuencia. Autor: Boris Guerra.

Para luego dar valor al riesgo tolerable así tendremos primero:

| Estimación del Riesgo |                  |                 |                   |                    |
|-----------------------|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| <b>TRIVIAL</b>        | <b>TOLERABLE</b> | <b>MODERADO</b> | <b>IMPORTANTE</b> | <b>INTOLERABLE</b> |
| < a 2<br>hasta 2      | 3                | 4               | 5                 | 6                  |

Tabla 7. Valores asignados a la sumatoria de las celdas tanto de la probabilidad más la consecuencia. Autor: Boris Guerra.



Niveles de riesgo

|              |            | Consecuencias          |                        |                          |
|--------------|------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
|              |            | Ligeramente Dañino     | Dañino                 | Extremadamente Dañino    |
|              |            | LD                     | D                      | ED                       |
| Probabilidad | Baja<br>B  | Riesgo trivial<br>T    | Riesgo tolerable<br>TO | Riesgo moderado<br>MO    |
|              | Media<br>M | Riesgo tolerable<br>TO | Riesgo moderado<br>MO  | Riesgo importante<br>I   |
|              | Alta<br>A  | Riesgo moderado<br>MO  | Riesgo importante<br>I | Riesgo intolerable<br>IN |

Tabla 8 Correlación de probabilidad más la consecuencia.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> INSST, Evaluación de Riesgos Laborales, p. 6.



| RIESGO                  | ACCION Y TEMPORIZACION  |
|-------------------------|---|
| <b>TRIVIAL (T)</b>      | No se requiere acción específica.   |
| <b>TOLERABLE (TO)</b>   | No se necesita mejorar la acción preventiva, sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia.  |
| <b>MODERADO (M)</b>     | Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado está asociada con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control. |
| <b>IMPORTANTE (I)</b>   | No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados  |
| <b>INTOLERABLE (IN)</b> | No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.   |

Tabla 9. Significado de cada uno de los niveles de tolerancia. (INSST).

Teniendo ya estos datos, podemos armar y sugerir la siguiente matriz, para realizar la estimación del riesgo y la valoración del mismo.



