

**PROYECTO DE GRADO EN LA MODALIDAD DE PRÁCTICA  
EMPRESARIAL CONSTRUCTORA GLOBAL LTDA PROYECTO  
VICENZA.**

**SEGUIMIENTO PROCESO CONSTRUCTIVO Y OBSERVACION DEL  
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PLACAS EN STEEL  
DECK.**

**FREDDY GABRIEL SOLANO TOLOZA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA, JULIO 2007**

**PROYECTO DE GRADO EN LA MODALIDAD DE PRÁCTICA  
EMPRESARIAL CONSTRUCTORA GLOBAL LTDA PROYECTO  
VICENZA.**

**SEGUIMIENTO PROCESO CONSTRUCTIVO Y OBSERVACION DEL  
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PLACAS EN STEEL  
DECK.**

**FREDDY GABRIEL SOLANO TOLOZA**

Trabajo de Grado para obtener el título de Ing. Civil

Director

Msc. DALTON MORENO GIRARDOT

Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA, JULIO 2007**

## **DEDICATORIA**

Le dedico este logro a Dios por darme la sabiduría, la destreza, la fuerza y el ánimo para seguir adelante cada día; y no dejarme desfallecer en los momentos de dificultad; gracias por darme la oportunidad de continuar con mis planes de vida, compartiendo diariamente con las personas que me rodean y que me enseñan a ser mejor cada día.

A mi madre, Maria Marleny Toloza por ser el pilar fundamental en mi vida, por brindarme su amor, su sabiduría y su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida.

A Fernando Orozco García por apoyarme durante toda la vida en mis estudios y ser como un padre en los momentos que lo necesite.

Al resto de mi familia por estar a mi lado cuando lo necesite.

A mis amigos y compañeros, quienes me apoyaron y me prestaron su colaboración para hacer posible este logro.

## **AGRADECIMIENTOS**

Son muchas las personas a quienes tengo que agradecer. En realidad si me pusiera a redactar el nombre de cada una de ellas, esta hoja sería insuficiente, ya que todo lo que he aprendido durante estos años de mi vida, se lo debo a una infinidad de personas que han sido parte de mi vida, brindándome la oportunidad de aprender lo mejor de cada una de ellas, porque pienso que siempre se puede aprender algo de cualquier persona sin importar su condición social o económica o su grado de estudio.

A la Constructora Global Ltda. Por darme la oportunidad de realizar mi práctica para el proyecto de grado e iniciarme así en el campo laboral de la Ingeniería Civil.

A todos los que hicieron parte de la construcción del proyecto Vicenza desde la gerencia, ingenieros, contratistas, maestros, oficiales y ayudantes; de los cuales aprendí mucho y los conocí, no solo en el campo laboral, sino personal.

A mi Director de proyecto y tutor

A la Escuela de Ingeniería Civil y docentes, por haberme ayudado en la formación académica como ingeniero y como persona.

¡A todos ustedes muchas gracias!

## TABLA DE CONTENIDO

	PAG
INTRODUCCIÓN.....	21
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	23
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
OBJETIVOS.....	24
OBJETIVO GENERAL.....	24
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	24
ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PROYECTO.....	25
NOMBRE DEL PROYECTO.....	25
LOCALIZACIÓN.....	25
ALCANCE DEL TRABAJO.....	25
CARACTERISTICAS DEL PROYECTO.....	26
FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES.....	26
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO.....	28
1. PRELIMINARES.....	30
1.1 REMOCIONES Y DEMOLICIONES.....	30
1.1.1 Remociones.....	30
1.1.2 Demoliciones.....	30
1.2 REPLANTEO Y LOCALIZACIÓN.....	31
1.2.1 Localización.....	32
1.2.2 Replanteo.....	32
1.3 CORTE DE TIERRA A MAQUINA.....	32
1.4 CAMPAMENTO.....	33

1.5 CERRAMIENTO PROVISIONAL.....	33
2. CIMIENTOS.....	34
2.1 EXCAVACIONES.....	34
2.2 CONCRETO CICLOPEO.....	35
2.3 CIMIENTOS EN CONCRETO.....	36
2.4 VIGAS DE AMARRE.....	37
2.5 RELLENOS EN MATERIAL COMUN.....	38
2.6 RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE.....	39
2.7 TRANSPORTE DEL MATERIAL SOBRANTE.....	40
3. CONCRETO ESTRUCTURAL.....	41
3.1 GENERALIDADES.....	41
3.1.1 Proveedor.....	41
3.1.2 Política de Holcim.....	42
3.1.2.1 Objetivos.....	43
3.1.2.2 Proyección.....	43
3.2 PROGRAMACIÓN Y DESPACHO DE CONCRETO.....	43
3.2.1 Programación.....	43
3.2.2 Confirmación.....	44
3.2.3 Despacho.....	45
3.3 DESCARGUE DEL CONCRETO.....	45
3.4 VERIFICACIÓN DEL PRODUCTO EN OBRA.....	47
3.4.1 Asentamiento.....	47
3.4.2 Volumen.....	48
3.5 CURADO Y PROTECCIÓN DEL CONCRETO EN ESTADO PLASTICO.....	49
3.5.1 Fraguado del Concreto.....	49
3.6 ENSAYOS PARA EVALUAR LAS ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO.....	50
3.6.1 Ensayo de Muestras.....	50
3.6.2 Resultados de Resistencia.....	50
4. FORMALETAS.....	51

4.1 ARMADO DE FORMALETA.....	52
5. VACIADO Y VIBRADO DEL CONCRETO.....	55
5.1 VACIADO DEL CONCRETO.....	55
5.2 VIBRADO DEL CONCRETO.....	57
6. DESENCOFRADO Y CURADO DEL CONCRETO.....	59
6.1 DESENCOFRADO.....	59
6.2 CURADO DEL CONCRETO .....	60
7. ACABADO FINAL Y REPARACIONES DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO.....	62
7.1 ACABADO DE LAS SUPERFICIES DE CONCRETO.....	62
7.2 REPARACIONES DEL CONCRETO.....	64
8. PRUEBAS Y ENSAYOS DEL CONCRETO.....	66
9. ESTRUCTURAS EN CONCRETO.....	69
9.1 PILAS EN CONCRETO CICLOPEO PARA CIMENTACIONES.....	69
9.2 ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO Y SIMPLE.....	69
9.2.1 Acero de refuerzo.....	69
9.3 VIGAS DE CIMENTACIÓN EN CONCRETO.....	70
9.4 ESTRUCTURA.....	71
10. SISTEMA ESTRUCTURAL DE PLACAS DE ENTREPISO ARMADAS CON LÁMINA COLABORANTE O CORPALOSA.....	72
10.1 CARACTERISTICAS.....	72
10.2 MATERIALES USADOS PARA LA CONSTRUCCION DE LAS PLACAS DE ENTREPISO ARMADAS CON LAMINA COLABORANTE.....	73
10.2.1 Perlínes.....	73
10.2.1.1 Propiedades de flexión de los perlínes.....	77
10.2.2 Lamina colaborante o corpalosa.....	81
10.2.2.1 Proceso de galvanizado.....	81
10.2.2.2 Proceso de rolado o perfilado.....	82
10.2.2.3 Restricciones y tolerancias de longitud.....	83
10.2.2.4 Tipos de corpalosa.....	83

10.2.2.5 Propiedades físicas y mecánicas de las láminas.....	84
10.2.3 Concreto de la losa.....	86
10.2.4 Malla de temperatura.....	87
10.3 METODOLOGIA Y DESCRIPCION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	88
10.3.1 Montaje y colocación de tableros, cerchas y párales.....	89
10.3.2 Amarre de vigas.....	92
10.3.3 Formaleteo y colocación de bandas.....	94
10.3.4 Instalación de perlines.....	97
10.3.5 Colocación de Corpalosas.....	103
10.3.6 Instalación de la Corpalosa.....	105
10.3.6.1 Unión.....	105
10.3.6.2 Apoyo Lateral.....	105
10.3.6.3 Fijación.....	107
10.3.7 Instalación de conectores de cortante.....	111
10.3.8 Acero de temperatura y tuberías.....	113
10.3.9 Acero de refuerzo negativo.....	115
11. RECOMENDACIONES GENERALES.....	126
12. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD.....	127
13. VENTAJAS DE UTILIZAR ESTE SISTEMA CONSTRUCTIVO.....	128
14. ACTIVIDADES ESPECIFICAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA PRACTICA.....	130
14.1 CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO.....	130
14.1.1 Resistencia a la compresión del concreto.....	130
14.1.1.1 Equipo para Ensayo.....	132
14.1.1.2 Proceso toma de Muestras.....	133
14.1.2 Asentamiento del concreto.....	137
14.2 ACERO EN CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS DE CONCRETO.....	139
14.3 CONTROL DE CALIDAD A MUROS DE MAMPOSTERIA.....	140
14.3.1 Resistencia a la Compresión de la Mampostería.....	140
14.4 OTRAS ACTIVIDADES.....	143

15. CONTROL DE CALIDAD EN OBRA.....	145
15.1 CONTROL DEL EQUIPO DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y ENSAYO.....	145
15.2 CONTROL DE MATERIALES Y EQUIPOS DE ENSAYOS EXTERNOS...	146
15.3 CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME.....	146
15.4 CONTROL DE REGISTROS DE CALIDAD.....	146
15.5 ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS.....	147
15.6 RECOMENDACIONES GENERALES.....	147
16. APORTE.....	150
16.1 ANALISIS DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA ENTRE EL SISTEMA DE PLACAS DE ENTREPISO STEEL DECK Y EL DE PLACA TRADICIONAL EN CASETON DE LONA.....	150
16.1.1 Análisis proceso de armada de placa de entrepiso steel deck.....	150
16.1.2 Análisis proceso de armada de placa de entrepiso en el sistema tradicional.....	153
16.2 CUADRO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN AMBOS TIPOS DE SISTEMAS ESTRUCTURALES.....	155
16.3 COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS.....	160
17. CONCLUSIONES.....	191
BIBLIOGRAFIA.....	193

## LISTA DE FIGURAS

	PAG
Figura # 1: Sistema de pórticos.....	28
Figura # 2: Columnas.....	29
Figura # 3: Foso Ascensor.....	29
Figura # 4: Excavación manual.....	34
Figura # 5: Zapatas.....	35
Figura # 6: Vista aérea cimentación del edificio.....	35
Figura # 7: Cimientos en concreto.....	36
Figura # 8: Cimientos.....	36
Figura # 9: Vigas de amarre.....	37
Figura # 10: Proceso de Compactación.....	38
Figura # 11: Retiro material sobrante.....	39
Figura # 12: Excavaciones y retiro de material.....	39
Figura # 13: Transporte de material sobrante.....	40
Figura # 14: Certificados de calidad de Holcim.....	42
Figura # 15: Formato programación semanal de consumo de concreto.....	44
Figura # 16: Preparación de formaletas.....	53
Figura # 17: Armada de formaleta muro de contención.....	53
Figura # 18: Formaleta columnas.....	54
Figura # 19: Vaciado concreto columnas.....	56
Figura # 20: Vaciado concreto tanque bajo.....	56
Figura # 21: Vibrado del concreto.....	58
Figura # 22: Desencofrado de vigas en placa de entrepiso.....	60

Figura # 23: Acabado a regla de placa de entrepiso.....	63
Figura # 24: Acabado a llana en rampa parqueaderos.....	63
Figura # 25: Acabado final rampa.....	64
Figura # 26: Reparación del concreto en muro de contención.....	65
Figura # 27: Placa de entrepiso armada con lámina colaborante.....	71
Figura # 28: Perlin en C.....	73
Figura # 29: Perlin en Z.....	73
Figura # 30: Grafico Momento critico resistente Vs Longitud no soportada.....	77
Figura # 31: Propiedades Flexión Perlin Z.....	77
Figura # 32: Propiedades Flexión Perlin C.....	77
Figura # 33: Corpalosa 1.5".....	83
Figura # 34: Corpalosa 3".....	83
Figura # 35: Detalle Placa con corpalosa de 1.5".....	84
Figura # 36: Detalle Placa con corpalosa de 3".....	84
Figura # 37: Detalle del conjunto lámina, refuerzo y concreto.....	88
Figura # 38: Montaje de tablero, cerchas y párales.....	89
Figura # 39: Entablero de madera.....	89
Figura # 40: Formaleteo de Placa de entrepiso.....	90
Figura # 41: Cuadrilla de trabajo para montaje de tableros.....	90
Figura # 42: Entablero placa de entrepiso.....	91
Figura # 43: Proceso de entablero de vigas.....	91
Figura # 44: Amarre de vigas.....	92
Figura # 45: Distribución de estribos.....	92
Figura # 46: Amarre del herraje de las vigas.....	93
Figura # 47: Amarre de hierro de vigas.....	93
Figura # 48: Vigas Armadas.....	94
Figura # 49: Formaleteo de vigas con bandas de madera.....	95
Figura # 50: Retranque de bandas de madera.....	95
Figura # 51: Retranque de vigas.....	96
Figura # 52: Formaleteo de vigas con tableros metálicos.....	96

Figura # 53: Instalación de perlines.....	99
Figura # 54: Ensamble de perlines a vigas.....	99
Figura # 55: Colocación Perlines.....	100
Figura # 56: Ubicación de Perlines.....	100
Figura # 57: Perlines en vigas principales.....	101
Figura # 58: Montaje Perlines.....	101
Figura # 59: Instalación Perlines.....	102
Figura # 60: Manipulación mecánica de la corpalosa.....	103
Figura # 61: Manipulación manual de la corpalosa.....	103
Figura # 62: Manipulación manual de las láminas.....	104
Figura # 63: Distribución de corpalosas de acuerdo a diseño estructural.....	104
Figura # 64: Traslapo entre corpalosas.....	105
Figura # 65: Apoyo lateral.....	105
Figura # 66: Apoyo sobre perlines.....	105
Figura # 67: Apoyo de láminas sobre perlines y bandas.....	106
Figura # 68: Distribución de Corpalosas.....	106
Figura # 69: Fijación lámina colaborante.....	107
Figura # 70: Soldadura entre láminas.....	107
Figura # 71: Soldadura y traslapo de corpalosas.....	108
Figura # 72: Detalle soldadura testero.....	109
Figura # 73: Detalle testero (Soldadora E-6013).....	110
Figura # 74: Instalación de conectores en la placa.....	112
Figura # 75: Proceso de soldadura de conectores.....	112
Figura # 76: Separación de conectores en la placa.....	112
Figura # 77: Detalle separación de conectores de cortante.....	113
Figura # 78: Pases sanitarios y malla estructural.....	113
Figura # 79: Instalación pases sanitarios.....	114
Figura # 80: Detalle instalación malla estructural.....	114
Figura # 81: Conjunto refuerzo en vigas y placa.....	115
Figura # 82: Trabajo del acero negativo en las vigas principales.....	115

Figura # 83: Refuerzo negativo en placa de entrepiso.....	116
Figura # 84: Refuerzo negativo tipo bastón en los apoyos.....	116
Figura # 85: Placa de entrepiso lista para fundir.....	117
Figura # 86: Apuntalamiento temporal en la placa.....	117
Figura # 87: Retranque en placa de entrepiso.....	118
Figura # 88: Retranque de placa bajo perlines.....	118
Figura # 89: Apuntalamiento bajo los perlines.....	119
Figura # 90: Proceso fundida de placa de entrepiso.....	119
Figura # 91: Vaciado y vibrado del concreto.....	120
Figura # 92: Vaciado del concreto sobre placa.....	120
Figura # 93: Fundida de placa utilizando la autobomba.....	123
Figura # 94: Fundida placa entrepiso 1.....	124
Figura # 95: Fundida placa de entrepiso 2.....	124
Figura # 96: Fundida placa de entrepiso 3.....	125
Figura # 97: Acabado bajo placa.....	125
Figura # 98: Vista del Edificio Vicenza .....	129
Figura # 99: Curado inicial .....	132
Figura # 100: Extractor de núcleos. ....	137
Figura # 101: Broca de perforación. ....	137
Figura # 102: Extracción de núcleo.....	137
Figura # 103: Ensayo de asentamiento .....	138
Figura # 104: Malla electrosoldada .....	139
Figura # 105: Varillas corrugadas .....	139
Figura # 106: Ladrillo .....	141
Figura # 107: Vista de la mampostería de Fachada .....	142

## LISTA DE TABLAS

PAG

Tabla # 1: Especificaciones generales Perlínes en C y en Z.....	74
Tabla # 2: Propiedades de Flexión, Perlínes C y Z.....	78
Tabla # 3: Propiedades Físicas y Geométricas de los Perlínes en C.....	79
Tabla # 4: Propiedades Físicas y Geométricas de los Perlínes en Z.....	80
Tabla # 5: Propiedades Físicas y Mecánicas de las láminas.....	84
Tabla # 6: Carga sobre impuesta para Corpalsas de 1.5”.....	85
Tabla # 7: Carga sobre impuesta para Corpalsas de 3”.....	85
Tabla # 8: Consumo de Concreto.....	86
Tabla # 9: Acero por retracción y fraguado mínimo.....	87

# **TITULO: SEGUIMIENTO PROCESO CONSTRUCTIVO Y OBSERVACION DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PLACAS EN STEEL DECK.\***

**AUTOR: FREDDY GABRIEL SOLANO TOLOZA\*\***

**PALABRAS CLAVE:** Steel Deck, Láminas Colaborantes, Corpalosa, Rendimientos de mano de obra, Placas Tradicionales, Placas aligeradas con Casetones.

## **RESUMEN**

En el siguiente trabajo de proyecto de grado se realizara un seguimiento detallado y observación del comportamiento estructural del sistema constructivo de placas de entrepiso Steel Deck o placas armadas en Láminas Colaborantes o Corpalosa en una edificación de uso residencial, localizada en la ciudad de Bucaramanga; con el fin de encontrar ventajas y beneficios; no solo a nivel constructivo sino también a nivel de costo, presupuesto y rendimientos de mano de obra de este nuevo sistema de placas de entrepiso frente a otros ya utilizados por años en la ejecución de edificaciones de uso residencial; como lo son las Placas Tradicionales o Placas aligeradas con Casetones. Este sistema constructivo consiste en la elaboración de placas armadas con lámina colaborante o Corpalosa; sistema constructivo conocido mundialmente como Steel Deck.

Este sistema estructural permite fundir losas más delgadas, trayendo consigo velocidad de trabajo en la ejecución de la obra, facilidad de instalación, ahorro en concreto y excelente resistencia estructural. Finalmente se realiza una comparación de rendimientos de mano de obra entre el sistema de placas armadas en Steel Deck y el sistema constructivo tradicional de placas aligeradas con casetones de lona, la cual resulta ser bastante útil en el ejercicio práctico de la construcción y/o en la elaboración de presupuestos y programación de tiempos de obra.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico mecánicas, Programa de ingeniería Civil, Msc. Dalton Moreno Girardot.

**TITTLE: PURSUIT CONSTRUCTIVE PROCESS AND OBSERVATION OF THE STRUCTURAL BEHAVIOR OF BADGES IN STEEL DECK.\***

**AUTHOR: FREDDY GABRIEL SOLANO TOLOZA.\*\***

**KEY WORDS:** Steel Deck, Sheets Colaborantes, Corpalosa, manpower Yields, Traditional Badges, Badges unloaded with Casetones.

**SUMMARY**

In the following work of grade project he was carried out a detailed pursuit and observation of the structural behavior of the constructive system of among floor badges Steel Deck or armed badges in Sheets Colaborantes or Corpalosa in a construction of residential use, located in the city of Bucaramanga; with the purpose of finding advantages and benefits; not alone at constructive level but also to cost level, budget and yields of manpower of this new system of among floor badges in front of other already used per years in the execution of constructions of residential use; as they are it the Traditional Boards or Badges unloaded with Casetones. This constructive system consists on the elaboration of armed badges with sheet colaborante or Corpalosa; constructive system known worldwide as Steel Deck. This structural system allows to fuse thinner flagstones, bringing gets working speed in the execution of the work, installation easiness, saving in short and excellent structural resistance.

Finally it is carried out a comparison of manpower yields among the system of armed badges in Steel Deck and the traditional constructive system of badges unloaded with canvas casetones, which turns out to be quite useful in the practical exercise of the construction and/or in the elaboration of budgets and programming of times of work.

---

\* Grade Project.

\*\* Physical-mechanical Engineers Faculty, Civil Engineer Program, Msc. Dalton Moreno Girardot.

## GLOSARIO

**Abrazaderas:** Grapas metálicas para unir un tablero metálico con otro; a la hora de armar la formaleta de un elemento estructural en una edificación.

**Autobomba:** Vehículo tipo pesado, el cual despliega de su parte trasera una tubería de hierro de 6" para vaciar el concreto desde la Mixer hasta el sitio de disposición final.

**Cilindros:** Muestras de Concreto en forma cilíndrica cuyas dimensiones son  $H=30\text{cm}$  y  $\Phi=15\text{cm}$ ; utilizados para los ensayos de resistencia del concreto.

**Conectores:** Elemento estructural de acero; la cual logra que la torta de concreto trabaje como un diafragma rígido, y permite el confinamiento del concreto con la lámina colaborante o Corpalosa.

**Corpalosas:** Láminas de perfil trapezoidal de acero dobladas en frío, sometidas a un proceso de galvanizado como recubrimiento de protección.

**Cubicar:** Medición de volúmenes de concreto en obra.

**Curado:** Proceso de humedecer el concreto en agua (Elementos estructurales de la edificación); para disminuir las posibles fisuras por retracción plástica del concreto.

**Desencofrado:** Retiro de la formaleta de los elementos estructurales, para posterior proceso de curado de estos.

**Extractor de Núcleos:** (Saca Núcleos).

Formaleta: Estructuras elaboradas en hierro o madera, utilizadas para confinar el concreto de muros, columnas y demás elementos estructurales de una edificación.

Fundición: Proceso de construcción que incluye el vaciado y vibrado del concreto para la elaboración de los elementos estructurales de una edificación.

Láminas Colaborantes: Corpalosas.

Llana: Herramienta menor; metálica o de madera, utilizada en obra para dar acabado a los elementos de concreto, ya que hace que la superficie de estos se vuelva más densa y lisa.

Mixer: Vehículo tipo pesado, utilizado para el transporte del concreto desde la planta hasta la obra; también se les llama trompos o mezcladores y tienen una capacidad de transportar 8m<sup>3</sup> de concreto.

Núcleos: Muestras de concreto extraídas mediante un equipo llamado saca núcleos; estas se toman cuando los ensayos a compresión de los cilindros tomados a dicho elemento estructural en obra, no alcanza la resistencia esperada. Con los núcleos se verifica el estado real de la resistencia del concreto.

Paral: Taco metálico que se utiliza en obra para brindar soporte a los elementos estructurales a la hora de su fundida.

Perlines: Perfiles estructurales formados en frío en forma de C y/o Z, en acabado negro o galvanizado, cortados a la medida o modulados (máximo 12m de longitud), con altura desde 2 ½" hasta 14", en calibres desde 22 (0.75mm) hasta 11 (3mm).

Rana: Equipo de construcción utilizado para la compactación del suelo.

Testeros: Estructuras en forma de pestañas elaboradas en acero galvanizado, que al soldarlas a la corpalosa; impiden que el concreto se escurra bajo placa a la hora de la fundida.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente son más los procesos realizados en diferentes constructoras donde se requiere un análisis y un seguimiento amplio y detallado de los procesos constructivos, así mismo como el respectivo control de calidad de los materiales que están en obra para así poder llevar a cabo un óptimo desarrollo y ejecución de la misma. Para ello se opta por la realización de un proyecto basado en el seguimiento, observación, análisis del comportamiento estructural de placas armadas con láminas de corpalosa o Steel Deck en edificios de uso residencial en la ciudad de Bucaramanga y un análisis de costos y rendimientos de mano de obra; facilitando la tarea del proceso constructivo de las placas, y la reducción de costos en concreto y mano de obra, previniendo así el desperdicio de este material y manteniendo una mayor limpieza en obra.

El proceso de las placas armadas con láminas de corpalosa o Steel Deck se esta implementando en nuestra ciudad en los procesos constructivos de edificaciones de uso residencial, conformando así una herramienta fundamental en el desarrollo del proceso de la construcción ya que los hace de mayor calidad y mas económicos.

Para lograr mejores resultados en los procesos constructivos de placas aligeradas y alcanzar grandes beneficios como el aumento del rendimiento de mano de obra y el mejoramiento de costos en el proceso de construcción de placas de entrepiso, se llevara a cabo un comparación entre el sistema de construcción de placas tradicional y el sistema en cuestión Steel Deck para poder generar un punto de comparación y evaluar así las ventajas y desventajas tanto a nivel económico como constructivo de ambos tipos de sistemas.

Este paralelo conlleva a generar así ahorro y calidad en los proyectos y poder tomar una decisión adecuada a la hora de requerir de la utilización de un sistema constructivo de placas de entepiso en un proyecto determinado. He aquí la importancia de optar por analizar e implementar nuevos sistemas constructivos en nuestra ciudad ya que la utilización en este caso en especial de las laminas Colaborantes o Corpalosa se esta convirtiendo en el entepiso metálico estructuralmente mas competitivo que esta transformando la forma de construir en nuestro país.

Por tanto la constructora Global Ltda. requiere un análisis de rendimientos y costos del sistema Steel Deck y un seguimiento detallado de su proceso constructivo, para poder así desarrollar sus proyectos de construcción de forma funcional, rápida y económica; suministrando de esta forma estructuras con elementos que se ajusten a las exigencias de sus proyectos.

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La constructora Global Ltda. requiere un sistema de control de calidad y seguimiento detallado de placas armadas con laminas de Corpalosa, así como observar y analizar el respectivo comportamiento estructural de las mismas; ya que pretende innovar este sistema de construcción en edificios de uso residencial en la ciudad de Bucaramanga.

Actualmente el sistema esta siendo implementado en mayores dimensiones en ciudades como Bogota obteniendo óptimos resultados y mejorando notablemente el proceso constructivo de edificaciones de uso residencial, ya que trae consigo numerosas ventajas a nivel no solo de presupuesto sino de construcción.

Ya que la optimización de los procesos constructivos de placas armadas con láminas de corpalosa es una parte importante en el desarrollo de la construcción de edificaciones de uso residencial, es importante implementar su uso en la ciudad lo antes posible. Para ello se opta por estudiar y analizar a fondo este proyecto y mantener un control adecuado sobre el mismo.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Estudiar y seguir detalladamente el proceso constructivo de placas armadas en Steel Deck o láminas de corpalosa, observando y analizando su respectivo comportamiento estructural en edificaciones de uso residencial.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar un sistema de supervisión que permita implementar labores de operación y control de calidad en el procedimiento constructivo de las placas armadas con láminas de corpalosa.
- Verificar los certificados de calidad de los materiales de construcción utilizados en la obra para así poder elaborar esquemas de operación y funcionamiento del sistema a implementar.
- Realizar el control de toma de muestras de concretos y diligenciar los ensayos de compresión de cada una de ellas.
- Preparar la documentación y realizar el control de actividades correspondientes al proceso constructivo de la obra.

# **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO**

## **NOMBRE DEL PROYECTO**

Seguimiento proceso constructivo y observación del comportamiento estructural de placas armadas en Steel Deck o laminas de corpalosa en una edificación para uso residencial.

## **LOCALIZACIÓN**

El proyecto se encuentra localizado en la esquina noroccidental de la carrera 38 con calle 52 del barrio Cabecera del Llano, en el municipio de Bucaramanga, departamento de Santander.

## **ALCANCE DEL TRABAJO**

El proyecto de análisis y observación del comportamiento estructural y seguimiento de placas armadas con láminas de corpalosa a realizar en la constructora Global Ltda. pretende generar beneficios no solo económicos sino también el mejorar la calidad del proceso constructivo de edificaciones de uso residencial. Este proceso se hace mas optimo y eficiente debido a que tiene mayores ventajas que el proceso de construcción de placas tradicionales pues genera un menor costo en mano de obra y materiales entre

otros. El edificar con estas placas la estructura trae consigo generar losas más delgadas y de mayor calidad, pues se obtienen mejores acabados arquitectónicos. Este seguimiento y análisis se lograra durante la construcción de toda la estructura del edificio.

## **CARACTERISTICAS DEL PROYECTO**

El proyecto consiste en la construcción de un edificio de acuerdo a las siguientes características:

- Altura en niveles:13
- Sótanos: 4 niveles de sótanos
- Sistema estructural: Pórticos
- Sistema de cimentación: Zapatas independientes o combinadas apoyadas sobre concreto ciclópeo el cual este se encuentra sobre el suelo competente.

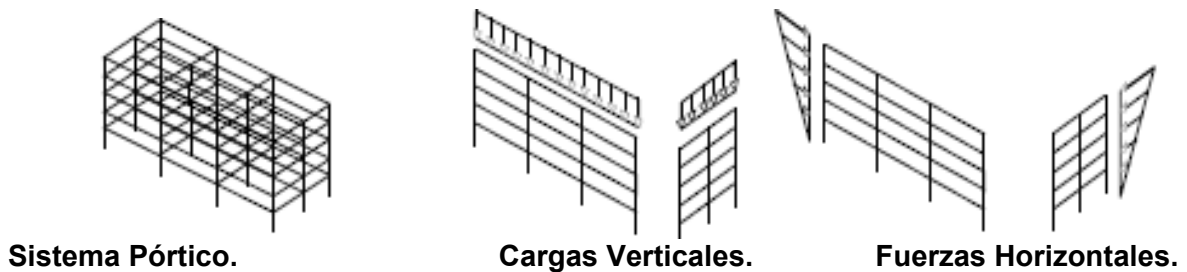
## **FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES**

- Realizar el control de ingreso de materiales, su entrega a los contratistas y la verificación de especificaciones.
- Verificar los certificados de calidad de materiales de construcción tales como: cemento, ladrillos, acero: (mallas y varillas) tubería eléctrica e hidrosanitaria.
- Realizar el control de toma de muestras de concretos y diligenciar los ensayos de compresión de cada una de ellas.
- Diligenciar los registros periódicos de los informes de ensayos realizados.
- Realizar el control de formaleta utilizada en la obra, así sea propia o alquilada, diligenciando su recibo y posterior entrega de la misma.
- Realizar el control de ingreso a la obra y entrega a los contratistas de planos y la verificación de las especificaciones.