| TIPO DE FACTOR DE RIESGO | NUMERO DE PELIGROS | Peligro Identificado                                      | PROBABILIDAD |                       | CONSECUENCIA       |      | Estimación del Riesgo |           |          |            |             | OBSERVACIONES |  |  |
|--------------------------|--------------------|---|--------------|-----------------------|--------------------|------|-----------------------|-----------|----------|------------|-------------|---------------|--|--|
|                          |                    |   | BAJA         | 1                     | LIGERAMENTE DAÑINO | 1    | TRIVIAL               | TOLERABLE | MODERADO | IMPORTANTE | INTOLERABLE |               |  |  |
|                          |                    |   | MEDIA        | 2                     | DAÑINO             | 2    |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          |                    | ALTA  | 3            | EXTREMADAMENTE DAÑINO | 3                  | TIPO | VALOR                 | TIPO      | VALOR    |            |             |               |  |  |
| FACTORES MECÁNICOS       | 1                  | Espacio físico reducido                                   |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 2                  | Piso irregular, resbaladizo, pisada sobre objetos         |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 3                  | Obstáculos en el piso / materiales en el piso             |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 4                  | Partes o maquinaria desprotegida / punto tenaza           |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 5                  | Manejo de herramienta cortante y/o punzante               |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 6                  | Manejo de armas de fuego                                  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 7                  | Circulación de vehículos y maquinaria en área de trabajo  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 8                  | Desplazamiento en transporte (terrestre, aéreo, acuático) |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 9                  | Transporte mecánico de cargas (montacargas)               |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 10                 | Trabajo a distinto nivel                                  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 11                 | Trabajo en altura (desde 1.8 metros)                      |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 12                 | Caida de personas al mismo nivel                          |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 13                 | Trabajo confinado   |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 14                 | Caida de objetos por derrumbamiento o desprendimiento     |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 15                 | Caida de objetos en manipulación                          |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 16                 | Proyección de sólidos o líquidos                          |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 17                 | Superficies o materiales calientes                        |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 18                 | Trabajos de mantenimiento de maquinaria e instalaciones   |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 19                 | Volcamiento de vehículos                                  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 20                 | Accidentes de tránsito                                    |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
| FACTORES FÍSICOS         | 21                 | Iluminación insuficiente                                  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 22                 | Iluminación excesiva                                      |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 23                 | Ventilación insuficiente (renovación de aire)             |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 24                 | Exposición a ruido  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 25                 | Exposición a ruido de impacto                             |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 26                 | Exposición a vibraciones                                  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 27                 | Fallas en el sistema eléctrico                            |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 28                 | Exposición a temperatura elevada (hornos, fundiciones)    |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 29                 | Exposición a temperatura baja (frigoríficos congeladoras) |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 30                 | Exposición a radiaciones ionizantes                       |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 31                 | Exposición a radiaciones no ionizantes                    |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
| FACTORES QUÍMICOS        | 32                 | Exposición a gases (vehículos, solventes)                 |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 33                 | Exposición a polvo orgánico                               |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 34                 | Exposición a polvo inorgánico (mineral o metálico)        |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 35                 | Exposición a vapores y nieblas                            |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 36                 | Exposición a sustancias nocivas, tóxicas o corrosivas     |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 37                 | Manipulación de químicos                                  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
| FACTORES BIOLÓGICOS      | 38                 | Exposición a virus  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 39                 | Agentes biológicos bacterias (microorganismos)            |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 40                 | Agentes biológicos (hongos)                               |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 41                 | Agentes biológicos (parásitos)                            |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 42                 | Animales salvajes y domésticos                            |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 43                 | Animales venenosos y ponzoñosos                           |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 44                 | Presencia de vectores (roedores, moscas, cucarachas)      |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
| FACTORES ERGONOMÍCOS     | 45                 | Dimensiones del puesto de trabajo inadecuadas             |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 46                 | Sobre-esfuerzo físico                                     |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 47                 | Levantamiento manual de objetos                           |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 48                 | Posición forzada (de pie, sentada, acostada, encorvada)   |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 49                 | Movimiento corporal repetitivo                            |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 50                 | Organización del trabajo                                  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 51                 | Distribución del trabajo                                  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 52                 | Disconfort lumínico                                       |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 53                 | Uso inadecuado de PVDs                                    |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 54                 | Calidad del aire  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
| FACTORES PSICOSOCIALES   | 55                 | Turnos rotativos  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 56                 | Trabajo nocturno  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 57                 | Trabajo a presión   |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 58                 | Alta responsabilidad                                      |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 59                 | Sobrecarga mental   |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 60                 | Minuciosidad de la tarea                                  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 61                 | Trabajo monótono  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 62                 | Inestabilidad de empleo                                   |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 63                 | Déficit en la comunicación                                |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 64                 | Inadecuada supervisión                                    |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 65                 | Relaciones interpersonales inadecuadas                    |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 66                 | Estrés grupal   |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 67                 | Estrés individual   |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
| ACCIDENTES MAYORES       | 68                 | Incendio presencia de puntos de ignición                  |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 69                 | Explosión manejo de inflamables - explosivos              |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 70                 | Ubicación de zonas de riesgos de catástrofe               |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 71                 | Contaminación química (derrames)                          |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |
|                          | 72                 | Transporte almacenamiento de productos peligrosos         |              |                       |                    |      |                       |           |          |            |             |               |  |  |

Tabla 10. Matriz de Evaluación General de Riesgos. Autor: Boris Guerra.



### **3.3.1.5 Control de Riesgos**

Para las medidas de control una vez evidenciado los resultados de la matriz, se requiere contar con procedimiento de planificación de la implementación, en donde permita diseñar, mantener o mejorar dichos controles, en este control se deben tener métodos que permitan basarse en los siguientes principios: (ISHT expresa)

- a) Combatir los riesgos en su origen
- b) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en los que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- c) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- d) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- e) Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- f) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.<sup>12</sup>

### **3.3.2. PROCESO DE MANTENIMIENTO**

#### **3.3.2.1. Herramientas y elementos para el mantenimiento**

En este proceso se deben tener en cuenta las siguientes herramientas y elementos para que pueda darse, y estos son:

1. Mesón con su plancha de acero.
2. Espátula
3. Cincel con filo
4. Cincel plano
5. Cincel de punta
6. Cincel especial (para ranuras de los distanciadores)
7. Yunque
8. Martillo de bola
9. Enderezador de bandas
10. Pinza de precisión plana
11. Pinza de precisión uña.
12. Pata de cabra

---

<sup>12</sup> IN SST. EVALUACION DE RIESGOS LABORALES. p. 7



13. Líquido desencofrante(desmoldante)

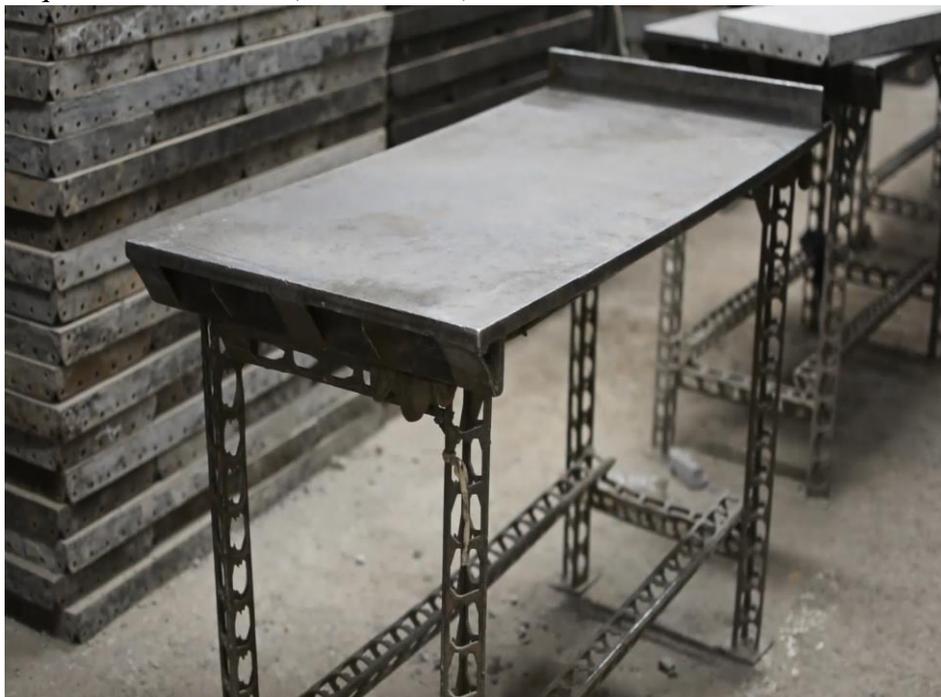


FOTO 23 Imagen Video Metalex. Mesón con su plancha de acero.



FOTO 24 Imagen Video Metalex. Herramientas para el mantenimiento de formaletas.



FOTO 25 Martillo bola

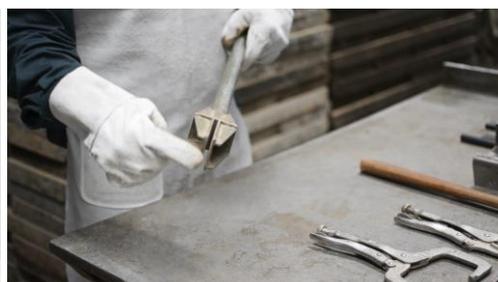


FOTO 26 Cincel especial





FOTO 27 Pinza de presión plana



FOTO 28 Pinza de precisión uña



FOTO 29 Pata de cabra



FOTO 30 Desmoldante.

### 3.3.2.2. Etapas del mantenimiento:

3.3.2.2.1. **Limpieza general.** - Se coloca el tablero sobre el mesón y con la espátula se retira los sobrantes del hormigón.



FOTO 31 Imagen Video Metalex. Limpieza de residuos de hormigón en superficie de formaleta.

3.3.2.2.2. **Cinzel corbatero.** - se procede con el cinzel especial (corbatero), a la limpieza de las ranuras que están tapadas en las planchas.





FOTO 32 Imagen Video Metalex. Limpieza con cincel corbatero.



FOTO 33 Imagen Video Metalex. Limpieza de orificios de separadores con cincel corbatero.