- Realizar las memorias de diseños con el fin de conocer los parámetros de diseño, controles de instalación y construcción y recomendaciones.
- Preparar la documentación y realizar el control de actividades correspondientes al proceso constructivo de la obra.
- Revisar los certificados de calibración de equipos y elementos de medición en obra.
- Participar en el plan de seguridad industrial de la obra.

## DESCRIPCION DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

El sistema de construcción del edificio multifamiliar Vicenza según los cuatro tipos generales de sistemas estructurales de resistencia sísmica: 1. Sistema de muros de carga, 2. Sistema combinado, 3. Sistema de pórtico, 4. Sistema dual; señalados en NSR 98 se clasifica como un sistema de pórticos ya que las fuerzas verticales y horizontales son resistidas por un pórtico resistente a momentos, esencialmente completo.



**FIGURA # 1: Sistema de pórticos.**

Las columnas, pantallas y el foso del ascensor se modulan con formaleta metálica para su posterior proceso de fundida; lo cual conlleva a un mejor acabado de las mismas.



**FIGURA # 2: Columnas.**



**FIGURA # 3: Foso Ascensor.**

# **1. PRELIMINARES**

## **1.1 REMOCIONES Y DEMOLICIONES**

### **1.1.1 Remociones**

Este trabajo consiste en la remoción total de elementos existentes, que sean necesarios retirar para el correcto desarrollo de la obra; el cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la remoción serán aprobadas posteriormente por el interventor de la obra.

La ejecución de las remociones previstas se hará teniendo especial cuidado en la remoción de aquellos elementos que deban ser desarmados y desmontados sin daño, tales como ventanas, puertas, marcos, vidrios, aparatos sanitarios, etc.

### **1.1.2 Demoliciones**

Este trabajo consiste en la demolición total o parcial de construcciones existentes, estructuras de concreto o en mampostería, que sea necesario eliminar para el correcto desarrollo de las obras y la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición serán aprobadas por el Interventor. Con los materiales producto de la demolición no se deberá obstruir calles o andenes ni el área de

construcción de la misma; serán depositados en el lugar que indique el Interventor y serán retirados de la obra con la mayor brevedad.

La demolición total o parcial y la remoción de estructuras, se clasificarán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Demolición de estructuras de concreto
- Demolición de estructuras en mampostería.

Todos los procedimientos aplicados en el desarrollo de los trabajos de demolición y remoción deberán ceñirse a las exigencias del Ministerio del Medio Ambiente y a las del Código Colombiano de Construcciones Sismo - Resistente NSR - 98.

## **1.2 REPLANTEO Y LOCALIZACION**

Comprende los diferentes trabajos que deben realizarse para la ubicación exacta de las diferencias de nivel del terreno, de acuerdo a los planos suministrados al contratista por la constructora.

Consisten, en situar en el terreno por medio de un estacado y con la ayuda del tránsito y nivel, los alineamientos y cotas del proyecto, tomando como base las magnitudes, niveles y referencias, indicadas en las carteras respectivas, los planos, las que se hallen en el terreno o las colocadas a medida que se vayan realizando los trabajos. De la misma manera, las anotaciones que se llevaran a las carteras y planos, con las correcciones propias de la construcción.

Para los trabajos de localización y replanteo, se exige la permanencia de una comisión topográfica conformada por un topógrafo con matrícula y un cadenero I, además de los equipos topográficos de precisión como teodolito, nivel y mira.

### **1.2.1 Localización**

La localización se realizará ciñéndose a los planos de localización general del proyecto, relacionados con los niveles y dimensiones señalados en el plano constructivo, para lo cual empleará sistemas de precisión, basándose en los puntos fijos existentes, los cuales serán verificados por la Interventoría para el replanteo posterior.

### **1.2.2 Replanteo**

Se hará para cada una de las áreas que componen la distribución del proyecto, ciñéndose en lo posible a las mediciones establecidas en los planos respectivos. Deberán establecerse niveles y puntos de referencia suficientes en cada una de las áreas.

## **1.3 CORTE DE TIERRA A MAQUINA**

Comprende el movimiento y retiro de tierra con maquina (Retroexcavadora) hasta obtener los niveles previstos en los planos, este trabajo incluye todas las actividades para mantener en forma las excavaciones y el correspondiente retiro de tierra a los sitios indicados por la interventoría de la obra. Las excavaciones se adelantarán y se efectuarán de acuerdo a los anchos y profundidades indicados en el proyecto y según las instrucciones del estudio de suelos o la clase del terreno y topografía.

Para la ejecución de estas actividades se debe tener en cuenta, y por la seguridad de la obra, los siguientes aspectos:

- Control de aguas durante todo el proceso de la construcción de la obra.
- Instalar vallas y señales, informativas, para seguridad en la zona donde se efectúen los trabajos.

- Adecuada disposición de los materiales.
- Controlar la estabilidad de los taludes de excavación.

#### **1.4 CAMPAMENTO**

En este caso se entenderá como campamento el lugar adecuado específicamente dentro del sitio de la obra, para el almacenamiento de materiales de la construcción, alojamiento del personal que resida en la obra y funcionamiento de las oficinas al servicio del contratista y de la Interventoría situadas en el sitio de trabajo.

Un Almacén y Depósito, cubierto, para el almacenamiento de los materiales, equipos y accesorios que por su naturaleza deban protegerse de la intemperie o que deban guardarse con especial cuidado por su delicadeza, tamaño y valor. En éste sitio también se guardará las herramientas menores o de mano. El Almacén deberá estar dotado de un equipo de primeros auxilios el cual debe llenar los requisitos mínimos necesarios y contar con la aprobación de la Interventoría.

#### **1.5 CERRAMIENTO PROVISIONAL**

Hace referencia al aislamiento que debe hacerse del sitio de la obra con respecto a las vías y demás posibles accesos, diferente a las mismas de acceso a las obras. El cerramiento se hará en lámina de zinc y madera rolliza colocada cada 2.00m y con una altura mínima de 2.00m. La lámina se sujetara a la madera rolliza con puntilla para zinc doblada de tal forma que se mantenga firme en su lugar.

## 2 CIMIENTOS

### 2.1 EXCAVACIONES

Esta actividad se refiere a la remoción y retiro de la tierra necesaria hasta obtener los niveles previstos en los planos de los cimientos. Las excavaciones para los cimientos se harán de acuerdo a las dimensiones indicadas en el proyecto y según las disposiciones del estudio de suelos o la clase del terreno y topografía. Cuando los materiales producto de las excavaciones llenen los requisitos para ser utilizados en rellenos o terraplenes deberán colocarse lateralmente a las excavaciones o en sitios previamente determinados por Interventoría para formar bancos de almacenamiento, o en el propio lugar en que vayan a ser utilizados. Los materiales que no sean utilizables y la tierra sobrante será trasladada al sitio de botadero previamente determinado, el cual deberá estar acreditado por las autoridades municipales para este efecto. Las excavaciones a mano son ejecutadas con equipos manuales, como por ejemplo: Picas, Palas, Carretillas, etc.



**FIGURA # 4: Excavación manual.**

## 2.2 CONCRETO CICLOPEO

Los cimientos del edificio Vicenza están apoyados sobre concreto ciclópeo; este esta compuesto de 60% de concreto (Concreto de 2000psi -140Kg/cm<sup>2</sup>) y 40% de piedra rajón con dimensiones que varían de 6.25 \* 4.10 a 1.20 \*1.20.



**FIGURA # 5: Zapatas.**



**FIGURA # 6: Vista Aérea Cimentación edificio.**

## 2.3 CIMIENTOS EN CONCRETO

Los cimientos del edificio Vicenza son zapatas independientes y combinadas apoyadas sobre concreto ciclópeos, con vigas de amarre y de enlace en concreto reforzado, diseñadas y construidas según NSR-98.



**FIGURA # 7: Cimientos en Concreto.**



**Figura # 8: Cimientos**

## 2.4 VIGAS DE AMARRE

Esta especificación contiene los requisitos mínimos que deben cumplir los cimientos para las zapatas de las columnas y de las vigas de amarre de concreto fundidas en el sitio.

Se deberán fundir los cimientos y vigas de cimentación en concreto reforzado directamente contra las paredes verticales de la excavación sí este no representa una disminución de la calidad del trabajo o mayor cantidad de obra. En caso contrario, las excavaciones para este tipo de estructura deberán tener el ancho que permita la colocación y retiro de las formaletas.

Todas las operaciones de transporte, colocación y vibrado del concreto deberán hacerse con las indicaciones previstas en obra por la interventoría. Las dimensiones y refuerzos, y demás detalles para los cimientos y vigas de cimentación son los consignados en los planos correspondientes, y/o los indicados por el Interventor.



**Figura # 9: Vigas de Amarre.**

## 2.5 RELLENOS EN MATERIAL COMUN

Se entiende por rellenos, el conjunto de actividades encaminadas a tapar las zanjas de las excavaciones y la construcción de terraplenes, tales como la selección del material de relleno, la extendida y colocación del mismo y la compactación en capas hasta los niveles indicados en el proyecto.

Como material de relleno podrá utilizarse el proveniente de las excavaciones, siempre que esté libre de las impurezas y piedras sueltas con diámetros no mayores de 0.20m. Cuando el material proveniente de las excavaciones sea insuficiente o inadecuado, se utilizará material de préstamo previamente aprobado por la interventoría, preferentemente arcilla, arena y recebo arenoso. El material de las excavaciones se acordonará al borde de las zanjas, a distancia prudencial, para evitar que su peso provoque los desprendimientos o derrumbes. Para la formación de terraplenes, el terreno deberá estar totalmente descapotado y su ejecución seguirá los alineamientos, niveles, pendientes y taludes indicados en el proyecto. Antes de colocar la nueva capa, en caso de que la superficie esté lista se escarificará un poco para que haya una mayor adherencia entre las capas adyacentes. Los rellenos son ejecutados con equipos como compactadores y ranas.



**Figura # 10: Proceso de Compactación**

## 2.6 RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE

El trabajo incluye además de la correcta disposición, acarreo, transporte y descargue de los materiales no aprovechables de corte, excavación y demolición, desde el sitio de la obra a donde ordene la Interventoría de la misma, de tal manera que la constructora no se haga acreedora de multas o sanciones por daños causados a terceros.



**Figura # 11: Retiro Material Sobrante.**



**Figura # 12: Excavaciones y Retiro Material.**

## 2.7 TRANSPORTE DE MATERIAL SOBRANTE

El retiro de materiales sobrantes, consiste en el cargue, transporte y descargue de los materiales no aprovechables de los cortes y las excavaciones a los sitios previamente destinados como botaderos.



**Figura # 13: Transporte Material Sobrante.**

En este caso el material sobrante se transportaba a un sitio en común dentro de la obra, para posteriormente subirlo al nivel de calle mediante elevadores la cual estaban localizados en dos de los extremos del lote.

Ya el material sobrante en el nivel de la calle se cargaba a las volquetas y se transportaba al lugar autorizado como botadero.

## 3 CONCRETO ESTRUCTURAL

### 3.1 GENERALIDADES.

#### 3.1.1 Proveedor

El Concreto empleado para el proyecto Vicenza estará a cargo de la concretera Holcim, la cual es una de las principales proveedoras de cemento, concreto y agregado mas importante del país. Sus productos y operaciones están respaldados por las certificaciones de calidad, lo que los hace estar dentro de las concreteras numero uno en calidad.

Certificaciones que posee:

**ISO 9001:2000** Sistema de Gestión de Calidad, para la producción y comercialización de cementos en la industria de la construcción.

**ISO 9001:2000** Sistema de Gestión de Calidad, para el diseño, producción, y comercialización de concretos y para la explotación y trituración de agregados pétreos.

**ISO 14001** Sistema de Gestión Ambiental, para las operaciones de Cemento.

**OHSAS 18001** Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional, para las operaciones de Cemento.

**NTC 121 y 321** Para los Cementos Pórtland.

**API Q1** Sistema de Gestión de Calidad, para la fabricación de Cementos Petroleros.

**API 10A** Para los Cementos Petroleros.

Calidad declarada para el Cemento Tipo ARI y Cemento Especial Tipo Concretera.



**Figura # 14: Certificados de calidad de Holcim**

### 3.1.2 Política de Holcim (Colombia) S.A.

Es compromiso de esta organización mantener altos niveles de calidad y servicio; en la producción de cemento, concretos y agregados, cumplir con los requisitos legales y de sus clientes, así como contar con los procesos y tecnología necesaria que garantice sus productos, disminuir los impactos ambientales, proveer sitios de trabajo saludables y seguros, y tener siempre presente convivir en armonía con la comunidad y el medio ambiente.

### **3.1.2.1 Objetivos**

- Lograr la satisfacción de los clientes en cuanto a las características del producto y servicio, dentro de las especificaciones establecidas.
- Mantener condiciones de trabajo saludables y seguras.
- Relacionar el uso de todos los recursos para proteger el medio ambiente.

### **3.1.2.2 Proyección**

Para la planeación de sus operaciones es indispensable que la obra suministre desde su inicio, la proyección mes a mes del volumen de los concretos que se van a utilizar en el desarrollo del proyecto. Y cada mes debe ser ajustado de acuerdo con el avance real de la obra.

## **3.2 PROGRAMACIÓN Y DESPACHO DE CONCRETO**

### **3.2.1 Programación**

- Todos los jueves en horas de la mañana debe enviarse por fax la programación semanal utilizando un formato como el que se muestra a continuación



- Nombre de la Obra.
  - Hora de la entrega.
  - Lugar de la entrega.
  - Forma de descargue.
  - Especificación del producto y/o servicio.
  - Para mortero P & P y concretos, especificar si el uso es en pega o pañete y si es interior o exterior.
  - Elemento a fundir.
  - Cantidad de metros cúbicos. Capacidad de recepción y frecuencia.
  - Nombre de la persona que hace el pedido o modifica. Esta persona debe ser Autorizada en el Acta de Inicio de Obra.
- Las entregas programadas no confirmadas se entenderán canceladas.
  - Si el pedido confirmado varía sustancialmente respecto de la programación inicialmente entregada, Holcim no esta obligada a suministrar el producto. En el evento en que Holcim no pudiera atender el pedido, se programa su entrega para una fecha y hora posteriores.

### **3.2.3 Despacho**

- Cuando se realizan pedidos para ajustar fundidas, y el volumen en concreto es menor o igual a  $1\text{m}^3$ , se debe tener en cuenta que el volumen se afecta por la capacidad de las ollas de las mixers ( $8\text{m}^3$ ).

### **3.3 DESCARGUE DEL CONCRETO**

- La permanencia de los vehículos mezcladores en la obra debe ser máximo de 30 minutos.

- Los sitios de descargue deben estar disponibles a la hora programada.
- La recepción del concreto debe realizarse inmediatamente después de llegado el camión a la obra, exigiendo previo al descargue el comprobante de entrega, para verificar la siguiente información:
  - \* Fecha.
  - \* Identificación de la obra.
  - \* Descripción del producto.
  - \* Volumen y Resistencia del Concreto.
  - \* Asentamiento.
  - \* Hora de Cargue.
  - \* Numero de sello.

Si la información no corresponde, hay que comunicarse inmediatamente con el despachador para verificar los datos inconsistentes.

- Establecida la veracidad de la información, debe registrarse en las casillas correspondientes la hora de llegada e inicio de descargue. Una vez finalizado el descargue debe registrarse la hora de finalización y la hora de salida de la obra.
- Se debe verificar que el sello este cerrado, en buen estado y que su numero corresponda al registrado en el comprobante de entrega. Este sello debe ser retirado por un representante de la obra. En caso de alguna anomalía hay que informar al centro de control.
- En obra no se pueden alterar las características físicas ni químicas del concreto adicionando agua, cemento, aditivos u otros productos. En caso que el profesional responsable de la obra solicite adición de agua u otro material, debe registrarse la novedad en el comprobante de entrega y firmar su autorización. Esto exonera a Holcim de toda responsabilidad por la calidad del producto.

- Holcim puede verificar en cualquier momento el cumplimiento de las normas existentes respecto del manejo del producto en general.
- En obra se debe llevar el registro organizado de las muestras del concreto entregado, en el cual debe quedar constancia del número de comprobante de entrega respectivo y la ubicación exacta donde fue colocado el concreto.
- El original del comprobante y su copia deben ser firmados y/o sellados únicamente por las personas autorizadas en obra, y entregados al conductor.
- El hecho de firmar el comprobante de entrega indica estar satisfecho con la cantidad y tipo de producto entregado.

Los reclamos respecto a la cantidad entregada y tipo de producto, en el evento de que los hubiere, deben ser realizados mientras el producto se encuentre en estado fresco.

La obra debe registrar en el comprobante de entrega el sitio de colocación del concreto.

### **3.4 VERIFICACIÓN DEL PRODUCTO EN OBRA.**

#### **3.4.1 Asentamiento.**

- Los ensayos de asentamiento deben ser practicados y sufragados en obra dentro de los 15 minutos siguientes a la llegada del Mixer.
- Los ensayos deben cumplir con las normas técnicas aplicables.
- En caso de que el viaje no cumpla con las especificaciones pactadas, debe ser devuelto.

- Cuando el asentamiento de llegada a la obra este por debajo de lo especificado, se adiciona aditivo plastificante para llevarlo a los asentamientos deseados. Por ningún motivo debe adicionarse agua al concreto en obra.
- Para la adición de aditivo, en obra se debe exigir al conductor medir el aditivo en un recipiente adecuado y anotar la cantidad adicionada en el comprobante de entrega.
- Los asentamientos de cada producto están relacionados en sus especificaciones técnicas.

### **3.4.2 Volumen**

- Todos los mixers después de ser cargados son nuevamente verificados por peso en una bascula camionera. Posteriormente se coloca un sello que solo debe ser retirado en obra por la persona que recibe el concreto. El número del sello va impreso en el comprobante de entrega. Estos controles garantizan que el volumen sea el correcto.
- El concreto suministrado debe ser cubicado en obra en el momento del descargue y en presencia del conductor. En caso de existir alguna duda, debe ser registrada en el comprobante de entrega y comunicada al Representante Comercial y/o Ingeniero de Soporte Técnico, mientras el concreto se encuentre en estado fresco. Hay que tener presente que el concreto es estado endurecido dificulta la verificación del volumen.
- Los controles que ejerce Holcim en la planta garantizan el volumen de concreto enviado. Si después de cumplir en obra con los procedimientos mencionados persisten dudas, se tomarán núcleos. Los costos de estos análisis serán asumidos por Holcim (Colombia) S.A. si se demuestra el faltante del producto; en caso contrario serán asumidos por la constructora.

### **3.5 CURADO Y PROTECCIÓN DEL CONCRETO EN ESTADO PLÁSTICO**

Realizando un buen curado se disminuye la aparición de fisuras por retracción plástica que es el fenómeno producido por la rápida pérdida de humedad, la cual es generada por los siguientes factores:

- \* Alta temperatura.
- \* Humedad relativa baja.
- \* Temperatura del concreto.
- \* Bases sin humedecer (Botadero en suelo competente).

Para evitar la pérdida rápida de humedad se recomienda:

- \* Humedecer la subrasante y las cimbras con agua.
- \* Usar aditivo retardante de evaporación de agua.
- \* Instalar barreras cortavientos y carpas parasoles.
- \* Para optimizar su curado realícelo con agua.
- \* Para garantizar que el concreto desarrolle adecuadamente todas sus características y que su hidratación sea completa, debe curarse en forma adecuada durante un periodo de 7 días después de su colocación.

#### **3.5.1 Fraguado del Concreto**

En caso de presentarse un proceso de fragüe acelerado, la obra debe comunicarse con el Ingeniero de Soporte Técnico mientras el concreto se encuentre en estado fresco. Si el fragüe es retardado, antes de desencofrar los elementos, hay que informar al Ingeniero de Soporte Técnico.

## **3.6 ENSAYOS PARA EVALUAR LAS ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO**

En obra se deben practicar y sufragar pruebas que permitan verificar las adecuadas especificaciones y calidades del concreto. Los ensayos deben realizarse cumpliendo las Normas Técnicas aplicables.

Es importante tener en cuenta los tiempos establecidos en normas NTC para realizar las muestras, asentamientos y ensayos de los cilindros. El no cumplimiento de lo establecido en las normas para la toma de cilindros invalida los resultados que se obtengan.

### **3.6.1 Ensayo de muestras**

Los ensayos deben ser efectuados por un laboratorio que cumpla con las normas para tal efecto. En caso de inconsistencias en los resultados Holcim podrá evaluar los resultados.

Se recomienda tener mínimo dos personas capacitadas en la toma de las muestras.

### **3.6.2 Resultados de Resistencia**

Estos serán analizados y evaluados de acuerdo con la NSR-98, Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente. Y sirven para determinar la resistencia especificada siempre y cuando todo el proceso cumpla con las Normas Técnicas Colombianas Vigentes.

En el evento en que exista discrepancia sobre las pruebas o en la interpretación de los resultados de las mismas, el dictamen final sobre la calidad del concreto y la causa de la deficiencia, si la hubiere, será el que resulte de un peritazgo.

## 4 FORMALETAS

Las formaletas se utilizarán para confinar el concreto de las columnas, pantallas, muros de contención y demás elementos estructurales; para obtener una estructura que se ciña a las formas, líneas y dimensiones de los elementos, tal como se requiere en los planos de diseño y en las especificaciones.

Las formaletas deben estar reglamentadas por las normas de calidad, así como por las Normas NSR-98. Sin embargo, más adelante se hace referencia a algunos requerimientos específicos para el buen funcionamiento de las mismas.

Durante el proceso de armada de la formaleta estas deberán estar lo suficientemente ajustadas para evitar la pérdida de concreto a través de las mismas y estar adecuadamente riostradas o ligadas para mantener su posición y sus formas y soportar la presión resultante de la colocación y vibrado del concreto sin que se presenten deformaciones.

La formaleta utilizada para columnas, pantallas y muros de contención es metálica; y para las vigas se usaran tanto formaleta metálica como bandas de madera sana, resistentes y de espesor uniforme y suficiente para evitar distorsiones. La madera o los materiales que se usen para fabricación de bandas deberán ser de primera calidad y estar constituidos por materiales que no produzcan deterioro químico ni cambios en el color de las superficies del concreto.

Las superficies de las formaletas deberán presentar un aspecto liso y estar exentas de protuberancias y hundimientos. La madera deberá ser laminada o cepillada y machihembrado del lado de las superficies que hayan de quedar expuestas.

## **4.1 ARMADA DE FORMALETA**

Las formaletas tendrán la resistencia estructural y rigidez necesaria para soportar las cargas muertas y vivas a que estarán sometidas durante y después del vaciado del concreto.

Todas las formaletas que se vayan a utilizar como también el sistema de abrazaderas, soportes (retranque con párales), alineadores; deberán ser supervisados en obra, para evitar posibles inconvenientes durante el bombeo del concreto.

Las formaletas se ajustarán a las dimensiones y formas de las estructuras proyectadas de concreto que se indican en los planos y se les mantendrá firmemente en su sitio por medio de abrazaderas o grapas, riostras, párales, ángulos y demás elementos de resistencias adecuadas y en cantidad suficiente para obtener una estructura rígida.

Todas las uniones entre tablas o tramos de la formaleta en los sitios en donde la superficie del concreto ha de quedar expuesta, deberán ser horizontales o verticales según el caso.

Las cimbras que se usen para soportar las formaletas deberán apoyarse en durmientes que se asienten en fundaciones firmes, y se construirán de tal modo que no ocurran asentamientos apreciables ni deformaciones de las formaletas cuando el concreto se vacíe en ella.

En el momento de armar la formaleta en el sitio de la obra deben tenerse en cuenta los cambios del nivel que se presenten, en los elementos estructurales tales como vigas, columnas o placas.

Al finalizar la colocación de las formaletas e inmediatamente antes de iniciar el vaciado del concreto, se revisarán los soportes y el estado de las superficies de la formaleta y se comprobarán las dimensiones y alineamientos cuidadosamente.

Se debe corregir todo abultamiento o pandeo y cualquier otra irregularidad que se observe en la supervisión en obra. Igualmente, se limpiarán las superficies interiores de la formaleta que quedarán en contacto con el concreto, de modo que queden libres de todo mugre, incrustaciones de mortero y demás materiales extraños y se recubrirán con acpm u otros materiales que no produzcan coloraciones en el concreto y eviten la adherencia entre el concreto y la formaleta, para posteriormente así desencofrar con facilidad.

La armadura deberá estar libre de oxido, escamas y sustancias contaminantes que puedan reducir su adherencia.



**Figura # 16: Preparación de Formaleta.**



**Figura # 17: Armada Formaleta Muro de Contención.**



**Figura # 18: Formaleta Columnas.**

## **5 VACIADO Y VIBRADO DE CONCRETO**

### **5.1 VACIADO DE CONCRETO**

Como se menciona anteriormente el Concreto empleado en Vicenza, es llevado directamente desde la planta de Holcim (Colombia) S.A. localizada en el municipio de Floridablanca a la obra. Para el proceso de la fundida de columnas, pantallas, foso del ascensor y muros de contención se utilizo un sistema de bombeo, con la autobomba utilizada por Holcim para este tipo de sistema constructivo.

De la autobomba se despliega una tubería de 4" a 3" metálica, con la cual se lleva el concreto directamente al sitio al que se va a bombear.

Durante el proceso de colocación del concreto en su sitio, la velocidad de vaciado deberá permitir al concreto conservarse permanente en estado plástico y fluir fácilmente entre los espacios de las varillas de refuerzo. El procedimiento de colocación no deberá producir segregación de los materiales, ni el desplazamiento del hierro de refuerzo o de las formaletas.

La operación de vaciado deberá efectuarse continuamente para complementar una sección determinada o llegar a la junta indicada en los planos. No se permitirá la colocación de la mezcla sobre concreto parcial o totalmente fraguado sin que las superficies de concreto hayan sido preparadas para tal fin.

Cuando se coloque concreto sobre una fundación de tierra, ésta deberá estar limpia y húmeda, pero sin agua estancada en ella o corriendo sobre la misma.

No podrá colocarse concreto sobre lodo, tierra porosa o seca y/o rellenos que no haya sido compactado a la densidad requerida.

No será permitido dejar caer mezcla libremente de alturas mayores de 1.5m a menos que se utilicen conductos adecuados debidamente aprobados en obra.

Las formaletas o encofrados para muros, columnas o secciones delgadas de considerable altura estarán provistas de aberturas u otros o otros medios que permitan vaciar el concreto sin causar segregación de los materiales o acumulación en los niveles intermedios.



**Figura # 19: Vaciado Concreto Columnas (Bomba).**



**Figura # 20: Vaciado de Concreto para la fundida del tanque Bajo.**

## 5.2 VIBRADO DEL CONCRETO

El concreto se consolidará con la ayuda de equipo mecánico de vibradores complementado por las labores manuales usando barretas y otras herramientas apropiadas según las indicaciones en obra.

La duración de la operación de vibrado será únicamente la necesaria para alcanzar la consolidación requerida sin que se produzca segregación de los materiales. Deberá evitarse que los vibradores penetren hasta las capas inferiores colocadas con anterioridad que ya hayan empezado a fraguar, o en concreto que no muestre plasticidad durante el vibrado, o en sitios en donde la vibración pueda afectar la posición del refuerzo o de materiales embebidos en concreto que hayan iniciado su fraguado.

La manipulación del concreto cerca de la superficie de la parte superior de una vaciada deberá ser la mínima necesaria para que produzca el grado de consolidación deseado para esta capa y se forme una superficie rugosa que permita obtener buena adherencia con el concreto de la vaciada posterior.

No se permitirá vibrado en la superficie o cualquier operación posterior que tienda a producir una cara lisa en las juntas horizontales de construcción.

Las superficies superiores que no sean formaleteadas y que no vayan a cubrirse con relleno o concreto se llevarán hasta una cota ligeramente más alta que la indicada, este exceso se quitará con la regla o se le dará el acabado requerido, como se indica en los planos o lo ordene el Interventor.

Deberá tenerse cuidado especial para evitar la segregación del agregado grueso cuando el concreto se coloque a través del refuerzo. Así mismo deberá evitarse que el vibrador golpee el hierro de refuerzo o la formaleta.

En el fondo de vigas y losas en donde la congestión del refuerzo haga muy difícil la colocación del concreto en formaletas profundas como las de muros o columnas o cuando

la vibración no asegure el completo recubrimiento del refuerzo se podrá vaciar una primera capa de mortero mezclado con las mismas proporciones arena/cemento y agua cemento que se use en el concreto pero solo en la profundidad necesaria para cubrir la superficie del refuerzo.

Este mortero deberá colocarse inmediatamente antes de iniciar el vaciado del concreto de tal manera que en ese momento el mortero se encuentre plástico, es decir, ni endurecido ni fluido.

La acumulación de agua en la superficie de concreto debido a la segregación que aparezca durante el proceso de vaciado y vibrado, se evitará adecuando la mezcla. El agua libre en la superficie deberá recogerse y retirarse antes de colocar una nueva capa de concreto.