**3.3.2.2.3. Limpieza de bandas y orificios.** - se lo realiza de igual manera con la espátula para eliminar los restos de hormigón. Y con el cincel de punta se limpia los orificios laterales de las bandas.





FOTO 34 Imagen Video Metalex. Limpieza de bandas laterales externas con espátula.



FOTO 35 Imagen Video Metalex. Limpieza de orificios de bandas laterales con cincel de punta.

**3.3.2.2.4. Limpieza de la contracara.** - se ajusta al mesón con la pinza de uña y se elimina los residuos de concreto con la espátula, y el cincel de punta para su limpieza en las mariposas.





FOTO 36 Imagen Video Metalex. Limpieza con espátula parte interna de formalita.



FOTO 37 Imagen Video Metalex. Limpieza con cincel restos de cemento en mariposas.

**3.3.2.2.5. Rectificación de bandas.** -Se lo realiza de forma manual con el rectificador y en ocasiones se lo realiza con el yunque y el martillo de bola.





FOTO 38 Imagen Video Metalex. Rectificación de bandas con cincel especial.



FOTO 39 Imagen Video Metalex. Rectificación de bandas externas con yunque.

**3.3.2.2.6. Enderezada de las venas.** - se colocan con las pinzas de precisión plana en las ranuras internas y se ajustan para presionar y enderezar. Y también en las mariposas.





FOTO 40 Imagen Video Metalex. Corrección de parte superior de las venas de la formaleta.



FOTO 41 Imagen Video Metalex. Rectificación de mariposas de la formaleta.

También se utiliza el yunque y el martillo bola para dar corrección a las superficies de las venas del tablero y así también enderezar, eliminando abolladuras, golpeándolo apoyado sobre el mesón.





FOTO 42 Imagen Video Metalex. Corrección de venas de tablero con el yunque.

**3.3.2.2.7. Se verifica la alineación.** - que todas las superficies internas y externas estén alineadas.



FOTO 43 Imagen Video Metalex. Verificación de aleación de formaleta.

Caso contrario se coloca sobre una superficie plana y entre dos pedazos de madera y se le coloca encima un cuartón de madera para ser golpeado por un combo y rectificar.





FOTO 44 Imagen Video Metalex. Verificar superficie alineada de formaleta y pequeños golpes ayudados de un cuartón de madera.

**3.3.2.2.8. Cobertura con el desmoldante.** - una vez enderezado y verificado su alineación, se le coloca en todas superficies el desmoldante, esto es para evitar el óxido y que se adhiera nuevamente el hormigón.



FOTO 45 Imagen Video Metalex. Cobertura de la superficie de formaleta por desmoldante.

**3.3.2.2.9. Mantenimiento correctivo.** - Existe un tipo de mantenimiento que se lo puede apreciar que además de los restos de hormigón, se observa abolladuras, perforaciones o fisuras en las uniones, en este caso se requiere de la soldadura.





FOTO 46 Imagen Video Metalex. Formaleta con fisuras, perforaciones, abolladuras.

- Y lo último que se presente la plancha de acero ya de forma irrecuperable y ya no sea posible utilizarla por el desgaste y daño muy severo en su estructura.



FOTO 47 Imagen Video Metalex. Formaleta deformada su estructura de forma total.



### **3.3.2.3. Identificación, estimación y valoración de riesgos.**

Para realizar esta etapa, utilizaremos la matriz generada en el otro proceso (constructivo) Tabla 14: Matriz de Evaluación General de Riesgos. Autor: Boris Guerra.

Haremos el mismo ejercicio para identificar los riesgos químicos con las dos matrices también. Cuadro 5. Matriz de Riesgo Químico. INEN 2266. Clasificación de los productos. Autor: Boris Guerra y Cuadro 6. Matriz de Riesgo Químico. Acuerdo Ministerial 142. Autor Boris Guerra.

### **3.3.2.4. Control de Factores de riesgo.**

Identificado y evidenciado a los riesgos de mayor riesgo, se ve la necesidad el disminuir los mismos, de acuerdo a su gradiente de importancia, hay que tomar en cuenta que es la etapa de mantenimiento existen actividades tales como: el apilamiento de formaletas, para ello es bueno el mantener el orden y limpieza, además que el estar en permanente contacto con los equipos y químicos, es necesario inspeccionar permanentemente el estado de los epp's. , como una herramienta de control utilizaremos los check list para espacios y también de inspección de epp's.