**Figura # 21: Vibrado del Concreto.**

## 6 DESENCOFRADO Y CURADO DEL CONCRETO

### 6.1 DESENCOFRADO

Para facilitar el curado del concreto y permitir las reparaciones que sean necesarias en las superficies, se retirarán las formaletas tan pronto como el concreto haya fraguado de tal manera que no afecten la seguridad ni la capacidad de servicio de la estructura.

En términos generales y a menos que el Interventor, autorice u ordene lo contrario las formaletas deberán permanecer colocadas los siguientes períodos de tiempo, después de que se termine el vaciado correspondiente.

Placas de Entrepiso (Incluidas Vigas)	14 Días
Muros de Contención y Pantallas	24 Horas
Columnas	24 Horas

En casos especiales y en donde puedan presentarse esfuerzos altos en las estructuras antes de terminar el fraguado de las mismas, el Interventor podrá exigir que las formaletas permanezcan por un período de tiempo más largo.

De otro modo el tiempo de retiro podrá disminuirse, previa aprobación del Interventor, si se demuestra por medio de ensayos que tal retiro es posible sin que se presenten inconvenientes o efectos desfavorables.

El retiro de las formaletas se hará en forma cuidadosa sin dar golpes ni producir vibraciones, para evitar daños en las superficies del concreto. Inmediatamente se retiren

aquellas se procederá a hacer las reparaciones necesarias y el curado correspondiente en la forma que se especificara más adelante.

La formaleta de madera o bandas se podrán utilizar nuevamente, siempre que se hayan limpiado cuidadosamente y después de comprobar que la madera esté en buenas condiciones, libres de incrustaciones de mortero, no presente perforaciones ni deformaciones que traigan como consecuencia uniones defectuosas o irregulares.



**Figura # 22: Desformaleteo de Vigas en placa de entepiso.**

## **6.2 CURADO DEL CONCRETO**

Todas las superficies de concreto se protegerán adecuadamente para evitar la exposición directa a los rayos solares. El concreto que no haya fraguado deberá protegerse además de las lluvias fuertes, del agua corriente y de elementos mecánicos que puedan causarle daño.

Todo concreto deberá mantenerse húmedo y a una temperatura inferior a 10°C, al menos durante (7) días después de su colocación.

La humedad en el concreto puede lograrse cubriendo totalmente todas las superficies expuestas con un material que se mantenga permanentemente húmedo, o por medio de un sistema de tubos perforados o de espaciadores mecánicos o por cualquier otro método aprobado por la interventoría, que mantenga las caras del concreto humedecidas en forma permanente, entendiéndose que no se permitirá el humedecimiento periódico de las mismas sino que éste deberá ser continuo.

Cuando se dejen las formaletas en su sitio para el curado, éstas se mantendrán húmedas todo el tiempo para evitar la apertura de sus uniones y el secado del concreto. El agua que se utilice para el curado deberá ser limpia y cumplir con las especificaciones requeridas para permitir un adecuado proceso de curado.

## **7 ACABADO FINAL Y REPARACIONES DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO**

### **7.1 ACABADO DE LAS SUPERFICIES EN CONCRETO**

Todos los acabados de las superficies en concreto que no quedaran a la vista y que vayan a soportar los rellenos no necesitarán un acabado especial; sólo se repararán las imperfecciones del concreto de acuerdo con lo estipulado entre el Contratista y el Interventor.

En las superficies formaleteadas que no vayan a quedar cubiertas por rellenos y no necesiten un acabado especial se aceptarán irregularidades superficiales bruscas no mayores de 5.0mm, y graduales de 10.0mm, los cuales se suavizarán por medios mecánicos como por ejemplo un esmeril. Irregularidades bruscas se pueden considerar a las salientes, depresiones o juntas mal alineadas causadas principalmente por mala instalación o armada de formaletas. Las demás irregularidades se consideran como graduales y se comprobarán por medio de reglas de 1.50m para superficies formaleteadas y de 3.00m para caras sin formaleta.

Para las superficies de estructuras formaleteadas expuestas a la vista y con acabado de especial importancia, las irregularidades deberán reducirse al mínimo en lo posible. Las irregularidades superficiales bruscas no deberán exceder de 3mm y las graduales no deberán ser mayores a 5mm. Los acabados de las superficies no formaleteadas que vayan a estar cubiertas por rellenos de tierra o de concreto se harán con regla de madera para obtener una superficie uniforme y nivelada. El acabado a regla también se aplicará como primera etapa para las superficies con acabado a llana o con palustre.

Los acabados a llana se aplicarán en superficies no moldeadas que no vayan a cubrirse con rellenos o concretos. Este acabado podrá hacerse con equipo mecánico o a mano y con personal calificado, se empezará tan pronto como las superficies se hayan endurecido lo suficiente para obtener una buena ejecución. El trabajo de llana deberá ser el mínimo necesario para eliminar las marcas dejadas por la regla. No podrán trabajarse con llana la superficie del concreto fresco, para evitar la segregación de la mezcla.

El acabado con palustre se aplicará a las superficies formateadas en interiores, que no vayan a soportar baldosas ni acabados en granito, tales como losas de piso, escaleras, etc.



**Figura # 23: Acabado a Regla en Placas de Entrepiso.**



**Figura # 24: Acabado a Llana Rampas Parqueaderos.**



**Figura # 25: Acabado final rampa parqueadero**

Este tipo de acabados se obtiene mediante el correcto uso del palustre, aplicando presión para asentar granos de arena y producir una superficie densa y lisa pero sólo después de que la superficie trabajada con llana haya endurecido lo suficiente para evitar que la lechada y el material fino se segreguen. La superficie no deberá quedar con irregularidades ni con huellas del palustre.

## **7.2 REPARACIONES DEL CONCRETO**

Las reparaciones en las superficies del concreto deberán hacerse únicamente con personal experto en esta clase de trabajo y bajo la supervisión de la interventoría.

En obra se deberán corregir las imperfecciones que se encuentren en los diversos elementos estructurales para que las superficies del concreto se conformen de acuerdo con los requisitos exigidos en las especificaciones dadas para la construcción de estas. A menos que se apruebe lo contrario, todas las reparaciones deberán hacerse antes de veinticuatro (24) horas a partir del retiro de las formaletas.

Todas las incrustaciones de mortero y rebordes resultantes de empates entre tableros deberán esmerilarse en forma cuidadosa. En donde el concreto haya sufrido daño o tengan hormigueros, fisuras o cualquier otro defecto, o donde sea necesario hacer rellenos debido a depresiones mayores de las permisibles de las superficies del concreto deberán picarse hasta retirar totalmente el concreto imperfecto y rellenarse ese espacio con concreto o mortero de consistencia seca hasta las líneas o cotas requeridas. Todos los huecos resultantes del retiro de los extremos superiores de las abrazaderas se llenarán con mortero de consistencia seca, aplicando presión para mejorar la adherencia.

La superficie del mortero se pulirá a ras con las caras del concreto para obtener una buena apariencia. No deberá utilizarse mortero para rellenos por debajo de los refuerzos, o para rellenos de huecos que se extiendan completamente a través de la sección del concreto, ni para aquellos cuya área continua sea mayor de 400cms cuadrados y cuya profundidad sea mayor de 10.0cm. En todos estos casos y en cualquier otro indicado por la interventoría el relleno se hará en concreto. El tipo de concreto a utilizar lo indicará el interventor según la reparación que se vaya a realizar. Todos los rellenos deberán acabarse cuidadosamente y deberán someterse a curado en la forma descrita anteriormente. Todos los rellenos deberán adherirse totalmente a las superficies del concreto y deberán quedar libres de grietas y áreas imperfectas, después de terminar el curado. La apariencia general debe ser uniforme y satisfactoria.



**Figura # 26: Reparación de Concreto en Muro de Contención.**

## **8 PRUEBAS Y ENSAYOS DEL CONCRETO**

Durante la construcción de toda la Estructura del Edificio Vicenza; la interventoría ordenara la toma de muestras de concreto inmediatamente después de descargado de la Mixer, para efectuar las pruebas de asentamiento y los ensayos de la resistencia a la compresión. En nuestro caso la toma de las muestras se saco directamente del chorro de descarga de la Mixer, colocando el recipiente bajo la boca de salida del concreto para hacer toma directa.

Cada muestra debe tomarse al azar sin que se tenga en cuenta condiciones sobre apariencia del concreto ni la comodidad para hacer el muestreo. Las muestras utilizadas para los ensayos mencionados deben ser representativas del hormigón y deben obtenerse de acuerdo con la norma ICONTEC 454 " Hormigón fresco toma de muestras". La Constructora suministrará los moldes o elementos necesarios para moldear, curar y proteger las muestras en el sitio de la obra y trasladarlas con posterioridad al laboratorio.

Mediante el ensayo de asentamiento o " slump test " realizado según la norma ICONTEC 396, se controlará la consistencia de la mezcla de concreto suministrada para la construcción de todos los elementos estructurales de la obra. Se deberá tomar una muestra para la prueba de asentamiento por cada cinco metros cúbicos de concreto a vaciar.

El asentamiento máximo admisible de la mezcla al tiempo de ser colocada será determinado por la interventoría para cada tipo de estructura, pero en términos generales deberá estar comprendida entre cuatro y seis pulgadas.

La resistencia del concreto se controlará por medio de cilindros de prueba, sobre los cuales se efectuarán ensayos de resistencia a la compresión, según lo especificado en la norma ICONTEC 675. Los cilindros deberán elaborarse y curarse de acuerdo con la norma ICONTEC 550.

Se deberá llevar en obra un reporte a la fecha y hora en que se tomen las muestras de concreto, y los cilindros se deberán numerar siguiendo un sistema que permita conocer en cualquier momento la fecha de su fabricación y la parte de la estructura a que pertenecen. Las muestras para la prueba de resistencia correspondientes a cada clase de concreto, deben tomarse no menos de una vez por día, ni menos de una vez por cada 120m cúbicos de concreto o una por cada 450m cuadrados de área de placas o muros.

Si el volumen total del concreto es tal que la frecuencia de los ensayos, da lugar a menos de cinco ensayos de resistencia para una misma clase de concreto, los ensayos deben hacerse por lo menos, en cinco mezclas tomadas al azar o en cada mezcla si se usan menos de cinco.

Una muestra para ensayo a la ruptura del concreto consta al menos de cuatro cilindros de concreto, dos para ser ensayados a los siete días y los restantes a los 28 días. En nuestro caso se van a sacar ocho cilindros cuya área es de  $81.07\text{cm}^2$ ; y estos serán ensayados a los 7,14 y 28 días respectivamente; en caso de que a los 28 días alguna muestra no haya alcanzado la resistencia prevista, se ensayaran los 2 cilindros testigos restantes a los 56 días.

Los resultados de los ensayos hechos a los siete días se tomarán como una guía para calcular la resistencia a los 28 días. Cuando los ensayos efectuados a los siete días permitan esperar bajas resistencias a los 28 días, se prolongará un curado de la estructura hasta que cumplan 21 días después de vaciado el concreto. Cada valor de resistencia obtenido a los 28 días, o a una edad menor especificada debe ser el resultado del promedio de dos cilindros tomados de una misma mezcla. El nivel de resistencia para cada clase de concreto se considera satisfactorio si cumple simultáneamente los siguientes requisitos:

a- Que los promedios de todos los conjuntos de dos resultados consecutivos de ensayos de resistencia, iguale o exceda el valor especificado de resistencia del concreto.

b- Que ningún resultado individual de las pruebas de resistencia (promedio de cilindros), sea inferior a la resistencia especificada del concreto.

En obra se debe supervisar tanto la elaboración de las muestras como el proceso de curado de los cilindros bajo condiciones de campo adecuadas, con el objeto de comprobar las ventajas y beneficios de un buen curado y de la protección del concreto en la estructura. Los cilindros curados en el campo deberán someterse al procedimiento indicado en la norma ICONTEC 550 y se debe moldear al mismo tiempo y tomarse de las mismas muestras que se empleen para los cilindros curados en el laboratorio. Los procedimientos de protección y curado del concreto deberán mejorarse cuando la resistencia de los cilindros curados en el campo, a la edad específica para medir  $f_c$  sea menor del 85% de la resistencia en cilindros curados en el laboratorio. Cuando la resistencia en los cilindros curados en el laboratorio sea apreciablemente mayor que  $f_c$ , en los cilindros curados en el campo no necesita exceder a  $f_c$  en más de 35 Kg./cm<sup>2</sup>, aún cuando no se cumpla con el criterio del 85%.

Si el concreto es de baja resistencia y los cálculos indican que la capacidad de carga se ha reducido significativamente, la interventoría podrá exigir la realización de ensayos sobre núcleos extraídos de la zona de duda, de acuerdo con la norma ASTM designación C-42. En tal caso deben tomarse tres núcleos por cada ensayo de resistencia que sea inferior a  $f_c$  35 Kg./cm<sup>2</sup>.

El concreto de la zona representada por los núcleos es estructuralmente adecuado si el promedio de los tres núcleos resulta por lo menos igual al 85% de  $f_c$ , y si ningún núcleo presenta una resistencia menor del 75% de  $f_c$ . Si el criterio anterior no se cumple, y si la seguridad estructural permanece en duda, la interventoría podrá ordenar que se hagan pruebas de carga para la parte dudosa de la estructura, o tomar otra medida adecuada a las circunstancias.

## **9 ESTRUCTURAS EN CONCRETO**

### **9.1 PILAS EN CONCRETO CICLOPEO PARA CIMENTACIONES**

Este Proceso se refiere a la mezcla homogénea formada de 60% en concreto de 2000psi y 40% en piedra rajón; como se menciona anteriormente en la construcción de los cimientos. Se construirá directamente sobre el fondo de las excavaciones, debidamente niveladas y limpias de tierra suelta, lodo y cualquier otro elemento extraño. La piedra deberá humedecerse antes de ser colocada. Se colocará primero una capa de concreto y luego sucesivamente capas alternas de piedra y concreto hasta completar la altura indicada en las especificaciones de los planos. Las piedras se deben colocar una a otra de tal forma que no queden haciendo contacto entre sí y totalmente embebidas en el concreto.

### **9.2 ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO Y SIMPLE**

#### **9.2.1 Acero de Refuerzo**

El acero de refuerzo que se utilizara para los elementos estructurales como vigas de amarre, columnas, vigas, rampas, escaleras, muros de contención, pantallas, foso del ascensor será:

a.- Acero tipo PDR 60 o similar, utilizando como refuerzo principal de todos los miembros de la estructura en concreto reforzado.

b.- Acero tipo A-37 de Paz del Río o similar en propiedades físicas y mecánicas, utilizado normalmente en estribos o flejes.

c.- Las varillas de acero deberán ser dobladas y figuradas en frío y de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por la interventoría para acomodarse a las dimensiones y formas indicadas en los planos; este acero es llevado de la planta del distribuidor (Ferretería Aldia) de Girón a la obra y puestas en el sitio.

d.- El diámetro interior para el doblamiento de las barras del refuerzo principal debe tener los valores mínimos contemplados en el CODIGO DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTE. El acero de alta resistencia no se permitirá enderezar los doblajes ya ejecutados.

e.- Los empalmes de varillas paralelas, sometidas a esfuerzo de tracción en el mismo elemento estructural, deberán ser alternados, mientras sea posible. Los empalmes por traslapo deben tener una longitud mínima de cuarenta (40) diámetros.

f.- El recubrimiento de las varillas en superficies que no han de quedar expuestas a la intemperie en contacto con el suelo: 3.5cm.

### **9.3 VIGAS DE CIMENTACION EN CONCRETO**

Durante el proceso de construcción de las vigas de amarre, se fundirán los cimientos y vigas de cimentación en concreto reforzado directamente contra las paredes verticales de la excavación sí desde el punto de vista del Interventor esto no representa una disminución de la calidad del trabajo o mayor cantidad de obra. En caso contrario, las excavaciones para este tipo de estructura deberán tener el ancho que permita la

colocación y retiro de las formaletas. Las dimensiones, los refuerzos y demás detalles para los cimientos y vigas de cimentación son los consignados en los planos correspondientes, y/o los indicados por el Interventor.

#### **9.4 ESTRUCTURA**

El sistema estructural de Vicenza comprende un pórtico formado por columnas, vigas y una placa de entrepiso armada con lámina colaborante o Corpalosa. (Sistema que posteriormente se describirá más detalladamente). Los parqueaderos además comprenden muros de contención en concreto reforzado y pantallas de espesores no mayores a 30cm.



**Figura # 27: Placas de entrepiso armadas con Lámina Colaborante o Corpalosa.**

Son múltiples las ventajas que ofrece este sistema constructivo; ya que aparte de su alto rendimiento en la ejecución de la obra y facilidad de armado, genera un significativo ahorro de tiempo y dinero.

## **10 SISTEMA ESTRUCTURAL DE PLACAS DE ENTREPISO ARMADAS CON LÁMINA COLABORANTE O CORPALOSA**

Las placas armadas con lámina colaborante o Corpalosa forman parte del sistema constructivo conocido mundialmente como Steel Deck. Este sistema estructural permite fundir losas más delgadas, trayendo consigo velocidad de trabajo en la ejecución de la obra, facilidad de instalación, ahorro en concreto y excelente resistencia estructural.

### **10.1 CARACTERÍSTICAS**

En esta placa de entrepiso el elemento principal es la Lámina Colaborante o Corpalosa, quien deberá cumplir dos funciones estructurales:

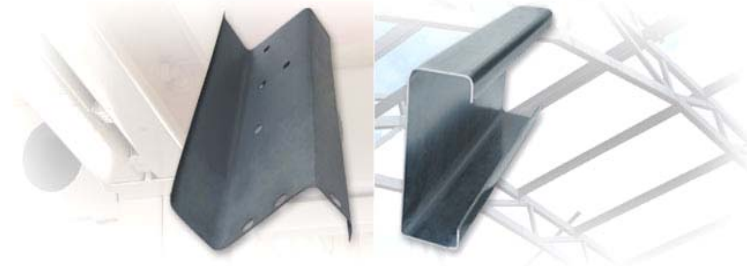
1. Servir de base de apoyo para el vaciado del concreto; en este caso la Corpalosa deberá resistir la totalidad de los esfuerzos producidos por el peso del concreto.
2. Aportar como refuerzo de acero para resistir flexiones positivas producidas en la losa, actuando como una sección compuesta.

El acero utilizado en estas placas de entrepiso consiste en Láminas de acero dobladas en frío, sometidas a un proceso de galvanizado como recubrimiento de protección. Este acero tiene un refuerzo de fluencia mínimo de  $300\text{MPa}=43.4\text{Ksi}$ , con un modulo de elasticidad de  $2 \cdot 10^6 \text{Kg/cm}^2$ . Además cumple con los requerimientos de calidad que exigen las normas del Steel Deck Institute (USA), el ASTM A653 y ASTM A611.

## 10.2 MATERIALES USADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PLACAS ARMADAS CON LÁMINA COLABORANTE O CORPALOSA

### 10.2.1 Perlínes

Son perfiles estructurales formados en frío en forma de C y/o Z, en acabado negro o galvanizado, cortados a la medida o modulados (máximo 12m de longitud), con altura desde 2 ½" hasta 14", en calibres desde 22 (0.75mm) hasta 11 (3mm).



#### Perlínes en C y Z



**Figura # 28: Perlín en C**

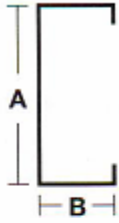


**Figura # 29: Perlín en Z**

En la tabla que a continuación se muestra se pueden observar las especificaciones generales de los dos tipos de perfiles. Estos vienen referenciados según su altura, su calibre y si son en Acero Galvanizado o Acero Negro.

## ESPECIFICACIONES GENERALES

PERFIL EN C



PERFIL EN Z



CALIBRES	ACABADOS
Cal. 18 (1.2 mm)	Negro (N) o Galvanizado (G)
Cal. 16 (1.5 mm)	
Cal. 14 (2 mm)	
Cal. 12 (2.5 mm)	
Cal. 11 (3 mm)	

		(A) Altura Perfil	(B) Ancho de Ala
<b>P</b>	<b>P 10 14 G</b> Perfil en C de 10 pulgadas de Altura (A), 2, 1/2" de Ala (B), formado en lámina Calibre 14 (2 mm) en Acero Galvanizado	<b>14</b>	14"
		<b>12</b>	12"
		<b>10</b>	10"
		<b>8</b>	8"
		<b>6</b>	6"
<b>P</b>	<b>P 100 18 N</b> Perfil en C de 100 mm de Altura (A), 50 mm de Ala (B), formado en lámina Calibre 18 (1.2 mm) en Acero Negro	<b>150</b>	150 mm
		<b>125</b>	125 mm
		<b>100</b>	100 mm
		<b>75</b>	75 mm
		<b>60</b>	60 mm
<b>P3</b>	<b>P3 10 14 G</b> Perfil en C de 10 pulgadas de Altura (A), 3" de Ala (B), formado en lámina Calibre 14 (2 mm) en Acero Galvanizado	<b>14</b>	14"
		<b>12</b>	12"
		<b>10</b>	10"
		<b>8</b>	8"
		<b>6</b>	6"
<b>Z</b>	<b>Z 10 14 G</b> Perfil en Z de 10 pulgadas de Altura (A), 2, 1/2" de Ala (B), formado en lámina Calibre 14 (2 mm) en Acero Galvanizado	<b>14</b>	14"
		<b>12</b>	12"
		<b>10</b>	10"
		<b>8</b>	8"
		<b>6</b>	6"
<b>Z3</b>	<b>Z3 10 14 G</b> Perfil en Z de 10 pulgadas de Altura (A), 3" de Ala (B), formado en lámina Calibre 14 (2 mm) en Acero Galvanizado	<b>14</b>	14"
		<b>12</b>	12"
		<b>10</b>	10"
		<b>8</b>	8"
		<b>6</b>	6"

**Tabla # 1: Especificaciones Generales Perlines en C y en Z.**

### Lectura de referencias (en pulgadas)

#### **P 10 14 N**

P: Perfil en C.

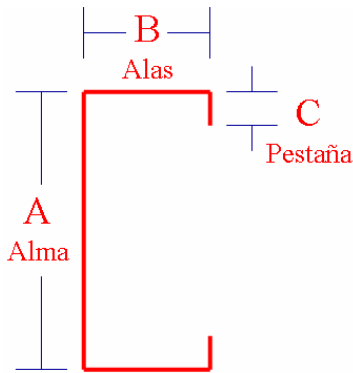
10: Alma del perfil en pulgadas.

14: Calibre de la lámina del perfil.

N: Acero Negro.

## PERLINES EN C

Donde **A**: Alma del perfil.  
**B**: Ala del perfil.  
**C**: Pestaña del perfil.



Pulgadas	<b>A</b>	<b>B</b>
14"	355mm	2.5" 63.5mm
12"	305mm	
10"	254mm	
8"	203mm	
6"	152mm	

### Lectura de referencias (en mm)

#### **P 100 16 G**

P: Perfil en C.

100: Alma del perfil en milímetros.

16: Calibre de la lámina del perfil.

G: Acero Galvanizado.

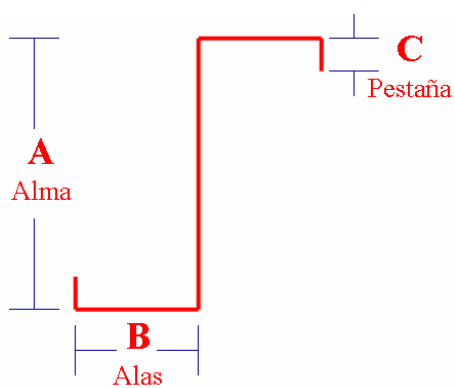
Los perfiles en C al enfrentarlos, se utilizan para armar perlines Cajón; pues estos pueden soportar losas más pesadas debido a su gran rigidez y centro de gravedad.

## PERLINES EN Z

Donde **A**: Alma del perfil.

**B**: Ala del perfil.

**C**: Pestaña del perfil.



Pulgadas	<b>A</b>		<b>B</b>
12"	305mm	2.5"	63.5mm
10"	254mm	3"	76.4mm
8"	203mm		
6"	152mm		

## Lectura de referencias

### Z 10 14 G

Z: Perfil en Z de 2.5" de Ala.

10: Alma del perfil en pulgadas.

14: Calibre de la lámina del perfil.

G: Acero Galvanizado.

### Z3 10 14 G

Z3: Perfil en Z de 3" de Ala.

10: Alma del perfil en pulgadas.

14: Calibre de la lámina del perfil.

G: Acero Galvanizado.

### 10.2.1.1 Propiedades de flexión de los perfiles



Figura # 30: Grafico Momento Crítico Resistente Vs Longitud no soportada Lateralmente ( $L_b$ ).

$\Phi M_{nx}$ : Momento máximo resistente a flexión.

$\Phi M_{nr}$ : Momento crítico elástico por pandeo lateral torsional.

$L_u$ : Límite de longitud no arriostrada lateralmente para desarrollar momento máximo resistente.

$L_r$ : Límite de longitud no arriostrada lateralmente para pandeo inelástico torsional.



Figura #31: Propiedades Flexión Perlin Z. Figura #32: Propiedades Flexión Perlin C.

Esta tabla describe las propiedades de flexión de los dos tipos de perfiles; perlines sección C y perlines sección Z.

Tabla # 2: Propiedades de Flexión, Perlines C y Z.

DESIGNACIÓN	f Mnx (Ton-m)	f Mnr (Ton-m)	f Mny (Ton-m)	Lu (m)	Lr (m)
P-150-12	0.623	0.365	0.144	1.45	3.25
P-150-14	0.511	0.300	0.118	1.40	3.12
P-150-16	0.393	0.230	0.090	1.31	2.94
P-150-18	0.309	0.187	0.072	1.25	2.79
P-150-20	0.215	0.142	0.053	1.16	2.60
P-125-12	0.484	0.284	0.143	1.48	3.31
P-125-14	0.398	0.234	0.117	1.42	3.19
P-125-16	0.307	0.180	0.089	1.34	3.01
P-125-18	0.242	0.146	0.072	1.28	2.86
P-125-20	0.169	0.111	0.053	1.20	2.67
P-100-12	0.357	0.210	0.140	1.48	3.31
P-100-14	0.295	0.173	0.116	1.45	3.24
P-100-16	0.228	0.134	0.089	1.38	3.07
P-100-18	0.179	0.109	0.071	1.31	2.93
P-100-20	0.125	0.083	0.053	1.23	2.75
P-100-22	0.099	0.070	0.044	1.18	2.64
P-75-16	0.141	0.083	0.064	1.25	2.81
P-75-18	0.116	0.068	0.052	1.21	2.70
P-75-20	0.082	0.052	0.039	1.14	2.55
P-75-22	0.064	0.044	0.032	1.10	2.45
P-60-16	0.076	0.044	0.027	0.87	1.95
P-60-18	0.062	0.037	0.023	0.85	1.91
P-60-20	0.048	0.028	0.017	0.81	1.82
P-60-22	0.041	0.024	0.014	0.78	1.75

DESIGNACIÓN	f Mnx (Ton-m)	f Mnr (Ton-m)	f Mny (Ton-m)	Lu (m)	Lr (m)
P-14-11	2.846	1.670	0.240	1.60	3.57
P-14-12	2.407	1.412	0.204	1.55	3.46
P-14-14	1.954	1.146	0.165	1.48	3.30
P-14-16	1.223	0.872	0.124	1.38	3.09
P-12-11	2.270	1.331	0.239	1.65	3.68
P-12-12	1.922	1.127	0.203	1.59	3.56
P-12-14	1.562	0.916	0.165	1.52	3.40
P-12-16	1.062	0.698	0.124	1.43	3.19
P-12-18	0.743	0.564	0.098	1.35	3.03
P-10-11	1.747	1.025	0.238	1.70	3.80
P-10-12	1.482	0.869	0.203	1.65	3.68
P-10-14	1.206	0.707	0.164	1.57	3.52
P-10-16	0.892	0.540	0.124	1.48	3.30
P-10-18	0.625	0.436	0.098	1.40	3.13
P-8-11	1.278	0.750	0.237	1.75	3.92
P-8-12	1.086	0.637	0.202	1.70	3.80
P-8-14	0.886	0.520	0.164	1.63	3.64
P-8-16	0.655	0.397	0.123	1.53	3.42
P-8-18	0.508	0.322	0.098	1.45	3.25
P-6-11	0.863	0.506	0.235	1.80	4.03
P-6-12	0.736	0.432	0.200	1.76	3.93
P-6-14	0.602	0.353	0.163	1.69	3.77
P-6-16	0.445	0.271	0.123	1.59	3.55
P-6-18	0.345	0.219	0.098	1.51	3.38
P-6-20	0.229	0.167	0.072	1.42	3.18

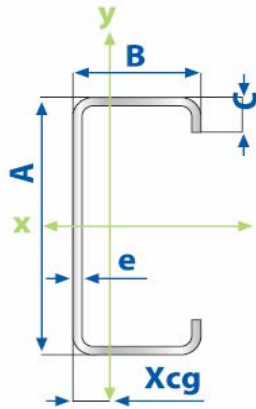
DESIGNACIÓN	f Mnx (Ton-m)	f Mnr (Ton-m)	f Mny (Ton-m)	Lu (m)	Lr (m)
Z-12-11	2.484	1.450	0.287	1.45	3.45
Z-12-12	2.092	1.222	0.242	1.46	3.18
Z-12-14	1.677	0.988	0.192	1.47	2.88
Z-12-16	1.060	0.749	0.133	1.49	2.55
Z-12-18	0.779	0.603	0.098	1.48	2.27
Z-10-11	1.919	1.120	0.287	1.51	3.15
Z-10-12	1.618	0.945	0.242	1.51	2.90
Z-10-14	1.298	0.765	0.192	1.52	2.63
Z-10-16	0.896	0.580	0.133	1.55	2.33
Z-10-18	0.648	0.468	0.098	1.53	2.07
Z-8-11	1.411	0.823	0.287	1.58	2.82
Z-8-12	1.191	0.695	0.242	1.58	2.60
Z-8-14	0.957	0.564	0.192	1.59	2.35
Z-8-16	0.674	0.429	0.133	1.61	2.08
Z-8-18	0.523	0.346	0.097	1.59	1.85
Z-6-11	0.909	0.559	0.271	1.66	2.44
Z-6-12	0.812	0.473	0.242	1.66	2.25
Z-6-14	0.654	0.385	0.192	1.66	2.03
Z-6-16	0.458	0.293	0.132	1.68	1.80
Z-6-18	0.365	0.237	0.097	1.67	1.60
Z-6-20	0.260	0.180	0.050	1.66	1.39

DESIGNACIÓN	f Mnx (Ton-m)	f Mnr (Ton-m)	f Mny (Ton-m)	Lu (m)	Lr (m)
Z3-12-11	2.590	1.596	0.364	1.73	3.88
Z3-12-12	2.099	1.344	0.278	1.76	3.94
Z3-12-14	1.602	1.086	0.212	1.78	3.97
Z3-12-16	1.027	0.823	0.142	1.77	3.97
Z3-12-18	0.747	0.662	0.094	1.76	3.94
Z3-10-11	2.014	1.241	0.364	1.80	4.01
Z3-10-12	1.631	1.046	0.278	1.82	4.07
Z3-10-14	1.240	0.846	0.212	1.84	4.11
Z3-10-16	0.863	0.642	0.142	1.83	4.10
Z3-10-18	0.619	0.517	0.093	1.82	4.07
Z3-8-11	1.493	0.919	0.364	1.87	4.17
Z3-8-12	1.208	0.776	0.277	1.89	4.23
Z3-8-14	0.915	0.629	0.211	1.91	4.26
Z3-8-16	0.665	0.478	0.141	1.90	4.25
Z3-8-18	0.497	0.385	0.093	1.89	4.22
Z3-6-11	1.080	0.630	0.380	1.95	4.36
Z3-6-12	0.830	0.533	0.276	1.98	4.42
Z3-6-14	0.626	0.433	0.210	1.99	4.45
Z3-6-16	0.453	0.330	0.140	1.98	4.43
Z3-6-18	0.356	0.266	0.092	1.97	4.40

Tabla # 3: Propiedades Físicas y Geométricas de los Perlines en C.

PROPIEDADES FÍSICAS Y GEOMÉTRICAS PERLIN C EN MILÍMETROS

DESIGNACIÓN	CALIBRE	e (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	PESO NEGRO (kg/ml)	PESO GALV. (kg/ml)	ÁREA EFEC. X (cm <sup>2</sup> )	Xcg (cm)	J (cm <sup>4</sup> )	Cw (cm <sup>6</sup> )	MOMENTO DE INERCIA (cm <sup>4</sup> )		MÓDULO DE SECCIÓN (cm <sup>3</sup> )		RADIO DE GIRO (cm)	
												Ix	Iy	Sx	Sy	Rx	Ry
P-150-12	12	2.50	150	50,00	20,00	5.33	5.38	6.81	1.71	0.142	1181.83	224.61	21.56	29.95	6.55	5.74	1.88
P-150-14	14	2.00	150	50,00	20,00	4.28	4.33	5.52	1.84	0.074	984.25	184.24	16.95	24.57	5.37	5.78	1.93
P-150-16	16	1.50	150	50,00	20,00	3.23	3.28	4.19	2.03	0.031	768.20	141.63	12.14	18.88	4.08	5.81	1.96
P-150-18	18	1.20	150	50,00	20,00	2.59	2.64	3.34	2.17	0.016	629.33	112.84	9.24	14.87	3.27	5.82	1.97
P-150-20	20	0.90	150	50,00	20,00	2.00	2.05	2.43	2.35	0.007	483.28	81.25	6.44	10.36	2.43	5.78	1.97
P-125-12	12	2.50	125	50,00	20,00	4.84	4.88	6.18	1.75	0.129	819.20	145.59	21.10	23.29	6.50	4.85	1.89
P-125-14	14	2.00	125	50,00	20,00	3.89	3.94	5.02	1.88	0.067	683.82	119.72	16.68	19.16	5.34	4.88	1.93
P-125-16	16	1.50	125	50,00	20,00	2.94	2.98	3.82	2.05	0.029	534.93	92.25	12.00	14.76	4.07	4.92	1.96
P-125-18	18	1.20	125	50,00	20,00	2.36	2.40	3.04	2.19	0.015	438.83	73.55	9.16	11.62	3.26	4.92	1.97
P-125-20	20	0.90	125	50,00	20,00	1.82	1.87	2.22	2.36	0.006	337.44	53.09	6.40	8.13	2.43	4.89	1.97
P-100-12	12	2.50	100	50,00	20,00	4.35	4.43	5.56	1.86	0.116	537.27	85.91	20.09	17.18	6.40	3.93	1.90
P-100-14	14	2.00	100	50,00	20,00	3.50	3.54	4.52	1.93	0.060	449.94	70.88	16.24	14.18	5.29	3.96	1.93
P-100-16	16	1.50	100	50,00	20,00	2.64	2.68	3.44	2.09	0.026	353.11	54.79	11.78	10.96	4.04	3.99	1.96
P-100-18	18	1.20	100	50,00	20,00	2.12	2.16	2.74	2.21	0.013	290.23	43.74	9.04	8.63	3.24	4.00	1.97
P-100-20	20	0.90	100	50,00	20,00	1.64	1.69	2.00	2.38	0.006	223.60	31.50	6.34	6.00	2.42	3.97	1.96
P-100-22	22	0.75	100	50,00	20,00	1.38	1.42	1.64	2.47	0.003	188.84	25.45	5.04	4.74	2.00	3.94	1.95
P-75-16	16	1.50	75	45,00	15,00	2.11	2.14	2.77	1.78	0.021	121.82	25.47	7.91	6.79	2.91	3.03	1.72
P-75-18	18	1.20	75	45,00	15,00	1.70	1.73	2.24	1.88	0.011	100.73	20.83	6.16	5.56	2.35	3.05	1.74
P-75-20	20	0.90	75	45,00	15,00	1.32	1.36	1.64	2.02	0.005	78.07	15.22	4.38	3.93	1.76	3.04	1.74
P-75-22	22	0.75	75	45,00	15,00	1.11	1.15	1.34	2.10	0.003	66.13	12.30	3.50	3.10	1.46	3.03	1.74
P-60-16	16	1.50	60	30,00	10,00	1.46	1.49	1.94	1.08	0.015	20.85	10.92	2.40	3.64	1.24	2.37	1.11
P-60-18	18	1.20	60	30,00	10,00	1.18	1.20	1.58	1.10	0.008	17.48	9.01	1.95	3.00	1.03	2.39	1.13
P-60-20	20	0.90	60	30,00	10,00	0.94	0.96	1.20	1.19	0.003	13.74	6.97	1.42	2.32	0.79	2.41	1.15
P-60-22	22	0.75	60	30,00	10,00	0.79	0.81	1.01	1.26	0.002	11.71	5.89	1.15	1.96	0.66	2.42	1.16



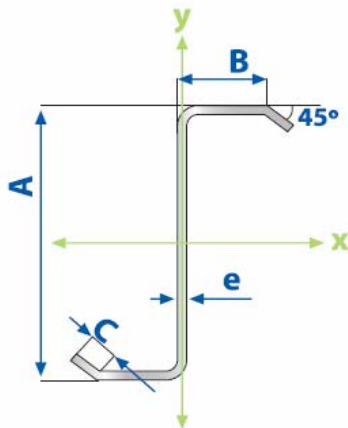
PROPIEDADES FÍSICAS Y GEOMÉTRICAS PERLIN C EN PULGADAS

DESIGNACIÓN	CALIBRE	e (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	PESO NEGRO (kg/ml)	PESO GALV. (kg/ml)	ÁREA EFEC. X (cm <sup>2</sup> )	Xcg (cm)	J (cm <sup>4</sup> )	Cw (cm <sup>6</sup> )	MOMENTO DE INERCIA (cm <sup>4</sup> )		MÓDULO DE SECCIÓN (cm <sup>3</sup> )		RADIO DE GIRO (cm)	
												Ix	Iy	Sx	Sy	Rx	Ry
P-14-11	11	3.00	355.6	63.5	19.05	11.73	11.82	14.99	1.93	0.450	15463.57	2434.00	48.28	136.90	10.92	12.74	2.28
P-14-12	12	2.50	355.6	63.5	19.05	9.77	9.87	12.58	2.09	0.262	13260.86	2058.45	39.52	115.77	9.28	12.79	2.34
P-14-14	14	2.00	355.6	63.5	19.05	7.82	7.92	10.13	2.29	0.135	10914.54	1670.93	30.51	93.98	7.52	12.84	2.40
P-14-16	16	1.50	355.6	63.5	19.05	5.87	5.94	6.65	2.54	0.057	8420.01	1138.55	21.50	58.82	5.65	13.08	2.43
P-12-11	11	3.00	304.8	63.5	19.05	10.52	10.64	13.46	1.95	0.404	10911.13	1663.67	47.97	109.16	10.90	11.12	2.29
P-12-12	12	2.50	304.8	63.5	19.05	8.77	8.87	11.31	2.11	0.236	9363.78	1408.79	39.31	92.44	9.26	11.16	2.35
P-12-14	14	2.00	304.8	63.5	19.05	7.02	7.11	9.12	2.30	0.122	7712.66	1145.03	30.38	75.13	7.50	11.21	2.40
P-12-16	16	1.50	304.8	63.5	19.05	5.26	5.36	6.40	2.55	0.052	5954.31	817.77	21.43	51.09	5.64	11.31	2.43
P-12-18	18	1.20	304.8	63.5	19.05	4.21	4.3	4.64	2.73	0.027	4846.35	607.97	16.21	35.75	4.48	11.45	2.44
P-10-11	11	3.00	254	63.5	19.05	9.34	9.43	11.94	1.98	0.358	7243.11	1067.05	47.51	84.02	10.86	8.45	2.29
P-10-12	12	2.50	254	63.5	19.05	7.78	7.86	10.04	2.13	0.209	6222.76	905.04	38.99	71.26	9.23	9.50	2.35
P-10-14	14	2.00	254	63.5	19.05	6.22	6.31	8.10	2.32	0.108	5131.12	736.75	30.18	58.01	7.49	9.54	2.40
P-10-16	16	1.50	254	63.5	19.05	4.67	4.75	6.05	2.56	0.046	3965.65	551.28	21.33	42.90	5.63	9.54	2.43
P-10-18	18	1.20	254	63.5	19.05	3.73	3.88	4.43	2.74	0.024	3229.85	410.79	16.15	30.06	4.48	9.63	2.44
P-8-11	11	3.00	203.2	63.5	19.05	8.14	8.22	10.42	2.02	0.312	4418.01	624.49	46.77	61.47	10.80	7.74	2.30
P-8-12	12	2.50	203.2	63.5	19.05	6.78	6.85	8.77	2.16	0.183	3802.20	530.80	38.50	52.24	9.19	7.78	2.35
P-8-14	14	2.00	203.2	63.5	19.05	5.42	5.5	7.08	2.34	0.094	3140.59	432.99	29.88	42.62	7.46	7.82	2.40
P-8-16	16	1.50	203.2	63.5	19.05	4.07	4.14	5.29	2.58	0.040	2431.41	324.33	21.17	31.51	5.61	7.83	2.43
P-8-18	18	1.20	203.2	63.5	19.05	3.25	3.33	4.19	2.75	0.021	1982.31	255.46	16.06	24.44	4.47	7.81	2.44
P-6-11	11	3.00	152.4	63.5	19.05	6.94	7.00	8.89	2.10	0.267	2380.93	316.32	45.42	41.51	10.69	5.96	2.32
P-6-12	12	2.50	152.4	63.5	19.05	5.78	5.84	7.50	2.23	0.156	2055.09	269.68	37.60	35.39	9.12	6.00	2.36
P-6-14	14	2.00	152.4	63.5	19.05	4.63	4.69	6.07	2.39	0.081	1702.46	220.64	29.35	28.96	7.41	6.03	2.40
P-6-16	16	1.50	152.4	63.5	19.05	3.47	3.53	4.53	2.61	0.035	1321.86	165.62	20.90	21.41	5.59	6.05	2.43
P-6-18	18	1.20	152.4	63.5	19.05	2.94	3.02	3.59	2.78	0.018	1079.57	130.42	15.90	16.59	4.45	6.03	2.44
P-6-20	20	0.90	152.4	63.5	19.05	2.19	2.31	2.55	2.98	0.008	826.52	91.38	11.09	11.04	3.29	5.99	2.42

Tabla # 4: Propiedades Físicas y Geométricas de los Perlines en Z.

**PROPIEDADES FÍSICAS Y GEOMÉTRICAS PERLIN Z (B=2 1/2")**

DESIGNACIÓN	CALIBRE	e (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	PESO NEGRO (kg/ml)	PESO GALV. (kg/ml)	ÁREA EFEC. X (cm <sup>2</sup> )	J (cm <sup>4</sup> )	Cw (cm <sup>6</sup> )	MOMENTO DE INERCIA		MÓDULO DE SECCIÓN		RADIO DE GIRO	
											Ix(cm <sup>4</sup> )	Iy(cm <sup>4</sup> )	Sx(cm <sup>3</sup> )	Sy(cm <sup>3</sup> )	Rx(cm)	Ry(cm)
Z-12-11	11	3,00	304,80	63,50	19,05	10,52	10,64	13,69	0,411	17128,69	1724,71	98,57	113,17	13,06	11,22	2,68
Z-12-12	12	2,50	304,80	63,50	19,05	8,77	8,87	11,47	0,239	14557,97	1452,56	83,52	95,31	11,03	11,26	2,70
Z-12-14	14	2,00	304,80	63,50	19,05	7,02	7,11	9,19	0,123	11876,97	1168,54	66,79	76,42	8,76	11,28	2,70
Z-12-16	16	1,50	304,80	63,50	19,05	5,26	5,36	6,17	0,052	9083,21	798,23	47,13	48,31	6,08	11,37	2,63
Z-12-18	18	1,20	304,80	63,50	19,05	4,21	4,3	4,56	0,027	7351,79	612,83	34,82	35,51	4,46	11,60	2,53
Z-10-11	11	3,00	254,00	63,50	19,05	9,34	9,43	12,17	0,365	11443,17	1110,44	98,56	87,44	13,06	9,55	2,85
Z-10-12	12	2,50	254,00	63,50	19,05	7,78	7,86	10,20	0,212	9732,44	936,30	83,52	73,72	11,03	9,58	2,86
Z-10-14	14	2,00	254,00	63,50	19,05	6,22	6,31	8,17	0,109	7945,56	754,03	66,79	59,15	8,76	9,61	2,86
Z-10-16	16	1,50	254,00	63,50	19,05	4,67	4,75	5,89	0,046	6080,72	540,77	47,14	40,83	6,07	9,58	2,79
Z-10-18	18	1,20	254,00	63,50	19,05	3,73	3,88	4,35	0,024	4923,64	410,45	34,84	29,53	4,45	9,71	2,68
Z-8-11	11	3,00	203,20	63,50	19,05	8,14	8,22	10,64	0,319	6960,51	653,16	98,55	64,29	13,06	7,83	3,04
Z-8-12	12	2,50	203,20	63,50	19,05	6,78	6,85	8,93	0,186	5926,31	551,59	83,51	54,29	11,03	7,86	3,06
Z-8-14	14	2,00	203,20	63,50	19,05	5,42	5,5	7,15	0,096	4843,44	444,92	66,78	43,61	8,75	7,89	3,06
Z-8-16	16	1,50	203,20	63,50	19,05	4,07	4,14	5,23	0,041	3710,64	323,04	47,15	30,69	6,06	7,86	2,98
Z-8-18	18	1,20	203,20	63,50	19,05	3,25	3,33	4,11	0,021	3006,48	254,50	34,87	23,85	4,43	7,87	2,87
Z-6-11	11	3,00	152,40	63,50	19,05	6,94	7,00	9,12	0,274	3654,28	333,23	98,54	43,73	13,06	6,04	3,29
Z-6-12	12	2,50	152,40	63,50	19,05	5,78	5,84	7,66	0,160	3117,15	282,06	83,50	37,02	11,03	6,07	3,30
Z-6-14	14	2,00	152,40	63,50	19,05	4,63	4,69	6,14	0,082	2552,31	228,11	66,78	29,79	8,75	6,10	3,30
Z-6-16	16	1,50	152,40	63,50	19,05	3,47	3,53	4,47	0,035	1958,99	165,73	47,17	20,88	6,04	6,09	3,22
Z-6-18	18	1,20	152,40	63,50	19,05	2,94	3,02	3,59	0,018	1588,99	132,14	34,90	16,62	4,42	6,07	3,11
Z-6-20	20	0,90	152,40	63,50	19,05	2,19	2,31	2,61	0,010	1208,27	95,47	19,28	11,07	2,35	6,04	2,35

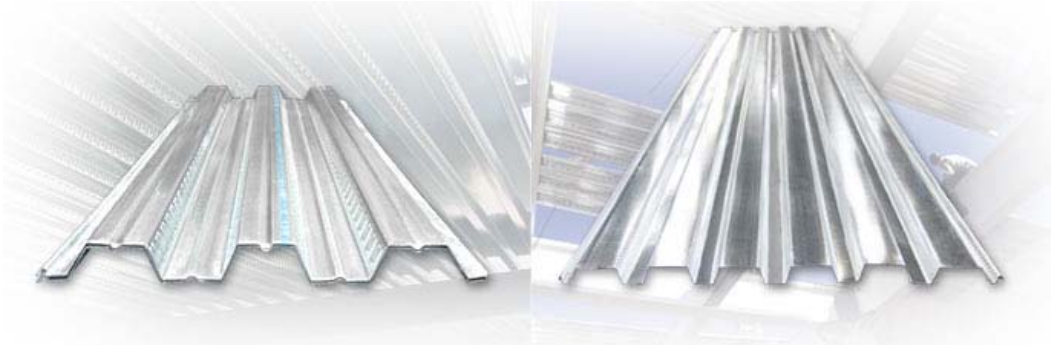


**PROPIEDADES FÍSICAS Y GEOMÉTRICAS PERLIN Z (B=3")**

DESIGNACIÓN	CALIBRE	e (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	PESO NEGRO (kg/ml)	PESO GALV. (kg/ml)	ÁREA EFEC. X (cm <sup>2</sup> )	J (cm <sup>4</sup> )	Cw (cm <sup>6</sup> )	MOMENTO DE INERCIA		MÓDULO DE SECCIÓN		RADIO DE GIRO	
											Ix(cm <sup>4</sup> )	Iy(cm <sup>4</sup> )	Sx(cm <sup>3</sup> )	Sy(cm <sup>3</sup> )	Rx(cm)	Ry(cm)
Z3-12-11	11	3,00	304,8	76,20	19,05	11,08	11,26	14,45	0,434	25950,15	1898,23	154,51	124,56	17,52	11,46	3,27
Z3-12-12	12	2,50	304,8	76,20	19,05	9,31	9,50	11,91	0,252	22005,42	1562,27	120,10	100,96	13,38	11,45	3,18
Z3-12-14	14	2,00	304,8	76,20	19,05	7,52	7,70	9,38	0,130	17912,60	1217,50	92,71	77,06	10,21	11,39	3,12
Z3-12-16	16	1,50	304,8	76,20	19,05	5,69	5,87	6,29	0,055	13668,69	838,73	63,03	49,40	6,84	11,54	2,99
Z3-12-18	18	1,20	304,8	76,20	19,05	4,57	4,75	4,62	0,028	11048,57	639,52	42,13	35,94	4,51	11,76	2,74
Z3-10-11	11	3,00	254	76,20	19,05	9,88	10,05	12,93	0,388	17270,42	1230,46	154,49	96,89	17,52	9,76	3,46
Z3-10-12	12	2,50	254	76,20	19,05	8,32	8,48	10,64	0,226	14655,61	1013,31	120,07	78,45	13,35	9,76	3,36
Z3-10-14	14	2,00	254	76,20	19,05	6,72	6,88	8,36	0,116	11938,30	788,77	92,66	59,67	10,18	9,71	3,31
Z3-10-16	16	1,50	254	76,20	19,05	5,09	5,25	6,01	0,049	9116,33	568,19	63,05	41,52	6,82	9,72	3,16
Z3-10-18	18	1,20	254	76,20	19,05	4,09	4,26	4,42	0,025	7371,98	428,62	42,14	29,75	4,48	9,85	2,90
Z3-8-11	11	3,00	203,2	76,20	19,05	8,69	8,83	11,41	0,342	10457,80	729,52	154,48	71,80	17,52	8,00	3,68
Z3-8-12	12	2,50	203,2	76,20	19,05	7,32	7,47	9,37	0,199	8884,35	601,66	120,03	58,10	13,32	8,01	3,58
Z3-8-14	14	2,00	203,2	76,20	19,05	5,92	6,07	7,34	0,103	7245,15	467,90	92,59	44,01	10,14	7,98	3,52
Z3-8-16	16	1,50	203,2	76,20	19,05	4,49	4,63	5,46	0,044	5538,67	345,26	63,07	31,99	6,79	7,95	3,37
Z3-8-18	18	1,20	203,2	76,20	19,05	3,61	3,76	4,18	0,022	4481,84	265,94	42,16	23,88	4,45	7,97	3,10
Z3-6-11	11	3,00	152,4	76,20	19,05	7,66	7,74	9,88	0,290	5461,81	375,75	154,47	49,31	17,52	6,17	3,95
Z3-6-12	12	2,50	152,4	76,20	19,05	6,32	6,45	8,10	0,173	4648,96	310,93	119,98	39,93	13,27	6,19	3,85
Z3-6-14	14	2,00	152,4	76,20	19,05	5,12	5,25	6,33	0,089	3798,44	241,75	92,51	30,12	10,08	6,18	3,79
Z3-6-16	16	1,50	152,4	76,20	19,05	3,89	4,02	4,70	0,038	2909,29	178,15	63,10	21,81	6,75	6,16	3,63
Z3-6-18	18	1,20	152,4	76,20	19,05	3,14	3,26	3,74	0,019	2356,84	140,85	42,18	17,11	4,42	6,13	3,34

## 10.2.2 Lamina colaborante o corpalosa

Es una lámina de perfil trapezoidal de acero galvanizado formada en frío con la rigidez estructural necesaria para ser utilizada como formaleta y refuerzo estructural de losas de entrepiso, disponibles en calibres desde 22 a 16, cortadas a medida hasta 12m.



Estas láminas se fabrican de bobinas de acero estructural galvanizadas mediante el proceso de perfilado continuo (Roll Forming) adquiriendo características estructurales que cumplen con las exigencias del proceso constructivo.

### 10.2.2.1 Proceso de Galvanizado

El proceso de Galvanizado es una fase de gran importancia en el tratamiento de los aceros estructurales. Provee de un recubrimiento a base de zinc fundido mediante un baño caliente, el cual proporciona protección ante el ataque del medio ambiente. Este proceso consta de las siguientes etapas:

- Una primera etapa de limpieza en la que se retira la capa de protección antioxidante que poseen las bobinas de acero.

- Una segunda fase de limpieza con el objeto de eliminar el óxido eventualmente formado en la superficie del acero.
- Una etapa de precalentamiento en la cual se eleva la temperatura de la lámina de acero antes de someterla al baño de zinc, con el fin de evitar el choque térmico.
- El baño de zinc se efectúa introduciendo la lámina en un depósito que contiene zinc fundido.
- Al salir del baño de zinc las láminas de acero son sometidas a una corriente de aire frío con el objeto de evitar imperfecciones durante el baño y posteriormente, a un tratamiento químico con el fin de evitar la formación de óxido blanco.
- Finalmente, se realiza una prueba química para comprobar el espesor del recubrimiento de zinc y la calidad del proceso de galvanizado.

#### **10.2.2.2 Proceso de Rolado o Perfilado**

La lámina de acero es doblada a partir de bobinas de 1200mm de ancho, hasta conseguir la geometría especificada y requerida para el diseño. El peralte final para los dos tipos de lámina son de 1.5" (3.81cm) y 3" (7.62cm) respectivamente. Finalmente el ancho de las piezas dobladas es igual a 90cm (900mm). El proceso de formación de la lámina incluye también un tratamiento en su superficie diseñado con el fin de proporcionar adherencia mecánica entre el concreto de la losa y la lámina de acero. Las láminas son cortadas en longitudes de acuerdo a las medidas solicitadas en función de sus necesidades y para su correcta colocación en obra.

### 10.2.2.3 Restricciones y Tolerancia de Longitud

Por motivos de transporte las láminas de acero galvanizado o Corpalosas están restringidas según el Reglamento Nacional de Caminos a la longitud equivalente de la carreta máxima, por la cual las láminas de acero galvanizado no serán mayores a los 12m de longitud.

El ancho efectivo será de  $890\text{mm} \pm 5\text{mm}$ .

El espesor de la lámina nunca será menor que el 95% del espesor de diseño.

### 10.2.2.4 Tipos de Corpalosa

Hay dos tipos de Corpalosa, según la altura del perfil trapezoidal; de 1.5" y de 3".



Figura # 33: Corpalosa de 1.5" (3.81cm).

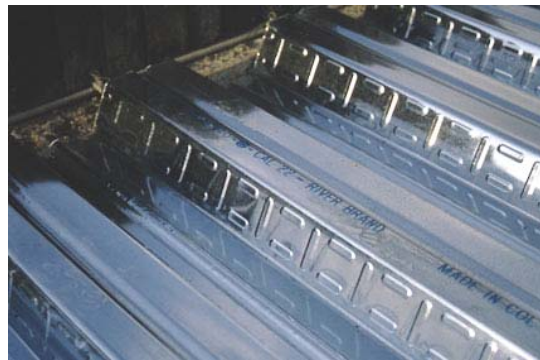


Figura # 34: Corpalosa de 3" (7.62cm).

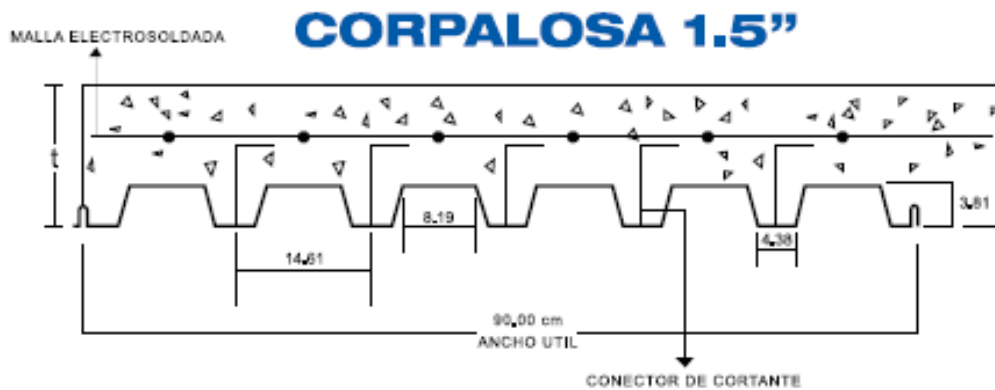


Figura # 35: Detalle Corpalosa 1.5”.

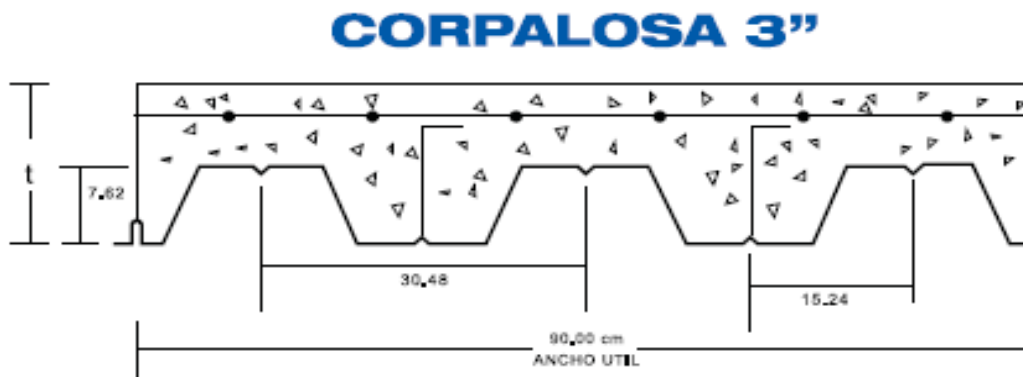


Figura # 36: Detalle Corpalosa 3”.

### 10.2.2.5 Propiedades Físicas y Mecánicas de las Láminas

Tabla # 5: Propiedades Físicas y Mecánicas de las láminas.

CALIBRE	ESPESOR (mm)	CORPALOSA 1.5”				CORPALOSA 3”			
		PESO (Kg/m <sup>2</sup> )	INERCIA (cm <sup>4</sup> /m)	Sn (cm <sup>3</sup> /m)	Sp (cm <sup>3</sup> /m)	PESO (Kg/m <sup>2</sup> )	INERCIA (cm <sup>4</sup> /m)	Sn (cm <sup>3</sup> /m)	Sp (cm <sup>3</sup> /m)
22	0.750	8.69	22.66	9.56	10.00	8.69	106.28	28.1	27.7
20	0.900	10.44	28.54	12.41	12.90	10.44	127.55	33.6	33.3
18	1.200	13.76	39.46	16.93	17.58	13.76	170.10	45.2	44.1
16	1.500	17.28	50.93	21.72	22.09	17.28	212.67	56.8	54.9

A continuación se aprecian unas tablas de Carga sobre impuesta (Kg/m<sup>2</sup>) por tipo de lámina colaborante. Estas se utilizan en el diseño de las placas para calcular el espesor de las losas de entrepiso y el apropiado calibre de la corpalosa; de acuerdo a la luz libre entre apoyos y a la carga sobre impuesta obtengo dichos datos.