### **3.3.3. PROCESO DE ALMACENAMIENTO**

En este proceso consiste que una vez el haber pasado por la parte de mantenimiento y clasificado correctamente para su uso, se lo apila en diferentes sectores para su retiro y posteriormente su en bodegaje en contenedores.



FOTO 48 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Proceso de almacenamiento (transporte de formaleta)



FOTO 49 Proyecto Hacienda Pinsaquí. Almacenamiento de formaleta en contenedores.

### 3.3.3.1. Identificación, estimación y valoración de riesgos.

Para realizar esta etapa, utilizaremos la matriz generada en el otro proceso (constructivo) Tabla 14: Matriz de Evaluación General de Riesgos. Autor: Boris Guerra.

Haremos el mismo ejercicio para identificar los riesgos químicos con las dos matrices también. Cuadro 5. Matriz de Riesgo Químico. INEN 2266. Clasificación de los productos. Autor: Boris Guerra y Cuadro 6. Matriz de Riesgo Químico. Acuerdo Ministerial 142. Autor Boris Guerra.

### 3.3.3.2. Control de Factores de riesgo.

Identificado y evidenciado a los riesgos de mayor riesgo, se ve la necesidad el disminuir los mismos, de acuerdo a su gradiente de importancia, hay que tomar en cuenta que es la etapa de almacenamiento existen actividades tales como: el apilamiento de formaletas y equipos principalmente, para ello es bueno el mantener el orden y limpieza, además que el estar en permanente contacto con los equipos y químicos, es necesario inspeccionar permanentemente el estado de los epp's. , como una herramienta de control utilizaremos los check list para espacios y también de inspección de epp's.



### 3.4. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL PARA LOS TRABAJADORES EN CADA PROCESO:

Los trabajadores que se encuentran en el proceso constructivo deberán utilizar los siguientes epp's para su actividad:

Casco

buzo

gafas anti impacto

taponos auditivos

guantes de maniobra

guantes de NITROX (látex reforzados) para el manejo de la formaleta con el desmoldante.

delantal de cuero

zapatos punta de acero

botas de caucho punta de acero

impermeable (terno PVC)

Arneses anticaídas con restrictor de movimiento (2 puntos)



FOTO 50 Equipo de protección personal base para manipulación de químicos. En el sistema MDL.





Para el personal asignado en los trabajos de lavado de formaleta con la hidro lavadora, se adicionará el traje o impermeable como protección a la humedad y al químico (desmoldante)

FOTO 51 Traje de plástico (impermeable) para uso el lavado de la estructura armada con agua a presión.



## 4. CAPITULO IV. DISCUSIÓN

### 4.1 CONCLUSIONES

- Las conclusiones a que se llega es que se pueden aplicar las normas ecuatorianas, pero aún falta tomar en cuenta que los procesos son rápidos y muchos de ellos son sujetos a que se sustituya, de forma que precautele al trabajador y también que no retrase el proceso.
- En este método y en la construcción en general, hay que tomar en cuenta a los riesgos químicos, partiendo desde la composición de cada sustancia como lo hemos realizado valiéndonos de normas.
- La elaboración de un manual que justifique o plantee a futuro adoptar procesos efectivos y confiables en cuanto a nivel de la seguridad, salud laboral y protección ambiental, teniendo como objetivo de la aplicación que facilite el poder aumentar la calidad de las operaciones en el sistema constructivo de muros de ductilidad limitada.
- Se cumplió con los objetivos planteados, tenemos un método de identificación y evaluación de factores de riesgo, con los controles en la fuente, medio y en la persona según sea la calificación.
- Se determinó que las principales actividades del sistema constructivo son:
  - Preparación de materiales, para montaje en plataforma de cimentación.
  - Montaje de malla electrosoldada con servicios básicos implantados.
  - Montaje de estructuras metálicas, previamente colocadas el desmoldante.
  - Apuntalamiento de estructuras (formaletas)
  - Fundición. Colocado de hormigón en lo estructurado.
  - Limpieza con hidrolavadora, partes externas de lo estructurado.
  - Desencofrado de las estructuras (3-5 días)
  - Clasificación de kit de fundición (formaletas, alineadores, puntales, etc.)
  - Devolución a Mantenimiento para revisión.
- Se realizó la evaluación de los factores de riesgo por el Método General de Evaluación de Riesgos INSST, es la más viable y se aplica a los procesos dinámicos de la construcción.