**Tabla # 6: Carga sobre impuesta para Corpalosas de 1.5”.**

		<b>CORPALOSA 1.5” CARGA SOBRE IMPUESTA (Kg/m<sup>2</sup>) - CONCRETO 3000 PSI</b>																						
Espesor de losa (cm)	Calibre	MAXIMA LUZ SIN APUNTALAR			LUZ LIBRE ENTRE APOYOS (m)																			
		UNA LUZ	DOS LUCES	TRES O MAS	1.80	1.90	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.30	3.40	3.50	3.60	3.70
9	22	1,55	2,03	2,09	1,399	1,231	1,090	969	866	777	700	632	572	519	472	431	393	359	329	301	276	254	233	214
	20	1,80	2,45	2,50	1,600	1,411	1,252	1,116	999	898	811	734	666	606	553	506	463	425	390	359	330	305	281	259
	18	2,20	2,97	3,01	1,984	1,755	1,561	1,395	1,253	1,130	1,023	929	846	773	708	649	597	550	507	469	434	402	373	346
10	22	1,43	1,90	1,97	1,712	1,504	1,329	1,181	1,054	945	850	766	693	629	572	521	475	434	398	364	334	306	281	258
	20	1,70	2,30	2,35	1,953	1,720	1,524	1,357	1,214	1,090	983	889	806	733	669	611	559	513	471	433	399	367	339	312
	18	2,01	2,75	2,86	2,419	2,136	1,898	1,695	1,521	1,370	1,239	1,125	1,024	934	855	784	721	664	612	566	523	485	449	417
11	22	1,35	1,84	1,86	2,063	1,810	1,598	1,418	1,264	1,131	1,016	916	828	751	682	621	567	518	473	434	397	365	335	307
	20	1,60	2,20	2,24	2,347	2,064	1,826	1,623	1,451	1,302	1,172	1,059	960	873	795	726	665	609	559	514	473	436	402	371
	18	1,96	2,64	2,71	2,898	2,556	2,268	2,023	1,813	1,632	1,475	1,337	1,217	1,110	1,015	931	855	787	726	670	620	574	532	494
12	22	1,30	1,76	1,78	2,456	2,152	1,897	1,681	1,497	1,339	1,202	1,082	978	886	804	732	667	609	557	510	468	429	394	362
	20	1,55	2,03	2,04	2,785	2,445	2,160	1,919	1,712	1,535	1,381	1,247	1,130	1,026	934	853	780	715	656	603	554	511	471	434
	18	1,86	2,56	2,58	3,424	3,016	2,673	2,382	2,133	1,918	1,731	1,569	1,426	1,300	1,188	1,089	1,000	920	848	783	724	670	621	576
13	22	1,18	1,68	1,70	2,895	2,533	2,230	1,974	1,756	1,569	1,407	1,266	1,143	1,035	939	854	779	711	650	595	545	500	459	422
	20	1,46	1,92	1,94	3,270	2,867	2,530	2,245	2,001	1,792	1,611	1,454	1,316	1,194	1,087	992	906	830	762	700	644	593	546	504
	18	1,77	2,37	2,40	4,003	3,521	3,117	2,774	2,481	2,229	2,011	1,820	1,654	1,506	1,376	1,260	1,157	1,064	980	905	836	774	717	666
14	22	1,19	1,61	1,63	3,384	2,957	2,600	2,299	2,043	1,824	1,634	1,470	1,326	1,200	1,088	990	902	823	752	689	631	579	531	488
	20	1,39	1,89	1,92	3,807	3,334	2,938	2,604	2,319	2,075	1,864	1,680	1,520	1,379	1,254	1,143	1,045	956	877	806	741	682	629	580
	18	1,69	2,37	2,41	4,637	4,074	3,602	3,202	2,861	2,568	2,315	2,094	1,901	1,730	1,580	1,446	1,326	1,219	1,123	1,036	958	886	821	762
	16	1,95	2,59	2,65	5,397	4,752	4,209	3,750	3,358	3,020	2,728	2,473	2,250	2,053	1,878	1,723	1,585	1,461	1,349	1,248	1,156	1,073	997	928

**Tabla # 7: Carga sobre impuesta para Corpalosas de 3”.**

		<b>CORPALOSA 3” CARGA SOBRE IMPUESTA (Kg/m<sup>2</sup>) - CONCRETO 3000 PSI</b>														
Espesor de losa (cm)	Calibre	MAXIMA LUZ SIN APUNTALAR			LONGITUD ENTRE APOYOS (m)											
		UNA LUZ	DOS LUCES	TRES O MAS	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	4.00	4.20
12.5	22	2,56	3,38	3,51	1,886	1,484	1,189	966	794	659	551	463	391	331	280	237
	20	2,82	3,69	3,81	2,127	1,681	1,353	1,105	913	762	640	542	461	393	336	288
	18	3,25	4,21	4,39	2,590	2,060	1,668	1,371	1,141	959	813	694	596	514	445	386
	16	3,61	4,75	4,98	3,009	2,403	1,954	1,613	1,348	1,138	969	831	718	622	542	474
13	22	2,41	3,18	3,29	2,044	1,605	1,283	1,040	853	706	588	493	415	350	295	249
	20	2,64	3,47	3,57	2,304	1,817	1,460	1,190	981	817	685	578	490	417	355	303
	18	3,02	4,01	4,15	2,803	2,226	1,800	1,477	1,227	1,030	871	742	636	547	472	409
	16	3,36	4,47	4,61	3,258	2,598	2,110	1,739	1,451	1,223	1,040	891	768	665	578	504
14	22	2,31	3,06	3,16	2,403	1,884	1,504	1,218	999	826	688	577	485	409	346	292
	20	2,53	3,34	3,46	2,701	2,128	1,707	1,390	1,145	953	799	674	572	487	415	354
	18	2,91	3,86	3,99	3,276	2,598	2,098	1,720	1,428	1,197	1,013	862	739	636	549	475
	16	3,26	4,29	4,45	3,804	3,030	2,457	2,024	1,687	1,422	1,209	1,035	892	772	672	586
15	22	2,23	2,95	3,07	2,797	2,190	1,746	1,413	1,157	957	797	668	563	475	402	340
	20	2,46	3,23	3,35	3,135	2,466	1,976	1,607	1,323	1,100	922	778	660	562	480	410
	18	2,83	3,72	3,85	3,790	3,001	2,420	1,982	1,644	1,378	1,165	992	849	731	631	547
	16	3,15	4,15	4,30	4,394	3,494	2,831	2,329	1,940	1,634	1,388	1,188	1,024	887	771	673
16	22	2,17	2,86	2,98	3,230	2,525	2,011	1,626	1,331	1,100	916	768	647	546	462	391
	20	2,37	3,15	3,25	3,610	2,835	2,269	1,843	1,517	1,260	1,056	891	756	644	550	470
	18	2,73	3,61	3,73	4,346	3,436	2,768	2,265	1,876	1,571	1,328	1,130	968	833	719	623
	16	3,04	4,02	4,20	5,029	3,993	3,231	2,655	2,210	1,860	1,580	1,352	1,164	1,008	877	765
17	22	2,10	2,81	2,87	3,704	2,892	2,301	1,859	1,520	1,256	1,046	877	739	624	529	448
	20	2,30	3,05	3,16	4,127	3,237	2,587	2,100	1,726	1,434	1,201	1,013	859	732	625	535
	18	2,65	3,52	3,64	4,949	3,907	3,143	2,569	2,126	1,779	1,503	1,278	1,094	942	814	705
	16	2,96	3,92	4,05	5,714	4,530	3,661	3,005	2,499	2,102	1,784	1,525	1,313	1,137	989	864

### 10.2.3 Concreto de la Losa

El concreto a utilizarse deberá tener una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 210Kg/cm<sup>2</sup> al ser las losas consideradas como elementos estructurales. No es necesario el uso de aditivos para el curado del concreto dado que la Corpalosa retiene el agua en su superficie al ser totalmente impermeable, así mismo no se utilizaran aditivos que contengan sales clorhídricas en su composición dado que pueden producir efectos corrosivos en la placa de acero.

Este sistema constructivo permite fundir losas más delgadas, generando ahorro de concreto; según el espesor de la losa de entrepiso hay un determinado consumo de concreto. A continuación se muestra una tabla de volumen de concreto consumido por tipo de Corpalosa y espesor de placa de entrepiso.

**Tabla # 8: Consumo de Concreto en m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.**

<b>CONSUMO CONCRETO</b>		
<b>Espesor de losa t(cm)</b>	<b>Volumen de concreto (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)</b>	
	<b>1,5"</b>	<b>3"</b>
<b>9</b>	<b>0.0652</b>	<b>-</b>
<b>10</b>	<b>0,0752</b>	<b>-</b>
<b>11</b>	<b>0,0852</b>	<b>-</b>
<b>12</b>	<b>0,0952</b>	<b>-</b>
<b>12,5</b>	<b>0,1002</b>	<b>0,0866</b>
<b>13</b>	<b>0,1052</b>	<b>0,0916</b>
<b>14</b>	<b>0,1152</b>	<b>0,1016</b>
<b>15</b>	<b>0,1252</b>	<b>0,1116</b>
<b>16</b>	<b>-</b>	<b>0,1216</b>
<b>17</b>	<b>-</b>	<b>0,1316</b>
<b>18</b>	<b>-</b>	<b>0,1416</b>
<b>19</b>	<b>-</b>	<b>0,1516</b>
<b>20</b>	<b>-</b>	<b>0,1616</b>

## 10.2.4 Malla de Temperatura

El refuerzo de la Malla de Temperatura es esencial en cualquier tipo de losa estructural para resistir los efectos de temperatura y contracción de fraguado que sufre el concreto.

Hay que tener en cuenta el refuerzo negativo o malla electrosoldada pues para cada tipo de corpalosa (1.5" y 3") hay un diámetro y una separación estándar de refuerzo. Esta se requiere para controlar los efectos de retracción en el fraguado.

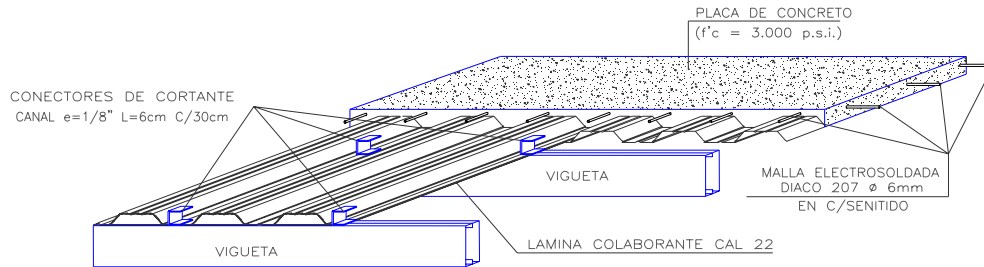
Este acero debe estar colocado mínimo 1 1/2" (40mm) por encima de la cresta del perfil. El recubrimiento mínimo de la malla electrosoldada o de temperatura será de 2cm, siendo el recomendado de 2cm a 2.5cm. Finalmente el espesor de recubrimiento quedara sujeto a criterio del diseñador.

A continuación se muestra una tabla con el tipo de refuerzo o malla estructural para cada tipo de lámina colaborante.

**Tabla # 9: Acero por retracción y fraguado mínimo, según C.7.12 de la NSR-98.**

Espesor de losa (cm) t	Area de acero requerida (cm <sup>2</sup> /m)		CORPALOSA 1.5"			CORPALOSA 3"		
	1.5"	3"	TIPO	Diámetro (mm)	Separación (mm)	TIPO	Diámetro (mm)	Separación (mm)
9	0.93	-	M 1.06	4.50	150	-	-	-
10	1.11	-	M 1.31	5.00	150	-	-	-
11	1.29	-	M 1.31	5.00	150	-	-	-
12	1.47	0.79	M 1.59	5.50	150	M 0.84	4.00	150
13	1.65	0.97	M 1.88	6.00	150	M 1.06	4.50	150
14	1.83	1.15	M 1.88	6.00	150	M 1.31	5.00	150
15	2.01	1.33	M 2.21	6.50	150	M 1.59	5.50	150
16	-	1.51	-	-	-	M 1.59	5.50	150
17	-	1.69	-	-	-	M 1.88	6.00	150
18	-	1.87	-	-	-	M 1.88	6.00	150
19	-	2.05	-	-	-	M 2.21	6.50	150
20	-	2.23	-	-	-	M 2.62	7.00	150

A continuación se muestra como trabaja el conjunto lamina colaborante o corpalosa, refuerzo por temperatura o malla electrosoldada y concreto.



**Figura # 37: Detalle del Conjunto Lámina, refuerzo por temperatura y concreto.**

### 10.3 METODOLOGIA Y DESCRIPCION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

Este sistema estructural esta compuesto por columnas y vigas en concreto reforzado; y placas de entrepiso en corpalosa. Este sistema se diseña bajo estándares internacionales de sismoresistencia, de acuerdo a las normas NSR-98.

Adicionalmente demuestra una gran versatilidad en los diseños arquitectónicos.

- Montaje y colocación de Tableros, cerchas y párales.
- Amarre de Vigas.
- Formaleteo de Vigas y colocación de bandas.
- Instalación de perlines.
- Instalación de Corpalosa.

### 10.3.1 Montaje y colocación de tableros, cerchas y párales



**Figura # 38: Las cerchas utilizadas son de 3m y los párales (Tacos metálicos) son de 3.20m y 3.60m.**



**Figura # 39: Las Dimensiones de los Tableros de madera son 0.70mx1.40m.**



**Figura # 40: Estos Tableros se amarran entre si con Alambre Negro N° 18.**



**Figura # 41: Este montaje se hace con una cuadrilla de (1x3).**



**Figura # 42: Entablarado Placa Entrepiso.**



**Figura # 43: Proceso Entablarado Vigas.**

### 10.3.2 Amarre de Vigas

A medida que se van montando los tableros de madera (0.70mx1.40m), se trazan los ejes de las vigas y la separación entre estribos o flejes de las mismas. Luego se va colocando el herraje de cada viga en su sitio para su posterior montaje y amarre.



**Figura # 44: Amarre de Vigas.**



**Figura # 45: Distribución de Estribos (Flejes).**



**Figura # 46: Amarre del herraje de las Vigas.**



**Figura # 47: Amarre de Hierro de Vigas.**



**Figura # 48: Vigas ya armadas.**

### **10.3.3 Formaleteo y colocación de bandas**

A medida que la actividad de armando de vigas va avanzando; el formaleteo y colocación de bandas de las mismas se va llevando a cabo. La formaleta debe estar ya preparada para su posterior colocación en el sitio.



**Figura # 49: Formaleteo de Vigas con Bandas de Madera.**



**Figura # 50: Retranque de Bandas de Madera.**



**Figura # 51: Retranque Vigas.**



**Figura # 52: Formaleteo de Vigas con Tableros Metálicos.**

### 10.3.4 Instalación de Perlines

El proceso de instalación de los perlines es paralelo a la colocación de la formaleta de las vigas, estas viguetas metálicas son traídas de fábrica a la obra ya a la medida. Para el armado de las placas de entrepiso de Vicenza se utilizaron perfiles en C enfrentados, formando una vigueta metálica tipo cajón y con refuerzo de diámetro 5/8" tipo bastón en sus extremos.

Se utilizaron tres tipos de perlines:

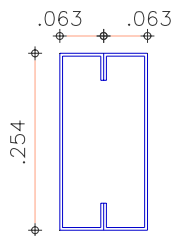
Vigueta P-1: P 10 12 N (Cajón)

Vigueta P-2: P 12 12 N (Cajón)

Vigueta P-3: P 10 12 N

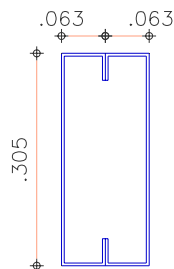
VIGUETA P-1

P-10-12 (CAJON)



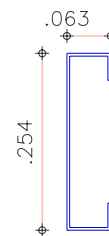
VIGUETA P-2

P-12-12 (CAJON)



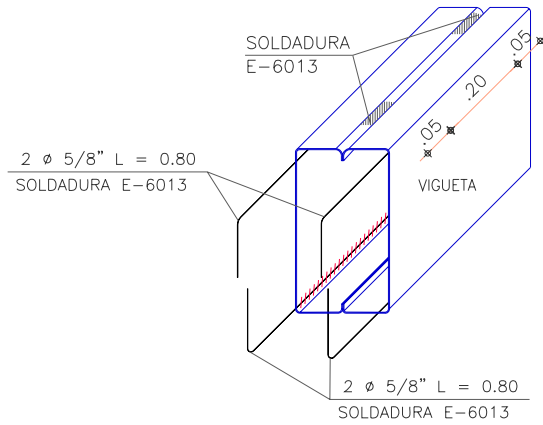
VIGUETA P-3

P-10-12

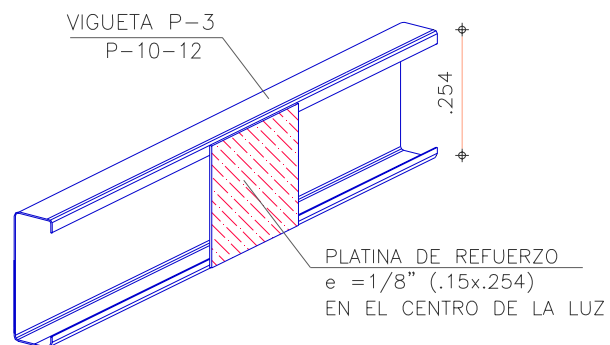


El detalle de los perlines tipo P-1 y P-2 se muestra a continuación.

## DETALLE DE VIGUETAS P-1 y P-2



## REFUERZO VIGUETAS P-3



Los perlines se ensamblan al hierro de las vigas, a través del refuerzo de sus extremos con alambre negro N° 18.



**Figura # 53: Instalación de Perlines.**



**Figura # 54: Ensamble de Perlines a Vigas.**



**Figura # 55: Colocación Perlines.**



**Figura # 56: Colocación de Perlines en su sitio para su posterior ensamble.**



**Figura 57: Perlins en Vigas Principales.**

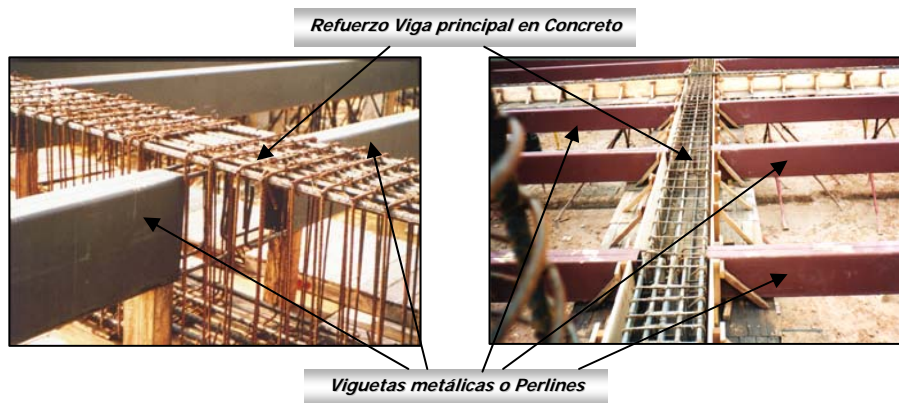


**Figura # 58: Perlins.**



**Figura # 59: Instalación Perlínes.**

Perlínes ensamblados en las Vigas Principales



### 10.3.5 Colocación de Corpalosa o Lamina Colaborante

Este proceso se lleva a cabo a medida que se van colocando los perlines en las vigas; inicialmente las laminas colaborantes o corpalosas se distribuyen de acuerdo con los sistemas de vigas principales y perlines proyectados en los diseños estructurales.

El izaje de las láminas se podrá realizar en forma manual o mecánica. En el proceso de manipulación y descarga se debe evitar dañar la corpalosa en los bordes evitando raspaduras y abolladuras.



Figura # 60: Manipulación mecánica.



Figura # 61: Manipulación manual.



**Figura # 62: Manipulación manual.**



**Figura # 63: Distribución de Corpalosas de acuerdo a diseños Estructurales.**

### 10.3.6 Instalación de la Corpalosa

#### 10.3.6.1 Unión

La lámina colaborante o Corpalosa deberá apoyarse sobre las viguetas metálicas o perlines; estas serán colocadas traslapadas mediante las pestañas y la parte menor del valle apoyado sobre la viga.

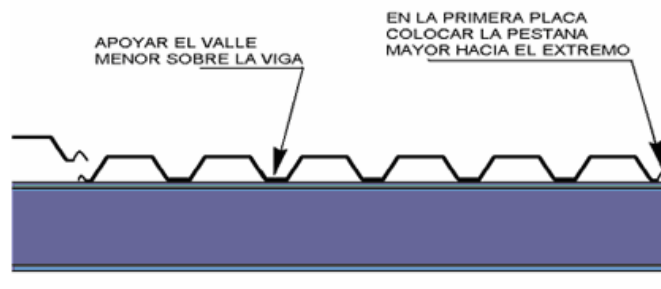


Figura # 64: Traslapo entre Corpalosas.

#### 10.3.6.2 Apoyo Lateral

La Corpalosa lateralmente se apoya sobre las bandas de madera o tableros metálicos según el caso.



Figura # 65: Apoyo Lateral.



Figura # 66: Apoyo sobre Los Perlines.



**Figura # 67: Apoyo de láminas en los perlines y bandas.**



**Figura # 68: Distribución de Corpalosas.**

Un elemento clave en este sistema constructivo es el traslapeo entre Corpalosas, así como el proceso de soldadura entre corpalosas y conectores, ya que este conjunto va a formar la estructura base que va a soportar el concreto y como tal el peso propio y carga viva de la placa. A continuación se muestra el detalle del traslapeo entre Corpalosas.

### DETALLE TRASLAPO DE LAMINA



#### 10.3.6.3 Fijación

La fijación de la lámina colaborante o Corpalosa se realizara mediante puntos de soldadura (soldadura utilizada E-6013), método que permite asegurar la lámina a la estructura.



Figura # 69: Fijación Lámina Colaborante.



Figura # 70: Soldadura entre Láminas.

El proceso de soldadura debe hacerse por gente experimentada ya que si al soldar las láminas se hace de forma incorrecta, el desnivel de estas en un traslazo podría traer problemas en la transmisión del cortante, por lo cual esto no es recomendable; además se necesita contar con el equipo adecuado y la correcta selección de los materiales que se utilicen.

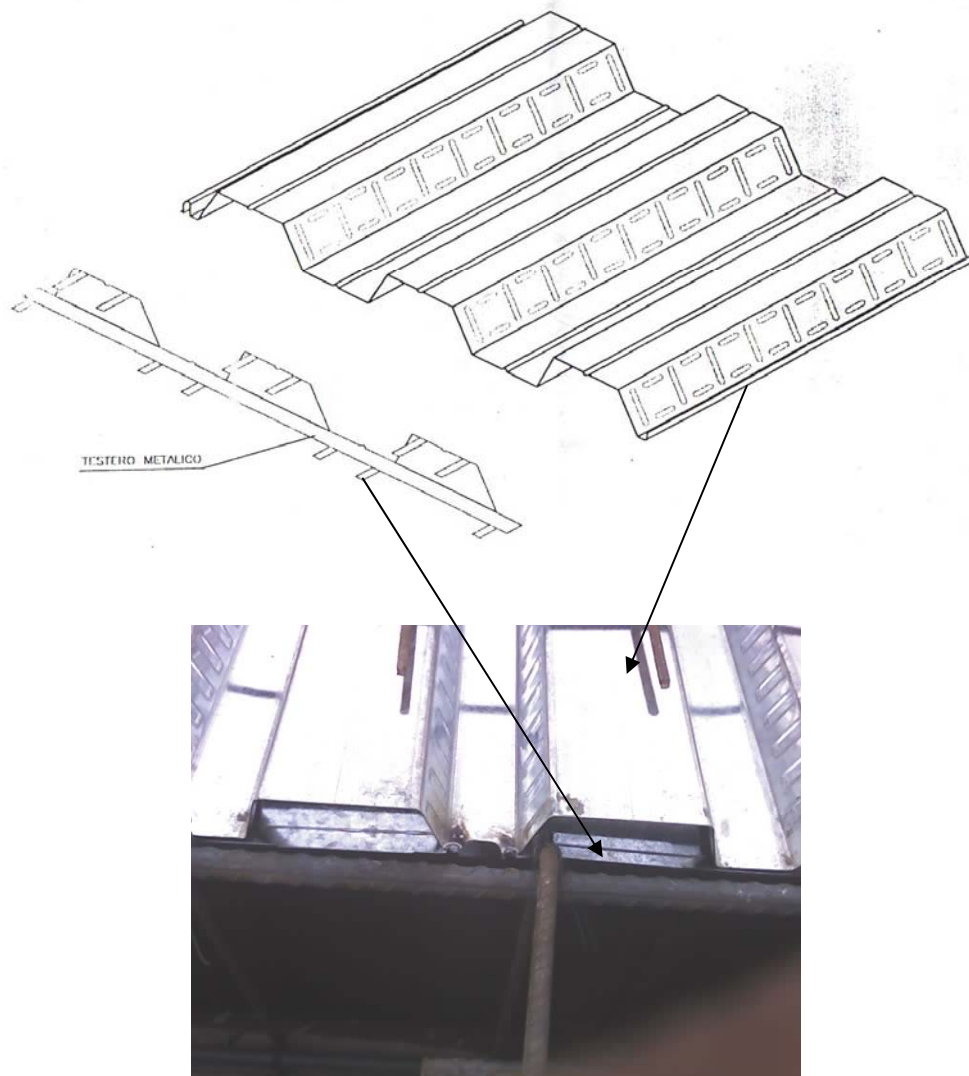
El tipo de soldadura a utilizar debe ser preferiblemente por resistencia eléctrica, la cual funde la lámina en el punto de contacto de los electrodos y se lleva a cabo la unión por la presión que estos ejercen.

Al tratarse la Corpalosa de una lámina de acero galvanizado se debe tener mucho cuidado con los gases emanados al reaccionar con la soldadura, dado que son altamente tóxicos, sobre todo si se trabaja en lugares cerrados o con poca ventilación.



**Figura # 71: Soldada y traslazo de Corpalosas.**

Luego de la distribución de la lámina colaborante se prosigue con la instalación de los testeros. Estos son pequeñas estructuras en forma de pestañas elaboradas en acero galvanizado, que al soldarlas a la corpalosa; impiden que el concreto se escurra bajo placa a la hora de la fundida.



**Figura # 72: Detalle Soldada Testero.**

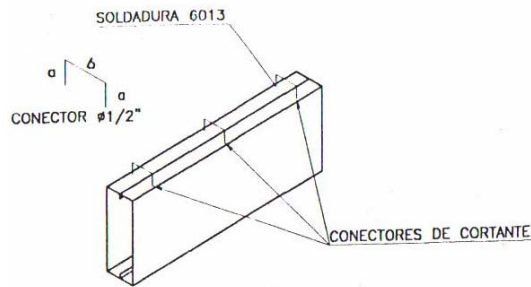


**Figura # 73: Detalle Testero (Soldadura E-6013).**

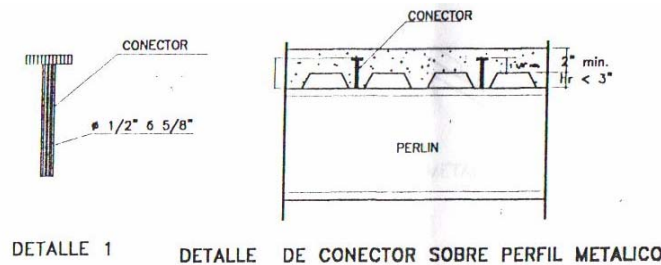
**Punto de Soldadura.**

### 10.3.7 Instalación de conectores de cortante

Una vez instalada la Corpalosa, se procede con la instalación de los conectores de cortante. En Vicenza se utilizaron conectores en U invertida; estos son estructuras en acero de 60000psi y de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, cuyas dimensiones son 0.09x0.10x0.09m (axbxa). Este pequeño elemento estructural logra que la torta de concreto trabaje como un diafragma rígido, y permite el confinamiento del concreto con la lámina colaborante o Corpalosa. Estos elementos impiden la separación entre la losa y los perlines, lo que hace que la sección compuesta obtenga una mayor área de resistencia a la compresión; y también contrarresta los esfuerzos de corte horizontal.



Este elemento transmite las cargas de la placa hacia los perlines, y estos a su vez a las vigas principales. Los conectores crean una mayor área de transferencia entre el concreto y las viguetas metálicas o perlines pues aumentan la sección efectiva de estos.





**Figura # 74: Instalación de Conectores en la Placa.**



**Figura # 75: Proceso de soldadura de Conectores.**



**Figura # 76: Conectores separados cada 15cm en Áreas de Parquaderos.**



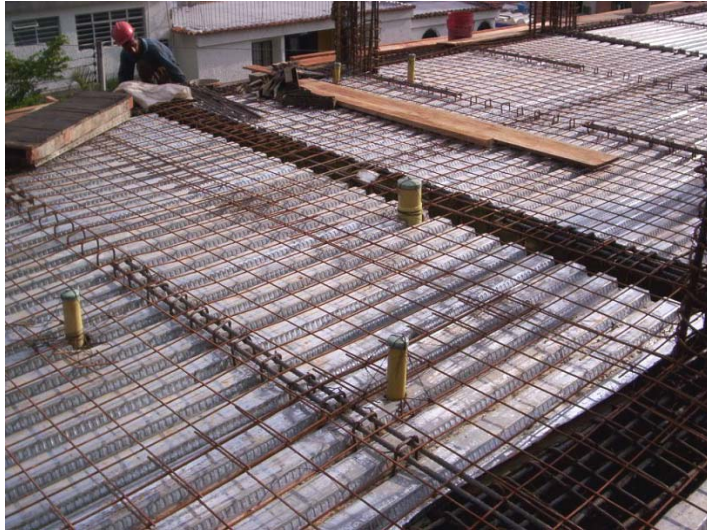
**Figura # 77: Detalle separación entre conectores (Dos Puntos de Soldadura E-6013).**

### **10.3.8 Acero de temperatura y tuberías**

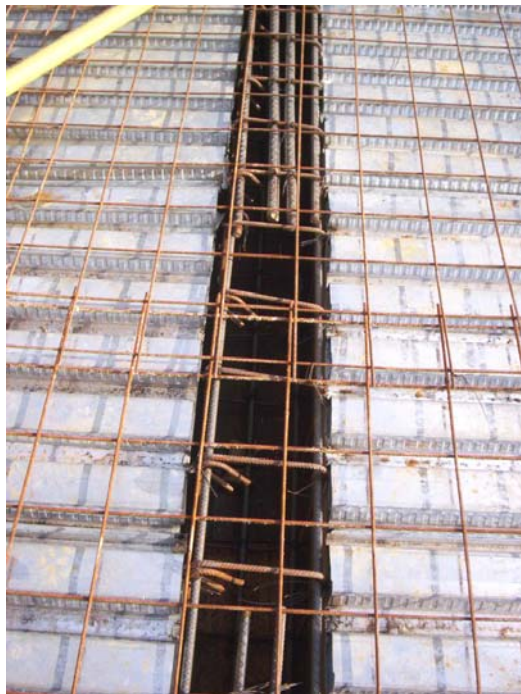
Ya instalados los conectores de cortante, se procede con el montaje de instalaciones hidrosanitarias y malla electrosoldada para el control de temperatura. Esta malla electrosoldada debe estar 40mm por encima de la cresta de la lámina colaborante.



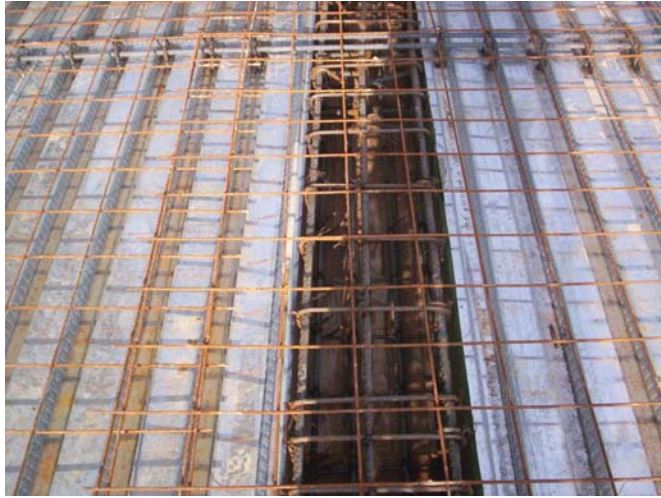
**Figura # 78: Pases sanitarios y malla estructural.**



**Figura # 79: Instalación de Pases Sanitarios en la Placa.**



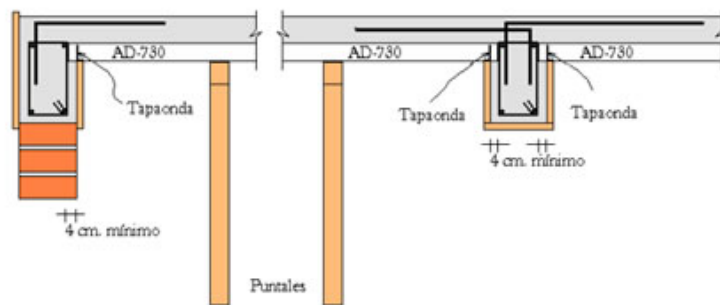
**Figura # 80: Detalle instalación malla estructural.**



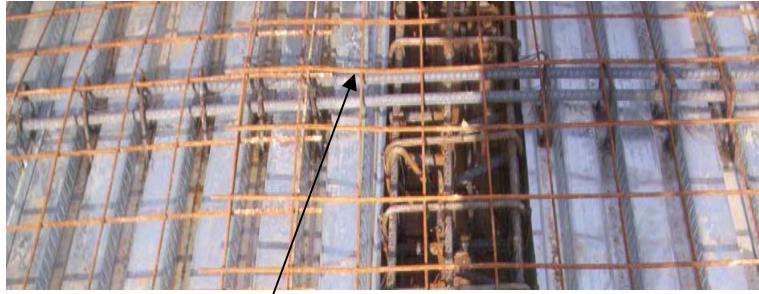
**Figura # 81: Conjunto Refuerzo Vigas y Placa.**

### 10.3.9 Acero de refuerzo negativo

Para contrarrestar el esfuerzo de tracción superior generado por las cargas en la losa, se coloca un acero de refuerzo negativo en la cara de los apoyos de los perlines; este refuerzo es acero de 60000psi de 5/8" de diámetro; con una longitud de 4.0m para el refuerzo recto y 2.0m para el refuerzo figurado (bastones) respectivamente. Este refuerzo evita el efecto de fisuración sobre las vigas.



**Figura # 82: Trabajo del Acero en las Vigas Principales.**



**Refuerzo negativo de 4.0m de longitud.**



**Figura # 83: Refuerzo negativo en la Placa de Entrepiso.**

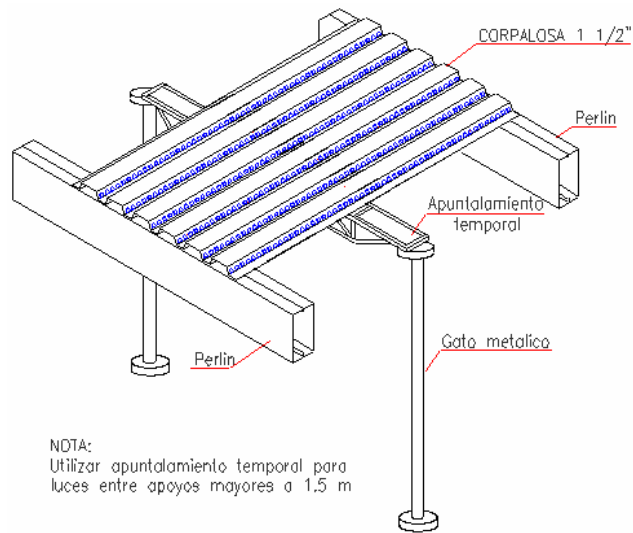


**Figura # 84: Refuerzo negativo de 2.0m de longitud (figurado tipo bastón).**



**Figura # 85: Vista de la Placa de entepiso lista para fundida.**

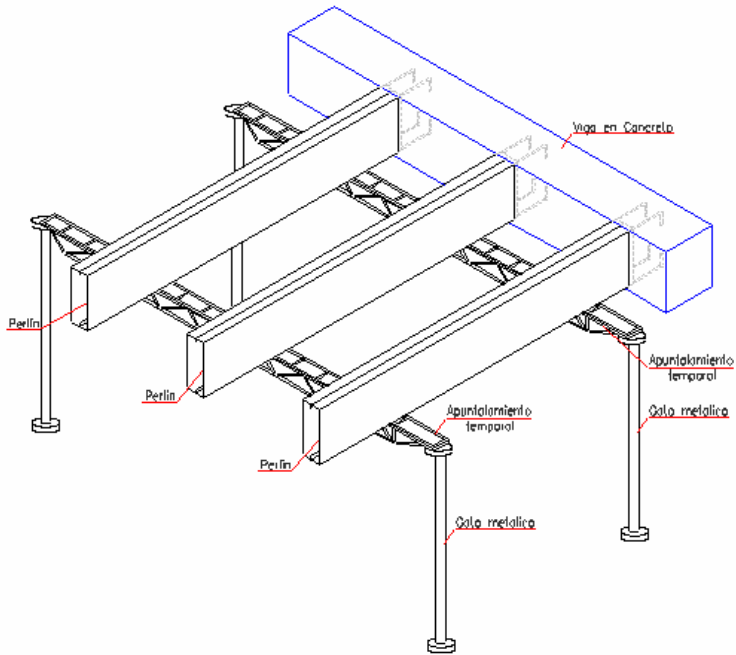
Antes de la fundida de la placa de entepiso hay que tener en cuenta su retranque y apuntalamiento temporal.



**Figura # 86: Apuntalamiento Temporal.**



**Figura # 87: Retranque Placa de entrepiso.**



**Figura # 88: Retranque Bajo Perlines.**



**Figura # 89: Retranque de Placa Bajo Viguetas Metálicas.**

Una vez llevado a cabo este proceso de montaje de elementos estructurales de la placa de entrepiso; y una vez revisada de acuerdo a los parámetros de diseño y a los planos estructurales se procede con el bombeo del concreto.



**Figura # 90: Proceso de Fundida de Placa de Entrepiso.**

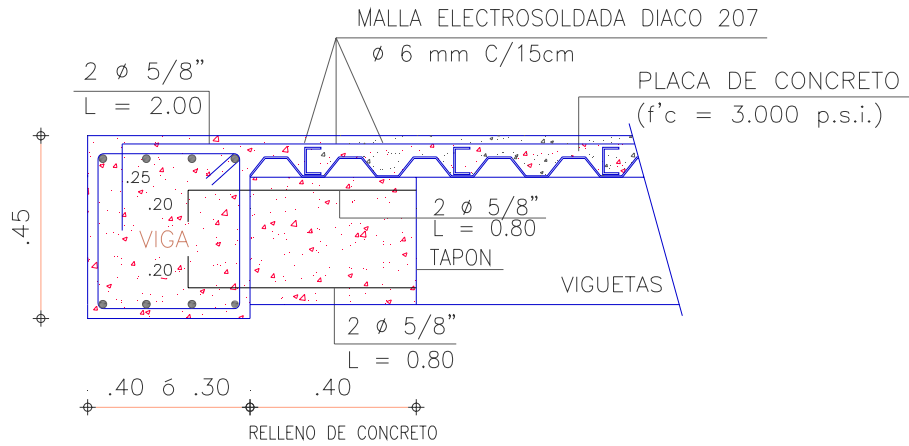


**Figura # 91: Vaciado y Vibrado del Concreto.**



**Figura # 92: Vaciado de Concreto.**

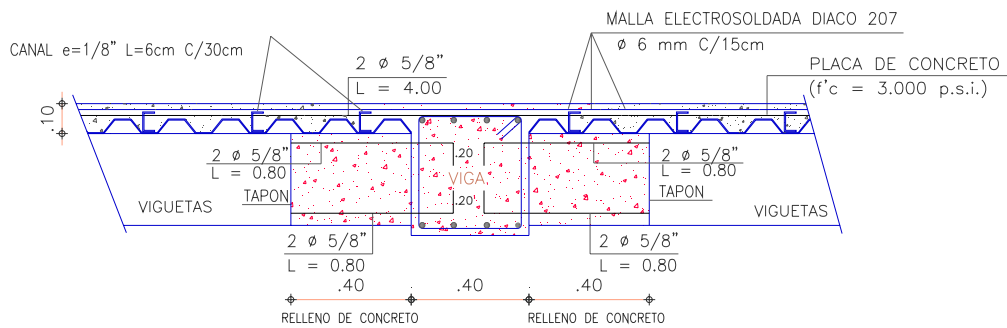
Detalle de cómo el concreto entra a través de las viguetas metálicas o perlines.



NOTA: \* EL CONECTOR DEBE SOLDARSE COMPLETAMENTE AL PERFIL ATRAVESANDO LA LAMINA

Detalle de cómo fluye el concreto entre los perlines centrales.

ANCLAJES DE PERFILES A VIGAS DE CONCRETO CENTRALES

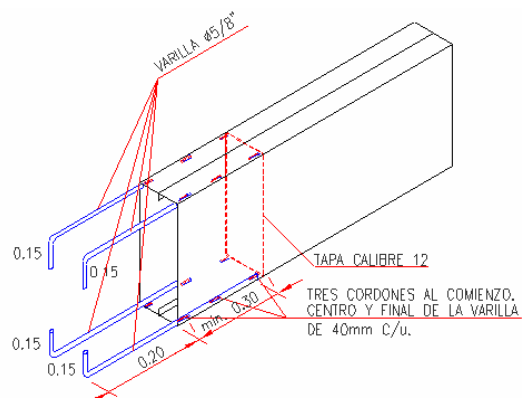
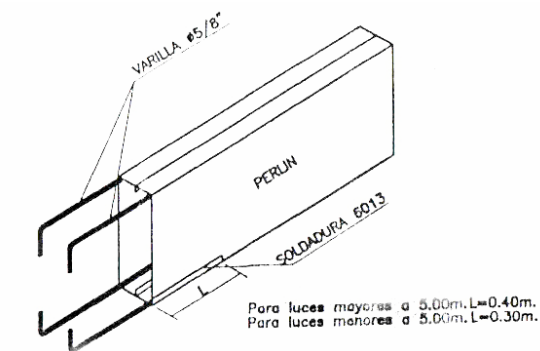


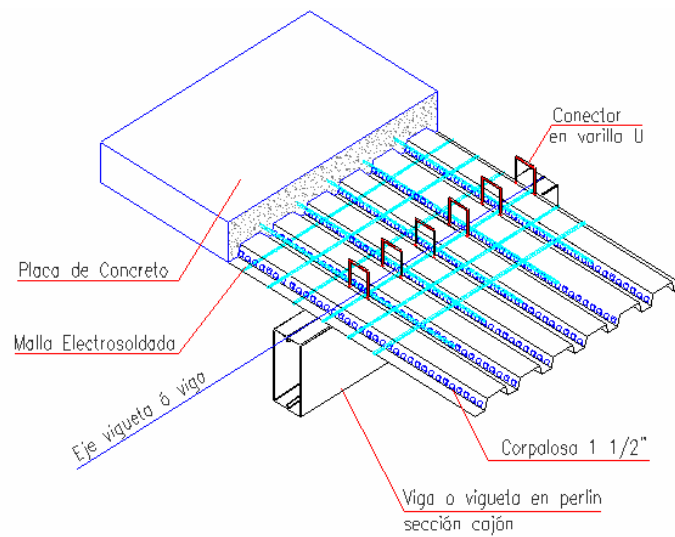
NOTA: \* EL CONECTOR DEBE SOLDARSE COMPLETAMENTE AL PERFIL ATRAVESANDO LA LAMINA

Cabe mencionar que las viguetas metálicas o perlines tienen unas tapas en su interior (en cada extremo), que no permiten que a la hora de la fundida de la losa de entrepiso el concreto pase a través de toda la longitud del perfil sino que este, entre hasta una longitud determinada. Esta longitud depende de la luz libre entre apoyos del perlin.

- Para luces mayores a 5.0m la tapa esta ubicada a 0.40m del extremo del perfil.
- Para luces menores a 5.0m la tapa esta ubicada a 0.30m del extremo del perfil.

A continuación se muestra el detalle de la localización de la tapa del perlin.





Se utiliza concreto de  $210\text{Kg/cm}^2$ , para la losa de concreto por ser elemento estructural; durante el proceso de vaciado del concreto hay que evitar acumular volúmenes de concreto excesivos en un área puntual.



**Figura # 93: Fundida de Placa con la AutoBomba.**



**Figura # 94: Proceso de Fundida de Placas de entrepiso.**



**Figura # 95: Fundida Placa de entrepiso.**

La utilización de la lámina colaborante o Corpalosa, en la construcción de placas de entrepiso, asegura un diafragma rígido.



**Figura # 96: Fundida Placa.**

Este sistema estructural presenta un excelente acabado en la superficie inferior de las placas.



**Figura # 97: Acabado Bajo Placa.**

## 11 RECOMENDACIONES GENERALES

Las láminas colaborantes o Corpalosas se deben colocar de acuerdo a las especificaciones de los planos estructurales para evitar así cualquier tipo de inconveniente durante el proceso constructivo de las placas de entepiso. Debe elegirse convenientemente la secuencia de instalación de las láminas en su ubicación final, para poder tener un mejor rendimiento de trabajo y también para evitar transito excesivo en la zona de trabajo.

Preferiblemente debe seguirse una sola dirección de vigueta en la totalidad del entepiso y también mantener un solo ancho de vigueta para conseguir longitudes de losa mayores; además es conveniente mantener la dirección de la losa para evitar perdidas de concreto en los bordes de lámina.

Un punto importante en el proceso de instalación es el de verificar cuidadosamente las longitudes de cada una de las láminas colaborantes con las de los vanos en tramos de varias luces, con el objetivo de no cometer errores en la colocación de las láminas contiguas. Esto podría producir grandes errores, ya que al colocar la última lámina el constructor se vería en la necesidad de efectuar un corte en el caso de tener un sobrante de lámina excesivamente grande o de hacer un traslapo longitudinal en el caso de tener una lámina corta, lo que no sería conveniente en ninguno de los dos casos. El efectuar el corte de la lámina no tendría ningún inconveniente, ni tampoco acarrearía contraindicaciones a nivel estructural; en tanto que un traslapo presentaría problemas por el desnivel de las láminas, además que produciría problemas de contacto entre ambas láminas causados por sus diferencias geométricas. El tener claro y especial cuidado en la colocación de cada lámina podría evitar problemas, que al final serían más complicados de resolver.

## 12 RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- En todo momento se deberá tener cuidado con los bordes y puntas de las láminas; en lo posible mantenerse alejado de ellos.
- Verificar el amarre de los paquetes de láminas antes de su movilización.
- Cuidar que el amarre del izaje este bien ajustado para evitar caídas o posibles balanceos de la carga.
- Llevar siempre el equipo necesario para protección (cascos, guantes, gafas, etc.).
- No colocarse en zonas demasiado cercanas ni debajo de los paquetes de Corpalosa al momento del izaje.
- Señalizar cualquier imperfección en las láminas que pudiera producir accidentes.
- En todo momento estar atento y no perder de vista las láminas que se cargan.
- Mantenerse alejado de las zonas de soldadura si no se cuenta con el equipo de protección visual.
- El personal de obra deberá contar con protección visual en los días soleados si se esta trabajando con la Corpalosa expuesta al sol; dado que el reflejo de los rayos solares, es perjudicial para la vista de quienes están trabajando.

## 13 VENTAJAS DE UTILIZAR ESTE SISTEMA CONSTRUCTIVO

Son diversas las ventajas que ofrece la lámina colaborante o Corpalosa; en la construcción de placas de entrepiso, si se compara con los sistemas tradicionales de construcción.

A continuación se mencionan algunas de las más relevantes:

- Como encofrados: Se evita el uso de encofrados de entrepisos para efecto de vaciado del concreto de la losa así como para efectos de montaje.
- Como acero de refuerzo para momentos positivos: La Corpalosa trabajando monolíticamente en conjunto con el concreto, trabaja como acero de refuerzo positivo.
- Como aligeramiento: Gracias a su perfil, el conjunto monolítico Acero-Concreto logra aligerar las cargas de la estructura.
- Fácil de manipular: Al ser las Corpalosas láminas livianas y de geometría uniforme, permiten una fácil y rápida maniobrabilidad en obra.
- Durabilidad: El acero empleado en la elaboración de la Corpalosa, es de alta calidad y cumple con todas las especificaciones técnicas requeridas para su uso, en obras que quieran implementar e innovar el sistema constructivo Steel Deck.

- Láminas a la medida: De acuerdo a los diseños realizados para cada tipo de obra, la láminas colaborantes o Corpalosas son cortadas a las medidas requeridas; garantizando así una optima eficiencia para su instalación.
- Limpieza en obra: La maniobrabilidad que permite la Corpalosa, su fácil almacenamiento y la no necesidad de ser cortadas en obra; se ve reflejado en el orden y limpieza de la obra.
- Estética: Las Corpalosas brindan una visión uniforme, agradable y segura.

A continuación se muestra el estado de la obra al concluir la práctica:



**Figura # 98: Edificio Multifamiliar Vicenza.**

## **14 ACTIVIDADES ESPECÍFICAS DURANTE EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA**

### **14.1 CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO**

#### **14.1.1 Resistencia a la compresión del concreto**

Resistencia a la compresión del Concreto

1. Verificar el adecuado control en el formato de:
  - Realización del ensayo (Norma NTC 673).
  - Toma de la muestra (Norma NTC 454).
  - Fabricación de cilindros (Norma NTC 550). Las muestras se toman por jornada de fundida.
2. Envío de muestras para ensayo al laboratorio, en los días establecidos para cada muestra (7, 14, 28 y 56 días).
3. Verificar los resultados que cumplan con la resistencia requerida y tengan el visto bueno del Ingeniero Residente y el Interventor.

4. Controlar y registrar los resultados que no alcanzaron la resistencia deseada.

Los ensayos del concreto deben hacerse siguiendo las normas técnicas colombianas, NTC, promulgadas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC.

La elaboración de las muestras debe ser efectuada por personal capacitado, ya que estos ensayos deben cumplir con las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo resistente NSR-98; establecidas en el capítulo C.5 (Calidad del concreto, mezclado y colocación).

Una muestra para ensayo a la ruptura del concreto consta al menos de cuatro cilindros de concreto, dos para ser ensayados a los siete días y los restantes a los 28 días. En nuestro caso se van a sacar ocho cilindros cuya área es de  $81.07\text{cm}^2$ ; y estos serán ensayados a los 7, 14 y 28 días respectivamente; en caso de que a los 28 días alguna muestra no haya alcanzado la resistencia prevista, se ensayaran los 2 cilindros testigos restantes a los 56 días.

Los cilindros deben ser de concreto fundidos y fraguados en posición vertical, con una altura igual a dos veces el diámetro. No se deben emplear cilindros más pequeños de 150mm de diámetro por 300mm de altura para los ensayos de aceptación a menos que sea requerido por las especificaciones del proyecto.

Para el almacenamiento de los cilindros se debe tener en cuenta que inmediatamente después del acabado se trasladan los cilindros a un sitio de curado inicial para almacenamiento, estos se depositan sobre una superficie plana, evitando golpes o vibraciones, además se debe evitar la evaporación del agua por la cara superior protegiéndola con plásticos u otro material no absorbente. Si se trasladan los cilindros de los moldes, se levantan y sostienen con un palustre o elemento similar. Si la superficie se

estropea durante el traslado del espécimen al sitio de almacenamiento inicial, se hace un reacabado inmediatamente, y finalmente se deben tener almacenados 24 horas.



**Figura # 99: Curado Inicial.**

Las muestra para efectuar los ensayos de cilindros deben ser compuestas, esto quiere decir que se deben tomar varias porciones de diferentes partes del concreto que se va a muestrear, y todas las muestras deben pertenecer a la misma bachada.

#### **14.1.1.1 Equipo para ensayo**

El equipo necesario para la toma de muestras es:

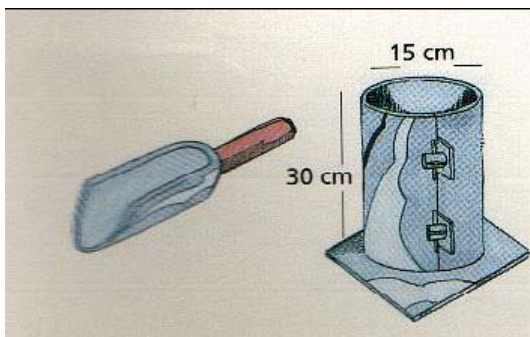
- Una carretilla o balde, que no tenga fugas y que no sea absorbente.
- Una pala o palustre.
- Un cucharón con mango.

Para la elaboración de los cilindros se requieren los siguientes elementos:

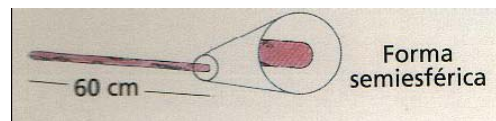
- Moldes: deben ser cilíndricos con un diámetro de 15cm y una altura de 30cm.
- Un cucharón con mango.

- Varilla compactadora con punta redondeada.
- Regla metálica y/o palustre para enrasar.
- Llaves para ajustar los moldes.
- Martillo de caucho de peso aproximado  $0.57\text{Kg} \pm 0.23\text{Kg}$ .

Formaleta cilíndrica cuyas dimensiones son: Altura  $H=30\text{cm}$  y Diámetro  $\Phi=15\text{cm}$ ; y varilla de acero liso de  $60\text{cm}$  de longitud con puntas en forma semiesférica.



**Molde Cilíndrico y Cucharón.**



**Varilla Compactadora.**

### Proceso toma de muestras

- ✓ Tomar la muestra del mixer 30 minutos después de haber llegado a la obra.
- ✓ Hacer un premezclado por mínimo 5 minutos.
- ✓ Transportar las muestras compuestas individuales al sitio donde se va a realizar la preparación de los cilindros; una vez allí, mezclarlas con una pala hasta que su apariencia sea homogénea.

### **14.1.1.3 Procedimiento de elaboración de los Cilindros**

1. Tomar una muestra representativa para el ensayo.
2. Iniciar el ensayo antes de pasados 20 minutos de tomada la muestra compuesta.
3. Tomar para el ensayo los moldes.
4. Revisar que los moldes estén sellados, para evitar perdidas de agua. El sellado se logra aplicando plastilina, grasa, fibra, etc.
5. Verificar que el lugar donde se van a moldear los cilindros sea cubierto.
6. Colocar los moldes sobre una superficie horizontal lisa y libre de vibraciones, en un ambiente a temperatura entre 16°C y 27°C.
7. Llenar los moldes en tres capas de forma simultanea, es decir, colocar en todos los moldes la primera capa y luego compactarla; enseguida la segunda y finalmente la tercera.
8. Llenar la primera capa a una altura aproximada de 10cm.
9. Compactar esta capa 25 veces con la varilla, siguiendo el trazo de una espiral de la orilla al centro, evitando tocar el fondo del molde.
10. Golpear con el martillo de caucho las paredes del molde de 10 a 15 veces, hasta que desaparezcan los vacíos.
11. Llenar la segunda capa a una altura aproximada de 20cm.
12. Compactar esta capa 25 veces con la varilla, procurando penetrar tan solo ligeramente la capa inmediatamente inferior.

13. Golpear con el martillo de caucho las paredes del molde de 10 a 15 veces, hasta que desaparezcan los vacíos.
14. Llenar la última capa a ras con el borde del molde y compactar el concreto otras 25 veces con la varilla lisa.
15. Verificar que el concreto no presente ninguna disminución en ninguno de los moldes; en caso afirmativo, agregar concreto hasta el borde del molde.
16. Enrasar los moldes con un palustre o con la regla metálica.
17. Almacenar los moldes durante 24 horas sobre una superficie plana, evitando golpes o vibraciones; y evitando también la evaporación del agua por la cara superior.
18. Sacar los especímenes de los moldes. Se realiza el curado inicial: después del moldeo, los cilindros se deben almacenar en una pila de agua de aproximadamente dos metros cúbicos, en la cual se disuelven 5Kg de cal, esto con el fin de que el agua mantenga su equilibrio, a un intervalo de temperatura de 16°C a 27°C y en un ambiente húmedo; es importante controlar la temperatura en los cilindros protegiéndolos de la luz solar directa.
19. Los cilindros son identificados por parejas, la primera pareja corresponde a los 7 días, la segunda a los 14 días, la tercera a los 28 días y la última pareja correspondiente a los 56 días.
20. Retirar el molde y antes de que transcurran 30 minutos, se deben almacenar los especímenes en un ambiente húmedo, con agua libre sobre la superficie de estos, a una temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 20^{\circ}\text{C}$  sobre la superficie del cilindro.
21. Diligenciar el formato de envío de los elementos de concreto a ensayo y trasladar los cilindros al laboratorio.

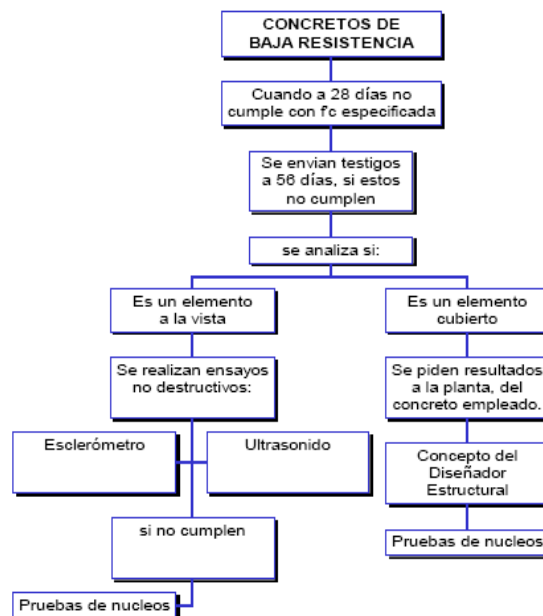
Para el ensayo de resistencia, las muestras se deben tomar de conformidad con la norma NTC 454-Hormigón fresco, toma de muestras (ASTM C172).

Los cilindros para el ensayo de resistencia, deben fabricarse y curarse de acuerdo a la norma NTC 550-Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra (ASTM C31) y ensayarse según la norma NTC 673-Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto (ASTM C39).