### 4.2 RECOMENDACIONES

- Controlar el orden y limpieza en las áreas de intervención del sistema, puesto que ayudará a la no ocurrencia de daños materiales y humanos en caso de una emergencia.



- Mantener la señalética y sistemas de acordonamiento de las áreas, como medida de información colectiva de los peligros que pueden tener las personas del Proyecto, tanto como las foráneas.
- Controlar que en el almacenamiento de las estructuras no se exceda en la altura del apilamiento, esto podría ocasionar accidentes al momento de sacarlos nuevamente.
- Verificar el estado de los equipos de protección individual y colectiva, en trabajo en alturas (puntos de anclaje y plataformas exteriores tales como los andamios)
- Revisar las matrices de riesgo, actualizar y verificar si los riesgos cambiaron, para ser evaluados nuevamente si es necesario.
- Se recomienda el profundizar más en determinar en este proceso nuevo de construcción que, al ser muy dinámico, optimiza recursos, pero también se evidencian en la misma tarea a otros posibles, riesgos.
- El método de evaluación general de Riesgos, al igual que otra evidencia como a manera de inventario de los peligros, y si se están controlándose periódicamente.
- Elaborar un manual o guía para trabajos de Muros de ductilidad limitada, que sirvan de referencia para la ejecución de trabajos en obra civil muy dinámicos por la optimización del tiempo.



## **BIBLIOGRAFIA:**

**Decreto Ejecutivo 2393** REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES, 2003 Quito- Ecuador.

**Acuerdo Ministerial 174.** REGLAMENTO DE LA SEGURIDAD PARA LA CONSTRUCCION Y OBRAS PUBLICAS, 2017 Quito- Ecuador.

**INSST** Evaluación de Riesgos Laborales.

**NORMAS NEC-SE-HM-** Estructurado de Hormigón Armado. Ministerio de desarrollo Urbano y Vivienda.

**NORMA TECNICA ECUATORIANA INEN 2266:2009.** TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS. REQUISITOS.

**MINISTERIO DE AMBIENTE.** ACUERDO MINISTERIAL N°142.

**PROYECTO PARA EL MANEJO DEL RIESGO SISMICO DE QUITO.** Escuela Politécnica Nacional, GeoHazards International, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, ORSTOM, Quito. OYO CORPORATION. Diciembre de 1995. Actualización 25 de octubre del 2004.

**EDIFICIOS PERUANOS CON MUROS DE CONCRETO DE DUCTILIDAD LIMITADA.** Raúl Javier Delgado Ehni. Lima – Perú 2006.

**ELABORACIÓN DE CURVAS DE FRAGILIDAD DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA DE 10 cm DE ESPESOR EN ENSAYOS EXPERIMENTALES, PERÍODO 2011-2015.** Ing. Dina Cotrado. Tacna-Perú.

**DISEÑO DE UN EDIFICIO DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA DE CINCO NIVELES.** Ing. Rodolfo Granados. 2012. Lima-Perú.

**DECRETO SUPREMO N° 003-2016-VIVIENDA.** DECRETO SUPREMO QUE MODIFICA LA NORMA TÉCNICA E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE” DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, APROBADA POR DECRETO SUPREMO N° 011-2006-VIVIENDA, MODIFICADA CON DECRETO SUPREMO N° 002-2014-VIVIENDA. 24 de enero del 2016. Perú.

**LOS EDIFICIOS DE MUROS DELGADOS DE CONCRETO Y LAS NUEVAS NORMAS PARA SU DISEÑO.** Ing. Antonio Blanco Blasco. 2008. Lima - Perú.

**ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE MUROS DELGADOS DE HORMIGÓN ARMADO PARA VIVIENDAS DE BAJA ALTURA.** Francisco Javier Almeida Navarrete, Santiago de Chile, diciembre 2015.



**VIDEO ARMADO. EMPRESA METALEX**  
**VIDEO MANTENIMIENTO. EMPRESA METALEX.**