Finalmente una muestra es aceptada si:

- a) El promedio aritmético de los resultados de ensayos de resistencia, igualan o exceden el valor nominal especificado para  $f'c$ .
- b) Que ningún resultado individual de los ensayos, tenga una resistencia inferior a 3.5Mpa que equivale a 510 Kg./cm<sup>2</sup>, o más a  $f'c$ .

El procedimiento que se ha llevado a cabo en la obra Vicenza para el control de calidad en cilindros que a los 28 días no cumplen con la resistencia especificada a la compresión es:



En caso de confirmarse que el concreto es de baja resistencia, y si los cálculos indican que la capacidad de soportar carga de la estructura se ha reducido significativamente, se puede apelar a los ensayos sobre núcleos extraídos de los elementos estructurales en duda, de acuerdo con la norma NTC 3658- Método de la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas (ASTM C42). Entonces deberán tomarse tres núcleos por cada ensayo de resistencia que haya sido inferior a 3.5Mpa, o mas a  $f'c$ .



**Figura # 100: Extractor de Núcleos.**



**Figura # 101: Broca de Perforación.**



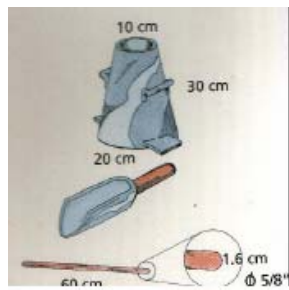
**Figura # 102: Extracción de Núcleo.**

#### **14.1.2 Asentamiento del concreto**

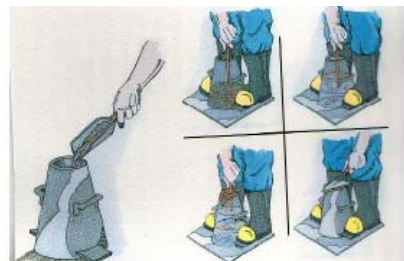
1. Verificar el adecuado control de toma en el formato de:
  - Realización del ensayo (Norma NTC 396-Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto ASTM C143).

2. Verificar que los resultados cumplan con lo establecido por la norma y tengan el visto bueno del Ingeniero Residente de obra.
3. Controlar y registrar los productos no conformes.

El método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto, se puede aplicar directamente a mezclas con agregado grueso no mayor a 5cm de tamaño máximo. En caso de que el concreto presente partículas de mayor tamaño que la dimensión descrita anteriormente; estas deberán ser retiradas antes de iniciar el ensayo.



**Equipo de Ensayo.**



**Procedimiento de Ensayo.**



**Figura # 103: Ensayo de Asentamiento.**

## 14.2 ACERO EN CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS DE CONCRETO

### Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98

Para el acero de refuerzo; tanto de las cimentaciones como para el utilizado en todos los elementos estructurales (Columnas, Muros de contención, Pantallas, Placas de entrepiso), no se han establecido ensayos en obra; su resistencia a la tracción es determinada en el laboratorio y posteriormente analizada y revisada en obra.

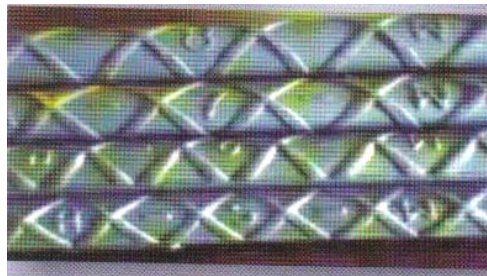
En Vicenza, se trabajo con varillas corrugadas de acero de diámetros desde 1/2" hasta 1"; y mallas electrosoldadas de acero corrugado M-188 (6mm C/ 15cm).

Las barras corrugadas utilizadas como refuerzo, deben cumplir con la norma NTC 2289- Barras y rollos corrugados de acero de baja aleación y/o termotratados para concreto reforzado en construcciones de diseño sismo resistentes (ASTM A706).

Las mallas electrosoldadas de acero corrugado deben cumplir con la norma NTC 2310- Mallas soldadas fabricadas con alambre corrugado para refuerzo de concreto (ASTM A497), y su resistencia máxima a la tracción debe ser mayor a 60000psi.



**Figura # 104: Malla Electrosoldada.**



**Figura # 105: Varillas Corrugadas.**

El material cuando se recibe en obra se revisa la cantidad y se verifica el estado del acero, solicitando los certificados de calidad necesarios a la empresa proveedora; posteriormente el Auxiliar de Calidad en obra solicita una muestra representativa cada 100 toneladas de cada diámetro de refuerzo principal que va a hacer empleado en la obra y pide que sea cortada en unas dimensiones de 0.5m \* 0.5m para malla electrosoldada y 1.20m para barras corrugadas, esto con el fin de facilitar su manejo al laboratorista encargado de realizar el ensayo de resistencia a la tracción NTC 2-Ensayos de tracción para productos de acero (ASTM A370).

### **14.3 CONTROL DE CALIDAD A MUROS EN MAMPOSTERÍA**

#### **Resistencia a la Compresión de la Mampostería**

1. Verificar el adecuado control de toma de:
  - Realización del ensayo; Normas NTC 3329-Especificaciones del mortero para unidades de mampostería ASTM C270, NTC 4205-Unidades de mampostería de arcilla cocida (ladrillos y bloques) ASTM C34, C56 y C62, y norma NTC 4017-Método de ensayo para unidades de mampostería de arcilla cocida ASTM C67.
  - Toma de la muestra, norma NTC 454.
  - Fabricación de cilindros.
  - Selección de mampostería para ensayo.

En los procesos de:

- Resistencia a la compresión del Mortero de pega.

- Resistencia a la compresión de las unidades de mampostería.
2. Envío de muestras para ensayos, al laboratorio; en los días establecidos para cada muestra.
  3. Verificar que los resultados cumplan con la resistencia requerida y tengan el visto bueno del Ingeniero Residente de obra.
  4. Controlar y registrar los productos no conformes.

Inicialmente se realizaba el ensayo de cubos de mortero a la compresión NTC 220, posteriormente y con el fin de reducir costos se realiza el ensayo de manera similar con cilindros aplicando la norma NTC 673-Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto ASTM C39. El control se realiza tanto para mortero de pega como para frisos, tomando 3 muestras por cada 200 m<sup>2</sup> las cuales se ensayan 1 (una) a 7 días y 2 (dos) a 28 días.

Respecto a unidades de mampostería se realiza el ensayo de resistencia a la compresión de 5 unidades por cada 5000 ladrillos, antes de realizar el ensayo el Auxiliar de Calidad escoge previamente los ladrillos de muestra verificando que no presenten ninguna fisura o defecto pues esto lo induciría más fácilmente a la falla.



**Figura # 106: Ladrillo H-15.**

Por otro lado en el momento de la instalación en obra, los ladrillos deben ser humedecidos con el fin de evitar que la superficie seca del ladrillo se robe la cantidad de agua que posee el mortero, disminuyendo con esto la relación agua/ cemento que trae como consecuencia bajas resistencias.

El mortero de pega debe cumplir con un espesor de 1cm, una dosificación 1:4 y una resistencia de 7.5 Mpa (1088psi). Los morteros de pega utilizados en construcciones de mampostería deben cumplir la norma NTC 3329- Especificaciones del mortero para unidades de mampostería ASTM C270. El mortero premezclado para pega de unidades de mampostería debe cumplir con la norma NTC 3356-Mortero premezclado de larga duración para unidades de mampostería ASTM C1142.

Los morteros de pega deben tener buena plasticidad, consistencia y ser capaces de retener el agua mínima para la hidratación del cemento y, además garantizar su adherencia con las unidades de mampostería para desarrollar su acción cementante. Las unidades de mampostería de arcilla cocida, ensayadas según el procedimiento descrito en la norma NTC 4017, deben cumplir con los requisitos de absorción de agua en 24h de inmersión (promedio y máximo individual) y con la resistencia mínima a la compresión.



**Figura # 107: Fachada en Mampostería.**

#### 14.4 OTRAS ACTIVIDADES

- Patronamiento de flexómetros en la obra.
- Revisar la existencia de la calibración de equipos utilizados en la obra; los que no tengan conseguirlos:
  - Aparatos de Topografía
  - Laboratorios utilizados y equipos según pruebas.
  - Rotura de cilindros
- Verificar que se hayan efectuado las pruebas a los materiales según Plan de Calidad y Guía de Construcción.
- Conseguir o archivar los documentos de inicio de obra.
- Modificar el Plan de Calidad de la obra cuando se han presentado cambios en la misma.
- Identificar los documentos de cambio de diseño y reprogramaciones, para revisión.
- Revisar el control de ejecución de obra reportando cada uno de los productos no conformes.
- Mantener las actas de comité completas, con todos los anexos correspondientes en especial el cuadro de seguimiento al plan calidad.
- Vigilar que en el almacén de la obra estén los documentos de inspección de materiales en el momento del recibo.

- Realizar planillas de pago de Seguridad Social de los trabajadores.
  
- Comprobar que los contratos en obra y oficina tengan:
  - Cuadro comparativo de propuestas
  - Evaluación para adjudicación
  - Acta de inicio
  - Recibo de actividad
  - Liquidación
  - Y demás documentos.

## **15 CONTROL DE CALIDAD EN OBRA**

El control de calidad se entiende como las actividades, utilizadas para mejorar continuamente los procesos constructivos, lo cual describe un seguimiento de procedimientos que conllevan a la eliminación de actividades no adecuadas.

El mejoramiento de la calidad se obtendrá por medio de acciones emprendidas por todos los que componen el grupo de trabajo con el fin de incrementar la eficacia y la eficiencia de las actividades, suministrando así beneficios al proyecto. En pocas palabras el mejoramiento de la calidad es todo aquello que produce un cambio benéfico en el desempeño de un trabajo, desarrollando en cada componente de la organización una verdadera conciencia de la gestión de la calidad. Durante la realización de un proyecto se realizan controles específicos que son:

### **15.1 CONTROL DEL EQUIPO DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y ENSAYO**

El constructor debe establecer y mantener actualizados los diferentes procedimientos para controlar, calibrar y mantener el equipo de inspección, medición y ensayo utilizado en obra en óptimas condiciones y cumpliendo con los requisitos especificados de calidad. Una vez se garantiza que los elementos a utilizar para verificar los diferentes procesos se encuentran de acuerdo a lo especificado se procede a ejecutar el control de los mismos, determinando el tipo de mediciones que se ejecutarán y la exactitud requerida. Una vez finalizados los diferentes ensayos se procede a elaborar un registro de cada una de estas verificaciones los cuales deben estar previamente validados por los responsables directos, en éste caso el Director de obra.

## **15.2 CONTROL DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS DE ENSAYOS EXTERNOS**

El constructor debe garantizar que sus proveedores suministran productos de excelencia, los cuales tienen sus respectivos certificados de calidad. Es necesario exigir los documentos necesarios para comprobar que la empresa proveedora realmente esta avalada por las instituciones de calidad (ICONTEC) para suministrar productos destinados a la construcción. En cuanto a equipos de ensayo de materiales externos se solicitan los certificados de calibración actualizados.

## **15.3 CONTROL DEL PRODUCTO NO CONFORME**

Una vez se identifique algún material o producto que se catalogue como no conforme, el almacenista de obra debe ubicarlo en un sector determinado con el fin de asegurar la no utilización de este en el proyecto, para la posterior devolución al distribuidor. En caso de ser un producto ya elaborado se debe aplicar los correctivos necesarios, el responsable de informar la existencia de éste es el Auxiliar de Calidad en Obra quien es el encargado de inspeccionar y reportar cada producto que no cumpla con las especificaciones establecidas en el Plan de Calidad de cada obra.

## **15.4 CONTROL DE REGISTROS DE CALIDAD**

Esto se aplica a todos los registros de calidad establecidos para controlar materiales, equipos, ensayos, en sí todos los elementos que se requieren para construir una edificación de uso residencial. Se incluyen los registros originados por el supervisor de

obra como resultado de la ejecución de las actividades del proyecto y los documentos de seguimiento de contratistas.

Todos estos registros son manejados de forma adecuada y con el conocimiento necesario por el Auxiliar de Calidad en Obra.

## **15.5 ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS**

Los procedimientos tienen como función principal el establecer medidas preventivas en el desarrollo del proyecto y en algunos casos aplicar medidas correctivas en caso de que el procedimiento desarrollado en el proceso de construcción no haya sido el adecuado. Cualquier acción correctiva o preventiva que se tome para eliminar las causas de no conformidades reales o potenciales, deben ser de un grado adecuado para la magnitud de cada problema proporcionado con los riesgos encontrados y deben ser registradas para establecer una constancia de su realización.

## **15.6 RECOMENDACIONES GENERALES**

Para que un concreto sea durable, es decir resistente a la acción destructiva de acciones mecánicas, físicas, químicas o biológicas y mantenga su forma original y la calidad especificada durante su vida útil, basada la experiencia se entendió que no solo es importante cumplir con los requisitos de resistencia, sino también se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Selección y calidad de los componentes del concreto: Es indispensable tener en cuenta que las especificaciones requeridas de los materiales empleados en la producción se ajusten a la normativa vigente en el país y lo estipulado en la NSR-98, en éste caso se observó que la presencia de un aditivo del concreto no permitía que

éste alcanzará la resistencia especificada o en otros casos su proceso de curado era lento, ocasionando una estructura débil lo cual fue solucionado estableciendo los pertinentes controles sobre el concreto que llegaba a la obra y rigidizando la estructura ya construida.

- b) Diseño y dosificación de la mezcla: Esto es válido no solo para el concreto sino también para el mortero de pega; es necesario garantizar la relación agua/cemento estableciendo zonas homogéneas de adherencia, es decir, para el caso de los ladrillos se humedecen para ganar agua con relación al mortero y para el concreto se garantiza tomando el slump o asentamiento el cual debe estar entre 6 y 8 para garantizar manejabilidad. Una recomendación basada en los ensayos realizados durante la práctica es: Tomé como mínimo dos muestras individuales del 50% de la descarga central, nunca lo haga de las porciones inicial o final, especialmente para la toma de cilindros, pues en esos momentos o el concreto no tiene bien mezclado sus componentes o ya está en una etapa de endurecimiento.
- c) Curado del concreto: Desafortunadamente en la práctica se considera que si el concreto alcanza el nivel de resistencia requerido, el curado carece de importancia, pero éste concepto es erróneo pues el concreto debe madurar bajo condiciones apropiadas de humedad y temperatura para desarrollar sus características y propiedades.

En cuanto al acero de cimentación es importante recalcar que en obra no se le da la importancia que debería tener el almacenamiento de los materiales, en casi todos los casos el hierro es almacenado a la intemperie y se va utilizando al nivel de avance de la obra; como recomendación éste material se debe almacenar en lugares cerrados o cubrirlo, si se va a dejar a la intemperie; ya que al exponerse a los agentes biológicos se oxida y va perdiendo su resistencia la cual visualmente no se observa pero si se realizaran ensayos repetitivos de tracción se podría llegar a la conclusión de que va perdiendo resistencia.

En el transcurso de la práctica se define la importancia de un seguimiento de todas las actividades relevantes de la obra, se pueden delegar funciones más no responsabilidades, pues muchos errores se cometen cuando no existe la supervisión adecuada o la información actualizada, la interventoría se debe realizar desde la llegada de planos y localización topográfica hasta la entrega y post-venta de los apartamentos, es una recomendación clave desde mi punto de vista.

## **16 APOORTE**

### **16.1 ANALISIS DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA ENTRE EL SISTEMA DE PLACAS DE ENTREPISO STEEL DECK Y PLACA TRADICIONAL EN CASETON DE LONA**

#### **16.1.1 Análisis proceso de armada de placa de entrepiso en Steel Deck**

1. Identificar las actividades.
2. Relacionar las actividades.

#### **Actividades**

- Colocación de cerchas, tableros y párales.
- Demarcación y cimbrada de vigas.
- Transporte del acero de refuerzo (del lugar de almacenamiento al sitio donde están demarcadas las vigas).
- Armada de vigas (amarre de acero de refuerzo).
- Formaleteo de vigas (colocación de bandas).

- Instalación de perlines.
- Instalación de lámina colaborante o Corpalosa.
- Instalación de conectores de cortante.
- Colocación de acero de refuerzo negativo.
- Colocación de malla electrosoldada.
- Marcación y colocación de pases sanitarios.
- Retranque de placa de entrepiso.

Limites del proceso:

- ✓ Inicio: DESFORMALETEO DE COLUMNAS (Proceso predecesor).
- ✓ Final: FUNDIDA DE PLACA DE ENTREPISO (Proceso sucesor).

### **Conformación de cuadrillas para cada actividad**

La actividad de colocación de cerchas, párales y tableros se realiza con una cuadrilla conformada por un oficial y tres ayudantes de albañilería.

C (1x3).

La demarcación y cimbrada de vigas es realizada por el maestro y contra maestro de la obra. Estos conforman una cuadrilla de (2x0).

El transporte del acero de refuerzo del lugar de almacenamiento a su sitio de disposición final se realiza por dos cuadrillas conformadas cada una por un oficial y un ayudante de albañilería.

Una cuadrilla es quien la transporta del lugar de almacenamiento con la ayuda del elevador o malacate al nivel de la placa que se va a armar; y la otra cuadrilla es quien recibe el acero de refuerzo y lo coloca en el sitio de disposición final.

C (1x1).

El proceso de armada de vigas se realiza por seis cuadrillas conformadas cada una por un oficial y un ayudante. C (1x1).

El formateo de las vigas y colocación de bandas es realizado por tres cuadrillas, cada una conformada por un oficial y un ayudante. C (1x1).

La instalación y ensamble de los perlines o viguetas metálicas es realizada por dos cuadrillas, cada una conformada por un oficial y un ayudante.

La instalación de la lámina colaborante o Corpalosa es realizada por dos cuadrillas; una, conformada por un oficial y un ayudante quienes ubican la lámina en su sitio final de acople y la otra conformada por un soldador experimentado y su ayudante quienes finalmente traslapan con puntos de soldadura las Corpalosas. C (1x1).

La instalación de los conectores de cortante en la placa es realizada por la cuadrilla del soldador y su ayudante. C (1x1).

La colocación del acero de refuerzo negativo es realizada por una cuadrilla conformada por un oficial y un ayudante. C (1x1).

La actividad de colocar la malla electrosoldada o refuerzo por temperatura es realizada por una cuadrilla conformada por un oficial y un ayudante.

La marcación y colocación de los pases sanitarios es realizada por una cuadrilla de plomería conformada por un oficial y un ayudante.

Y por ultimo esta la actividad de retranque de la placa con tacos metálicos o párales, quien es realizada por un oficial y un ayudante de albañilería.

Posteriormente se concluye el proceso de la armada de la placa de entrepiso en Steel Deck con la fundida de esta.

### **16.1.2 Análisis proceso de armada de placa de entrepiso en sistema tradicional (casetón de lona)**

1. Identificar las actividades.
2. Relacionar las actividades.

#### **Actividades**

- Colocación de cerchas, tableros y párales.
- Demarcación y cimbrada de vigas, viguetas y tuberías.
- Transporte del acero de refuerzo.
- Armada de vigas y viguetas. (Amarre de acero de refuerzo).
- Colocación del refuerzo positivo y la torta de mortero.

- Colocación de tubería hidro-sanitaria y eléctrica.
- Disposición e instalación de casetones según la forma de las viguetas y tubería armada.
- Colocación de la malla de refuerzo por temperatura.
- Retranque de la placa.

Limites del proceso:

- ✓ Inicio: DESFORMALETEO DE COLUMNAS (Proceso predecesor).
- ✓ Final: FUNDIDA DE PLACA DE ENTREPISO (Proceso sucesor).

### **Conformación de cuadrillas para cada actividad**

La actividad de colocación de cerchas, párales y tableros se realiza con una cuadrilla conformada por un oficial y tres ayudantes de albañilería. C (1x3).

La demarcación y cimbrada de vigas es realizada por el maestro y contra maestro de la obra. Estos conforman una cuadrilla de (2x0).

El transporte del acero de refuerzo del lugar de almacenamiento a su sitio de disposición final se realiza por dos cuadrillas conformadas cada una por un oficial y un ayudante de albañilería. C (1x1).

El proceso de armada de vigas y viguetería es realizado por seis cuadrillas de albañilería, conformadas cada una por un oficial y un ayudante. C (1x1).

La colocación del refuerzo positivo y el mortero de la torta son realizadas por una cuadrilla conformada por un oficial y cuatro ayudantes de albañilería; entre estos se dividen las tareas de la colocación del refuerzo positivo, el transporte desde el lugar de elaboración del mortero para la torta hasta el sitio de su disposición final y su posterior acabado. C (1x4).

La colocación de las tuberías hidro-sanitarias y eléctricas son realizadas por dos cuadrillas (1x1); una de ellas conformada por un oficial y ayudante de plomería y la otra cuadrilla conformada por un oficial y un ayudante experimentados en instalaciones eléctricas de obras civiles.

La instalación de los casetones es realizada por una cuadrilla de albañilería, conformada por un oficial y tres ayudantes; quienes se encargan de su transporte y ubicación en el sitio de disposición final.

La colocación de la malla electrosoldada o refuerzo por temperatura es realizada por una cuadrilla de albañilería, conformada por un oficial y tres ayudantes.

Y por ultimo esta el retranque de la placa de entrepiso, con tacos metálicos o párales; la cual es realizado por una cuadrilla conformada por un oficial y un ayudante de albañilería.

Posteriormente se concluye el proceso de la armada de la placa de entrepiso aligerada con casetones de lona o sistema de placa tradicional con la fundida de esta.

## **16.2 CUADRO DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN AMBOS TIPOS DE SISTEMAS ESTRUCTURALES**

A partir de tiempos reales de cada una de las actividades que conforman el proceso de armado de una placa de entrepiso Steel Deck de 385m<sup>2</sup> para una edificación de uso residencial, tomados detalladamente durante el transcurso de la práctica y evaluando

también las circunstancias e imprevistos presentados cada vez que se armo una placa tipo, se tomo un promedio de tiempos en la ejecución de cada actividad líder; este análisis de tiempos conlleva a el calculo de rendimientos reales de mano de obra en este tipo de sistema estructural, para así poder tener claro un punto de referencia valido y llevar a cabo una comparación detallada con rendimientos de mano de obra en el proceso de armado de placas de entrepiso en el sistema tradicional (placas aligeradas con casetón de lona).

A continuación se muestra el análisis de rendimientos de mano de obra en ambos tipos de sistemas estructurales:

### **Sistema Estructural de Placas de Entrepiso Steel Deck**

Conformación de Cuadrillas para cada actividad líder:

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CUADRILLA</b>	<b>Nº DE CUADRILLAS</b>
Colocación cerchas, párales y tableros.	(1x3)	1
Demarcación y cimbrada de vigas.	(2x0)	1
Transporte del acero de refuerzo.	(1x1)	2
Armada de vigas.	(1x1)	6
Formaleteo de vigas.	(1x1)	3
Instalación de perlines.	(1x1)	2
Instalación de lámina colaborante o Corpalosa.	(1x1)	2
Instalación de conectores de cortante.	(1x1)	1
Colocación de acero de refuerzo negativo.	(1x1)	1
Colocación de malla electrosoldada.	(1x1)	1
Marcación y colocación de pases sanitarios.	(1x1)	1
Retranque de la placa.	(1x1)	1

Análisis de tiempos de ejecución de cada actividad y cantidades de obra para una placa de entrepiso tipo, en el sistema estructural Steel Deck:

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO EN ACTIVIDAD</b>	<b>CANTIDAD DE OBRA</b>
Colocación cerchas, párales y tableros.	2 Días (18h)	385m <sup>2</sup>
Demarcación y cimbrada de vigas.	0,67 Días (6h)	370,4ml
Transporte del acero de refuerzo.	1 Día (9h)	5509,6Kg
Armada de vigas.	2 Días (18h)	5509,6Kg
Formaleteo de vigas.	1,5 Días (13,5h)	370,4ml
Instalación de perlines.	2 Días (18h)	1920,43Kg
Instalación de lámina colaborante o Corpalosa.	2 Días (18h)	284,75m <sup>2</sup>
Instalación de conectores de cortante.	1,5 Días (13,5h)	380Un
Colocación de acero de refuerzo negativo.	0,22 Días (2h)	312Kg
Colocación de malla electrosoldada.	0,56 Días (5h)	380,7m <sup>2</sup>
Marcación y colocación de pases sanitarios.	0,56 Días (5h)	35 Pts
Retranque de la placa.	0,5 Días (4,5h)	385m <sup>2</sup>

La siguiente tabla ilustra los Rendimientos de mano de obra en horas Cuadrilla y en horas Hombre, a partir de tiempos reales y cantidades de obra tomadas en obra:

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RENDIMIENTO h-C</b>	<b>RENDIMIENTO h-H</b>
Colocación cerchas, párales y tableros.	0,0468h-C/m <sup>2</sup>	0,1870h-H/m <sup>2</sup>
Demarcación y cimbrada de vigas.	0,0162h-C/ml	0,0324h-H/ml
Transporte del acero de refuerzo.	0,0016h-C/Kg	0,0131h-H/Kg
Armada de vigas.	0,0033h-C/Kg	0,2352h-H/Kg
Formaleteo de vigas.	0,1093h-C/ml	0,6560h-H/ml
Instalación de perlines.	0,0187h-C/Kg	0,0187h-H/Kg
Instalación de lámina colaborante o Corpalosa.	0,1264h-C/m <sup>2</sup>	0,5057h-H/m <sup>2</sup>
Instalación de conectores de cortante.	0,0355h-C/Un	0,0711h-H/Un
Colocación de acero de refuerzo negativo.	0,0064h-C/Kg	0,0128h-H/Kg
Colocación de malla electrosoldada.	0,0131h-C/m <sup>2</sup>	0,0263h-H/m <sup>2</sup>
Marcación y colocación de pases sanitarios.	0,1429h-C/pto	0,2857h-H/pto
Retranque de la placa.	0,0117h-C/m <sup>2</sup>	0,0234h-H/m <sup>2</sup>

## Sistema Estructural de Placas de Entrepiso Tradicional (Casetones en Lona).

Conformación de Cuadrillas para cada actividad líder:

ACTIVIDAD	CUADRILLA	Nº DE CUADRILLAS
Colocación cerchas, párales y tableros.	(1x3)	1
Demarcación y cimbrada de vigas, viguetería y tuberías.	(2x0)	1
Transporte del acero de refuerzo.	(1x1)	2
Armada de vigas y viguetas.	(1x1)	6
Colocación refuerzo positivo y torta de mortero.	(1x4)	1
Colocación de tubería hidro-sanitaria y eléctrica.	(1x1)	2
Instalación de casetones.	(1x3)	1
Colocación de malla electrosoldada.	(1x3)	1
Retranque de la placa.	(1x1)	1

Análisis de tiempos de ejecución de cada actividad y cantidades de obra para una placa de entrepiso tipo, en el sistema estructural tradicional con Casetones de Lona:

ACTIVIDAD	TIEMPO EN ACTIVIDAD	CANTIDAD DE OBRA
Colocación cerchas, párales y tableros.	3 Días (27h)	385m <sup>2</sup>
Demarcación y cimbrada de vigas, viguetería y tuberías.	1,5 Días (13,5h)	1111,2ml
Transporte del acero de refuerzo.	2 Días (18h)	5775Kg
Armada de vigas y viguetas.	2,5 Días (22,5h)	5775Kg
Colocación refuerzo positivo y torta de mortero.	1 Día (9h)	385m <sup>2</sup>
Colocación de tubería hidro-sanitaria y eléctrica.	2 Días (18h)	80 Pts
Instalación de casetones.	1 Día (9h)	385m <sup>2</sup>
Colocación de malla electrosoldada.	0,5 Días (4,5 h)	380,7m <sup>2</sup>
Retranque de la placa.	1 Día (9h)	385m <sup>2</sup>

La siguiente tabla ilustra los Rendimientos de mano de obra en horas Cuadrilla y en horas Hombre, a partir de tiempos reales y cantidades de obra tomadas en obra:

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>RENDIMIENTO O h-C</b>	<b>RENDIMIENTO h-H</b>
Colocación cerchas, párales y tableros.	0,0701h-C/m <sup>2</sup>	0,2805h-H/m <sup>2</sup>
Demarcación y cimbrada de vigas, viguetería y tuberías.	0,0121h-C/ml	0,0243h-H/ml
Transporte del acero de refuerzo.	0,0062h-C/Kg	0,0249h-H/Kg
Armada de vigas y viguetas.	0,0234h-C/Kg	0,2805h-H/Kg
Colocación refuerzo positivo y torta de mortero.	0,0234h-C/m <sup>2</sup>	0,1169h-H/m <sup>2</sup>
Colocación de tubería hidro-sanitaria y eléctrica.	0,4500h-C/pto	1,8000h-H/pto
Instalación de casetones.	0,0234h-C/m <sup>2</sup>	0,0935h-H/m <sup>2</sup>
Colocación de malla electrosoldada.	0,0118h-C/m <sup>2</sup>	0,0473h-H/m <sup>2</sup>
Retranque de la placa.	0,0234h-C/m <sup>2</sup>	0,0468h-H/m <sup>2</sup>

Luego de llevar a cabo un análisis exhaustivo de tiempos en la realización y consecución de las actividades principales durante el proceso de construcción de placas de entrepiso en el sistema estructural Steel Deck y el sistema Tradicional (placas aligeradas con casetones de lona); se pueden evaluar y comparar rendimientos de mano de obra, y así tener dos puntos de comparación a nivel constructivo de estos dos sistemas; estableciendo con esto criterios de valoración para tener en cuentas las ventajas y desventajas en tiempo, de estos dos procesos de elaboración de placas y poder estimar que sistema es más o menos conveniente a nivel económico para inversiones futuras a nivel constructivo de obras civiles que necesiten uno de estos dos sistemas constructivos. A continuación podemos comparar los rendimientos de mano de obra en hora – Hombre, de cada actividad en el sistema Steel Deck y Tradicional:

### 16.3 COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS

#### Placa de entrepiso sistema tradicional (casetón de lona)

ACTIVIDADES PRINCIPALES	RENDIMIENTO h-H
Colocación cerchas, párales y tableros.	0,2805h-H/m2
Demarcación y cimbrada de vigas, viguetería y tuberías.	0,0243h-H/ml
Transporte del acero de refuerzo.	0,0249h-H/Kg
Armada de vigas y viguetas.	0,2805h-H/Kg
Colocación refuerzo positivo y torta de mortero.	0,1169h-H/m2
Colocación de tubería hidro-sanitaria y eléctrica.	1,8000h-H/pto
Instalación de casetones.	0,0935h-H/m2
Colocación de malla electrosoldada.	0,0473h-H/m2
Retranque de la placa.	0,0468h-H/m2

#### Placa de entrepiso sistema steel deck

ACTIVIDADES PRINCIPALES	RENDIMIENTO h-H
Colocación cerchas, párales y tableros.	0,1870h-H/m2
Demarcación y cimbrada de vigas.	0,0324h-H/ml
Transporte del acero de refuerzo.	0,0131h-H/Kg
Armada de vigas.	0,2352h-H/Kg
Formaleteo de vigas.	0,6560h-H/ml
Instalación de perlines.	0,0187h-H/Kg
Instalación de lámina colaborante o Corpalosa.	0,5057h-H/m2
Instalación de conectores de cortante.	0,0711h-H/Un
Colocación de acero de refuerzo negativo.	0,0128h-H/Kg
Colocación de malla electrosoldada.	0,0263h-H/m2
Marcación y colocación de pases sanitarios.	0,2857h-H/pto
Retranque de la placa.	0,0234h-H/m2

Con este paralelo de rendimiento de mano de obra se puede concluir, cuales son las actividades más productivas en cada proceso constructivo; y cuales son las que van a generar un costo directo relevante en la ejecución de la obra. Un factor importante en el análisis de estos rendimientos, es la conformación de las cuadrillas de trabajo para la realización de cada actividad (proceso que se describió con anterioridad).

El rendimiento de la mano de obra, esta en función del tiempo por hora Cuadrilla u hora Hombre que tarda en desempeñar y concluir de forma correcta cada actividad del proceso constructivo en la elaboración de placas de entrepiso, tanto en el Sistema Steel Deck como en el Sistema Tradicional. Rendimiento es la relación directa entre consumo de tiempo (horas), persona (Hombre) por cantidad de obra.

Mirando por ejemplo el rendimiento de la actividad “Colocación de cerchas, párales y tableros”; de ambos tipos de sistemas constructivos podemos concluir:

### **RENDIMIENTOS X HOMBRE (h-H/m<sup>2</sup>)**

#### **✓ Para Placa de entrepiso Sistema Tradicional:**

Colocación cerchas, párales y tableros      Rendimiento: 0.2805 h-H/m<sup>2</sup>.

Esto quiere decir que en 0.2805 horas, un Hombre realiza dicha actividad, o en dicho caso que en una hora, 0.2805 Hombres realizan la misma actividad.

#### **✓ Para Placa de entrepiso en Steel Deck:**

Colocación cerchas, párales y tableros      Rendimiento: 0.1870 h-H/m<sup>2</sup>.

Esto significa que en 0.1870 horas, un Hombre realiza dicha actividad.

Comparando ambos rendimientos podemos llegar a la conclusión; de que hay un mayor rendimiento hora Hombre en el Sistema de Placa de entrepiso Steel Deck que en el Sistema Tradicional, ya que la diferencia en tiempo es de casi 0.10 horas Hombre por cada metro cuadrado de placa.

### **RENDIMIENTOS X CUADRILLA (h-C/m<sup>2</sup>)**

#### **✓ Para Placa de entrepiso Sistema Tradicional:**

Para dicha actividad se utilizó una Cuadrilla conformada por un Oficial y tres Ayudantes de albañilería.

Colocación cerchas, párales y tableros      Rendimiento: 0.0701 h-C/m<sup>2</sup>.

Esto quiere decir que una cuadrilla conformada por 1 oficial y 3 ayudantes de albañilería, tarda en ejecutar dicha actividad 0.0701 horas por metro cuadrado.

#### **✓ Para Placa de entrepiso en Steel Deck:**

Para dicha actividad se utilizó una Cuadrilla conformada por un Oficial y tres Ayudantes de albañilería.

Colocación cerchas, párales y tableros      Rendimiento: 0.0468 h-C/m<sup>2</sup>.

Esto significa que los mismos hombres; 1 oficial y 3 ayudantes de albañilería, tardan en ejecutar dicha actividad en 0.0468 horas por metro cuadrado.

Concluyendo así, que observando el rendimiento de mano de obra en horas Hombre o en horas Cuadrilla de la actividad en cuestión; el Sistema Steel Deck saca ventaja, claro esta que esta es debido a los metros cuadrados de formaleta de madera; ya que en dicho sistema el entablado es menor, pues solo se coloca tableros de madera por donde van las vigas aéreas; generando de este modo menor cantidad de obra.

Esta disminución en número de formaleta o tableros de madera (1.40x0.70); genera un beneficio económico en el sistema estructural Steel Deck, ya que acarrea un ahorro en alquiler de tableros, lo que puede ser ventajoso a la hora de decidirse por alguno de estos dos sistema de construcción de placas de entepiso.

A continuación se va a hacer el análisis detallado de las otras actividades del proceso constructivo de los dos sistemas en cuestión.

### **Demarcación y cimbrada de Vigas**

#### **✓ Para Placa de entepiso Sistema Tradicional:**

Esta actividad no solo conlleva la Demarcación y cimbrada de vigas, sino también la demarcación de viguetas y tuberías (ya sea eléctrica e hidrosanitaria), en este sistema de entepiso.

Según tiempos en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

#### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/ml): 0,0243h-H/ml.

Es decir, que en la actividad de demarcación y cimbrada de vigas, viguetería y tubería; un hombre tarda 0.0243 horas por metro lineal de vigas en ejecutarla.

### **HORA-CUADRILLA:**

Para esta actividad se utilizó una Cuadrilla conformada por el maestro y contra maestro de albañilería; Cuadrilla de (2x0).

Rendimiento (h-C/ml): 0.0121h-C/ml.

Esta cuadrilla tarda en ejecutar dicha actividad 0.0121 horas por metro lineal.

### **✓ Para Placa de entepiso en Steel Deck:**

La actividad de demarcación de vigas en este sistema de placas de entepiso es más sencilla y se torna más rápida, pues estas placas no utilizan viguetería, y la tubería eléctrica no va embebida dentro de ella, lo que trae consigo ahorro en tiempo y un mayor rendimiento en mano de obra.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/ml): 0,0324h-H/ml.

Esta actividad produce un mayor rendimiento que en el sistema tradicional; pues un hombre tarda menos tiempo en ejecutar dicha actividad; 0.0324 horas por metro lineal de vigas.

### **HORA-CUADRILLA:**

Para esta actividad se utilizó la misma Cuadrilla que se utilizó en el sistema tradicional; conformada por el maestro y contra maestro de albañilería; Cuadrilla de (2x0).

Rendimiento (h-C/ml): 0.0162h-C/ml.

Esta cuadrilla tarda en ejecutar dicha actividad 0.0162 horas por metro lineal.

Comparando los rendimientos de la actividad “Demarcación y cimbrada de vigas” en ambos sistemas de placa de entepiso, podemos concluir; que debido a que en el sistema tradicional, aparte de demarcar vigas, se deben demarcar también viguetería y tubería, hay un mayor consumo de tiempo de trabajo en obra, lo que hace que en el sistema de placas Steel Deck halla un mejor rendimiento en esta actividad, pues la cantidad de obra en vigas es menor.

### **Transporte del Acero de Refuerzo**

Esta actividad como punto de comparación de ambos sistemas, es relevante en la ejecución del proceso de construcción de placas de entepiso ya que va a generar ventajas o atrasos en los rendimientos de mano de obra en actividades sucesoras.

#### **✓ Para Placa de entepiso Sistema Tradicional:**

Esta actividad consiste en el transporte del acero de refuerzo del sitio de almacenamiento temporal al lugar de disposición final, es decir al lugar correspondiente de cada viga y vigueta. El transporte del acero de refuerzo se hace por medio de una torre grúa, quien con la cuadrilla que envía el hierro de vigas y viguetas; y la cuadrilla que recibe el hierro, van a definir el rendimiento de dicha actividad.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/Kg): 0,0249h-H/Kg.

El rendimiento de un hombre en el transporte del herraje de vigas y viguetas es de 0.0249 horas por kilogramo de acero de refuerzo.

### **HORA-CUADRILLA:**

Las cuadrillas para esta actividad son dos de (1x1), conformadas por un oficial y un ayudante de albañilería. Su rendimiento es:

Rendimiento (h-C/Kg): 0.0062h-C/Kg.

El rendimiento por Cuadrilla es de 0.0062 horas por Kilogramo de acero de refuerzo.

### **✓ Para Placa de entrepiso en Steel Deck:**

Al igual que en el sistema tradicional, el transporte del acero de refuerzo depende del alcance que tengan las cuadrillas de trabajo y el rendimiento de la torre grúa.

A diferencia del sistema tradicional y debido a que el sistema Steel Deck maneja menores espesores de losa de entrepiso, la cantidad de hierro se reduce significativamente en un 15%; lo que puede generar una ventaja a la hora de programación y tiempos de actividades en obra.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/Kg): 0,0131h-H/Kg.

El rendimiento de un hombre en el transporte del hierro de refuerzo de vigas es de 0.0131 horas por kilogramo de acero de refuerzo.

### **HORA-CUADRILLA:**

Las cuadrillas para esta actividad son dos de (1x1), conformadas por un oficial y un ayudante de albañilería. Cuyo rendimiento según tiempos tomados en obra es:

Rendimiento (h-C/Kg): 0.0033h-C/Kg.

El rendimiento por Cuadrilla es de 0.0033 horas por Kilogramo de acero de refuerzo.

Haciendo la comparación debida entre ambos rendimientos, el sistema Steel Deck genera un mejor rendimiento en la actividad de transporte de acero de refuerzo pues la cantidad de hierro a transportar es menor que el utilizado para armar las placas tradicionales aligeradas.

### **Armada (Amarre Hierro) de Vigas**

El alcance de esta actividad en cuales quiera de los dos sistemas constructivos; depende exclusivamente, de cómo se conformen las cuadrillas y como sea su rendimiento en la ejecución del trabajo.

✓ **Para Placa de entepiso Sistema Tradicional:**

Esta actividad consiste en el amarre del acero de refuerzo de vigas y viguetas.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

**HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/Kg): 0,2805h-H/Kg.

El rendimiento de un hombre en el amarre del herraje de vigas y viguetas es de 0.2805 horas por kilogramo de acero de refuerzo.

**HORA-CUADRILLA:**

El amarre de todas las vigas y viguetas que conforman una placa de entepiso tradicional de 385m<sup>2</sup>, se hace con seis cuadrillas de albañilería; conformadas por un oficial y un ayudante. Quienes generan un rendimiento de mano de obre de:

Rendimiento (h-C/Kg): 0.0234h-C/Kg.

El rendimiento por cuadrilla es de 0.0234 horas por Kilogramo de acero de refuerzo amarrado.

✓ **Para Placa de entepiso en Steel Deck:**

A diferencia del sistema tradicional de placas de entepiso que tiene vigas y viguetas; en el sistema Steel Deck se amarra solo el hierro de las vigas aéreas, esto genera ahorro de tiempo a la hora de concluir la actividad.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

**HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/Kg): 0,2352h-H/Kg.

Esto quiere decir que un hombre en el amarre del acero de refuerzo de las vigas aéreas tarda 0.2352 horas por kilogramo de acero de refuerzo.

**HORA-CUADRILLA:**

Al igual que con las placas de entepiso tradicionales, la conformación de las cuadrillas para el amarre del acero de refuerzo de las placas del sistema Steel Deck es la misma; seis cuadrillas de (1x1), conformadas por un oficial y un ayudante de albañilería.

Rendimiento (h-C/Kg): 0.0196h-C/Kg.

Esto significa que cada cuadrilla de albañilería tarda 0.0016 horas por Kilogramo de hierro en ejecutar dicha actividad.

Comparando los rendimientos de mano de obra de la actividad “Amarre de Acero de refuerzo de Vigas”, se concluye que debido a que en el sistema Steel Deck se usa menos

acero para armar las vigas aéreas; esto genera un mejor rendimiento en dicha actividad en comparación con el sistema de placas de entrepiso tradicionales.

Las actividades anteriormente analizadas son comunes para ambos tipos de sistemas estructurales, por lo que se pudo hacer una comparación directa de rendimientos de mano de obra, logrando así saber cual hasta ahora de los dos sistemas alcanza mayor ventaja a nivel de tiempos de ejecución de obra.

Posteriormente se analizaran el resto de actividades independientes para cada sistema y al final de su análisis se complementaran para poder confrontar rendimientos reales de mano de obra.

✓ **Para Placa de entrepiso Sistema Tradicional:**

**Colocación refuerzo positivo y torta de mortero**

Esta actividad consiste en la colocación de la malla o refuerzo positivo de la placa de entrepiso; así como la elaboración y posterior proceso de fundida de la torta de mortero. El rendimiento de esta actividad en este sistema depende directamente de cómo se maneje la conformación de las cuadrillas y el rendimiento individual de cada hombre.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

**HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/m<sup>2</sup>): 0,1169h-H/m<sup>2</sup>.

Esto significa que un hombre empeña 0.1169 horas por metro cuadrado de placa, en la ejecución de esta actividad.

### **HORA-CUADRILLA:**

Esta actividad es realizada por una cuadrilla de albañilería de (1x4); conformada por un oficial y cuatro ayudantes.

Rendimiento (h-C/m<sup>2</sup>): 0.0234h-C/m<sup>2</sup>.

Es decir, una cuadrilla de albañilería de (1x 4) tarda en realizar esta actividad 0.0234 horas por metro cuadrado de placa.

### **Colocación de tubería hidro-sanitaria y eléctrica**

Esta actividad consiste en la demarcación e instalación de la tubería para puntos sanitarios, hidráulicos y eléctricos; que tengan que ir embebidos dentro de placa aligerada. Su rendimiento se saca a partir de cuanto tiempo tarda un ayudante de plomería y un ayudante eléctrico en colocar un punto.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/pto): 1,8000h-H/pto.

Esto significa que un ayudante de plomería gasta 1.8000 horas en la demarcación y colocación de un punto sanitario, al igual que un ayudante eléctrico colocando un punto.

### **HORA-CUADRILLA:**

La actividad de demarcación y colocación de la tubería hidro-sanitaria y eléctrica; es realizada en obra por dos cuadrillas; una de ellas de plomería, conformada por un oficial y un ayudante; y la otra por una cuadrilla de electricistas, conformada por un oficial y un ayudante eléctrico.

Su rendimiento hora Cuadrilla esta dado por punto demarcado e instalado.

Rendimiento (h-C/pto): 0.4500h-C/pto.

Es decir cada cuadrilla de (1x1); tarda 0.4500 horas en realizar el trabajo de demarcación e instalación de un punto hidro-sanitario y eléctrico.

### **Instalación de Casetones de Lona**

Esta actividad consiste en la colocación del aligeramiento de la placa de entrepiso tradicional; es decir la instalación de los Casetones de Lona. El rendimiento de este trabajo esta en función del tiempo por metro cuadrado de placa que un hombre pueda colocar.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/m<sup>2</sup>): 0.0935h-H/m<sup>2</sup>.

Esto quiere decir que un hombre tarda en instalar por metro cuadrado de casetón 0.0935 horas.

### **HORA-CUADRILLA:**

Esta actividad es realizada por una cuadrilla de albañilería de (1x3), conformada por un oficial y tres ayudantes de construcción. El rendimiento de la cuadrilla esta en función de cuanto casetón pueden poner por metro cuadrado de placa.

Rendimiento (h-C/m<sup>2</sup>): 0.0234h-C/m<sup>2</sup>.

Esto significa que una cuadrilla de albañilería de (1x3); ejecuta esta actividad por metro cuadrado en 0.0234 horas.

### **Colocación de Refuerzo por temperatura o Malla electrosoldada**

En el proceso de elaboración de placas aligeradas con el sistema tradicional de casetones de lona; posteriormente a la instalación de los casetones; continúa la colocación del refuerzo negativo por temperatura o malla electrosoldada (superior). El rendimiento de esta actividad esta en el tiempo que tarda en instalar un metro cuadrado de malla.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/m<sup>2</sup>): 0.0473h-H/m<sup>2</sup>.

Esto indica, que un hombre tarda 0.0473 horas en colocar un metro cuadrado de malla electrosoldada.

### **HORA-CUADRILLA:**

La colocación del refuerzo negativo por temperatura o malla electrosoldada se realiza con una cuadrilla de albañilería de (1x3), conformada por un oficial y tres ayudantes.

Su rendimiento por metro cuadrado de malla electrosoldada es:

Rendimiento (h-C/m<sup>2</sup>): 0.0118h-C/m<sup>2</sup>.

La cuadrilla conformada por un oficial y tres ayudantes de construcción realizan la actividad de instalación del refuerzo negativo por temperatura en 0.0118 horas por metro cuadrado de malla.

### **Retranque de Placa Aligerada**

Esta actividad consiste en la colocación de párales o tacos metálicos de refuerzo, para sostener la torta de concreto; a la hora de la fundida de la placa, para que esta no se escurra.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/m<sup>2</sup>): 0.0468h-H/m<sup>2</sup>.

Esto simplifica, que un hombre ejecuta la actividad de "Retranque de placa" por metro cuadrado en 0.0468 horas.

## **HORA-CUADRILLA:**

La distribución de las cuadrillas para la actividad de Retranque de placa aligerada; esta dada por: un oficial y un ayudante de albañilería. Cuadrilla (1x1). Su rendimiento esta en función del tiempo por metro cuadrado de placa.

Rendimiento (h-C/m<sup>2</sup>):  $0.0234h-C/m^2$ .

El rendimiento de la cuadrilla de (1x1) es de 0.0234 horas por metro cuadrado de placa.

A continuación se concluirá el análisis de los rendimientos de mano de obra de las actividades, del sistema estructural de placas de entrepiso Steel Deck.

### **✓ Para Placa de entrepiso en Steel Deck:**

## **Formaleteo de Vigas**

Posteriormente al proceso de amarre de vigas aéreas; continua la actividad de formaleteo de vigas o colocación de bandas de madera para las mismas. Este proceso es paralelo al armado de las vigas por lo que permite un mejor rendimiento en obra; al ejecutar dichas actividades.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

## **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/ml):  $0.6560h-H/ml$ .

Esto significa; que un ayudante de construcción ejecuta la actividad de formateo de vigas por metro lineal en 0.6560 horas.

#### **HORA-CUADRILLA:**

Las cuadrillas utilizadas para esta actividad son: tres cuadrillas de (1x1); cada una conformada por un oficial y un ayudante de albañilería. Su rendimiento esta en función del tiempo por metro lineal de vigas.

Rendimiento (h-C/ml):  $0.1093h-C/ml$ .

Cada cuadrilla ejecuta esta actividad por metros lineales de vigas armadas en 0.1093 horas.

#### **Instalación de Perlines**

Esta actividad consiste en la instalación; desde el transporte del sitio de almacenamiento temporal al sitio de disposición final en la placa de entrepiso, hasta el ensamble del perlin o vigueta metálica en las vigas aéreas. El rendimiento de esta actividad depende del rendimiento que brinde la torre grúa al izar los perlines y llevarlos al sitio de disposición final, y las cuadrillas que envían y reciben las viguetas metálicas.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

#### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/Kg):  $0.0750h-H/Kg$ .

Esto indica que el rendimiento de esta actividad es 0.0187 horas por Kilogramo de vigueta.

#### **HORA-CUADRILLA:**

La conformación de las cuadrillas para esta actividad es la siguiente: Dos cuadrillas de albañilería de (1x1); conformadas por un oficial y un ayudante. Su rendimiento se detalla a continuación:

Rendimiento (h-C/Kg): 0.0187h-C/Kg.

Esto indica que una cuadrilla conformada por un oficial y un ayudante de albañilería, tiene un rendimiento de 0.0187 horas por kilogramo de perlin instalado en el sitio de disposición final.

#### **Instalación de Lámina Colaborante o Corpalosa**

Esta actividad consiste en la instalación; desde el transporte del sitio de almacenamiento temporal al sitio de disposición final en la placa de entepiso, hasta la colocación de la lámina Colaborante o Corpalosa en las viguetas metálicas o perlines. El rendimiento de esta actividad depende del rendimiento que brinde la torre grúa al izar las láminas Colaborantes o Corpalosas; y llevarlas al sitio de disposición final, así como de la agilidad y el alcance que tengan las cuadrillas que manipulan las láminas en el proceso de envío y recepción al sitio de disposición final.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/m<sup>2</sup>): 0.5057h-H/m<sup>2</sup>.

Este rendimiento describe, que un hombre ejecuta esta actividad por metro cuadrado en un lapso de 0.5057 horas.

### **HORA-CUADRILLA:**

La actividad de instalación de las láminas Colaborantes o Corpalosas se realiza con dos cuadrillas conformadas por un oficial y un ayudante de albañilería; quienes se encargan del envío, recepción y colocación final en el sitio. Su rendimiento esta en función de en cuanto tiempo pueden instalar un metro cuadrado de lámina.

Rendimiento (h-C/m<sup>2</sup>): 0.1264h-C/m<sup>2</sup>.

Este rendimiento nos indica que una cuadrilla conformada por un oficial y un ayudante de albañilería instalan un metro cuadrado de lámina Colaborante en un periodo de 0.1264 horas.

### **Instalación de Conectores de Cortante**

Esta actividad consiste en la instalación, mediante un proceso de soldadura de electrodo de los conectores de cortante a la lámina a lo largo de los perlines; pues como se menciono anteriormente en la descripción del proceso constructivo; estos aumentan la sección efectiva de las viguetas metálicas o perlines. Este trabajo es ejecutado por mano de obra calificada; es decir soldadores certificados y experimentados. Los rendimientos están en función de las unidades de conectores soldados.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

#### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/m<sup>2</sup>): 0.0711h-H/Un.

Esto indica que un soldador instala un conector de cortante en 0.0711 horas; esto incluye transporte y manipulación de equipo al sitio de trabajo, así como demarcación y alineación de la ubicación final de los conectores.

#### **HORA-CUADRILLA:**

Esta actividad es realizada por una cuadrilla de soldadores de (1x1); conformada por un oficial y su respectivo ayudante de soldadura. Su rendimiento de mano de obra es:

Rendimiento (h-C/Un): 0.0355h-C/Un.

Una cuadrilla formada por un oficial y un ayudante de soldadura; ejecutan esta actividad en 0.0355 horas por unidad de conector de cortante.

#### **Colocación de Acero de refuerzo negativo**

Esta actividad consiste en el amarre del hierro de refuerzo negativo; que como se menciona en la descripción del proceso constructivo este refuerzo contrarresta el esfuerzo de tracción superior generado por las cargas en la losa, este acero de refuerzo negativo va colocado en la cara de los apoyos de los perlines. El rendimiento de esta actividad depende directamente de la capacidad de trabajo de la mano de obra.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

#### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/Kg): 0.0128h-H/Kg.

Este rendimiento indica que un hombre en ejecutar esta actividad “Amarre de Acero de refuerzo negativo” demora 0.0128 horas por kilogramo.

#### **HORA-CUADRILLA:**

El amarre del hierro de refuerzo negativo, se hace con una cuadrilla de albañilería (1x1), conformada por un oficial y un ayudante de construcción. Su rendimiento hora Cuadrilla es:

Rendimiento (h-C/Kg): 0.0064h-C/Kg.

El rendimiento de una cuadrilla conformada por un oficial y un ayudante de construcción; en el proceso de amarre de refuerzo negativo en la elaboración de una placa de entrepiso en el sistema Steel Deck es de 0.0064 horas por kilogramo de acero de refuerzo.

#### **Colocación de malla electrosoldada**

En el proceso de elaboración de placas de entrepiso Steel Deck; posteriormente a la instalación de los conectores de cortante y el amarre del refuerzo negativo; continúa la colocación del refuerzo negativo por temperatura o malla electrosoldada. El rendimiento de esta actividad esta en función del tiempo que se tarde en la colocación y amarre de un metro cuadrado de malla.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

#### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/m<sup>2</sup>): 0.0263h-H/m<sup>2</sup>.

Este valor indica que el tiempo que tarda un hombre en colocar un metro cuadrado de malla electrosoldada es de 0.0263 horas.

#### **HORA-CUADRILLA:**

La colocación del refuerzo negativo por temperatura o malla electrosoldada se realiza con una cuadrilla de albañilería de (1x1), conformada por un oficial y un ayudante de construcción. Su rendimiento por metro cuadrado de malla electrosoldada es:

Rendimiento (h-C/m<sup>2</sup>): 0.0131h-C/m<sup>2</sup>.

La cuadrilla conformada por un oficial y un ayudante de construcción; realiza la actividad de instalación del refuerzo negativo por temperatura en 0.0131 horas por metro cuadrado de malla.

Al hacer un paralelo con el rendimiento hora Hombre hallado en el sistema de placa de entrepiso tradicional, podemos darnos cuenta que ese sistema genera un mejor rendimiento de mano de obra que el sistema Steel Deck, pues tiene una mejor distribución de cuadrillas lo que hace que halla un mayor desempeño en obra.

## **Marcación y Colocación de pases Sanitarios**

Esta actividad consiste en la demarcación e instalación de los puntos o pases sanitarios, que tengan que ir dentro de la losa de entepiso en Steel Deck. Su rendimiento se saca a partir de cuanto tiempo tarda un ayudante de plomería en instalar un punto.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/pto): 0.2857h-H/pto.

Este rendimiento indica que un plomero tarda en la demarcación e instalación de un punto sanitario 0.2857 horas.

### **HORA-CUADRILLA:**

La actividad de demarcación y colocación de los puntos sanitarios; es realizada en obra por una cuadrilla de plomería, conformada por un oficial y un ayudante.

Su rendimiento hora Cuadrilla esta dado por punto demarcado e instalado.

Rendimiento (h-C/pto): 0.1429h-C/pto.

Es decir cada cuadrilla de (1x1) de plomería; tarda 0.1429 horas en realizar el trabajo de demarcación e instalación de un punto sanitario.

Al comparar esta actividad con el sistema tradicional; el sistema Steel Deck lo aventaja pues dentro de estas placas no hay tubería embebida; ya que en el sistema de placas permite dejar el pase, para después descolgar la tubería bajo la placa.

## **Retranque de Placa Steel Deck**

Esta actividad consiste en la colocación de párales o tacos metálicos de refuerzo, para apuntalar las láminas colaborantes o corpalosas; a la hora de la fundida de la placa, para que estas no se escurran.

Según los tiempos tomados en obra este rendimiento en h-H y h-C es:

### **HORA-HOMBRE:**

Rendimiento (h-H/m<sup>2</sup>): 0.0234h-H/m<sup>2</sup>.

Esto simplifica, que un hombre ejecuta la actividad de “Retranque de placa” por metro cuadrado en 0.0234 horas.

### **HORA-CUADRILLA:**

La distribución de las cuadrillas para la actividad de Retranque de placa de entepiso armada con lámina Colaborante o Corpalosa; esta dada por: un oficial y un ayudante de albañilería. Cuadrilla (1x1). Su rendimiento esta en función del tiempo por metro cuadrado de placa.

Rendimiento (h-C/m<sup>2</sup>): 0.0117h-C/m<sup>2</sup>.

El rendimiento de la cuadrilla de (1x1) es de 0.0117 horas por metro cuadrado de placa.

El análisis de los rendimientos de mano de obra, de todas las actividades que conforman los dos procesos constructivos de placas de entepiso; generan ventajas y desventajas en

ambos tipos de sistemas, pues el que halla un mejor rendimiento en ciertas actividades en un sistema que en otro, radica en como se conformaron cada equipo o cuadrillas de trabajo para realizar y ejecutar de forma correcta y eficiente cada actividad.

También depende de la cantidad de obra en cada uno de los dos sistemas, pues el área equivalente de la placa construida es la misma; pero los elementos que la conforman como el acero de refuerzo, casetones, láminas de corpalosa, perlínes, etc; permiten que los rendimientos varíen notoriamente ya que sus cantidades no son equivalentes; y los rendimientos se hallan a partir de cantidad de obra ejecutada en tiempo real de construcción.

El rendimiento tanto individual de ayudantes y oficiales de construcción; como en conjunto de las cuadrillas conformadas para cada actividad; depende también de la habilidad y experiencia con que cuenta cada uno de ellos, pues de acuerdo a la calidad de la mano de obra; a unas cuadrillas les rendirá más que a otras desempeñando una misma tarea o actividad en obra.

Después de hacer un análisis detallado de los rendimientos de mano de obra; en cada una de las actividades que conforman el proceso de construcción de placas de entrepiso, de los sistemas Steel Deck y sistema tradicional, podemos observar el presupuesto y análisis de precios unitarios de la estructura del proyecto, en ambos sistemas de placas de entrepiso; y justamente poder evaluar cual de los dos sistemas es más ventajoso en cuanto a alcance económico y precio del proyecto.

A continuación se muestran los ítems que se analizarán; en la estructura del proyecto Vicenza, para hacer el paralelo entre los presupuestos de ambos sistemas constructivos; podemos observar que en las tablas se describe el ítem, su unidad de medida y la cantidad de obra a ejecutar:

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
------	-------------	--------	----------

### 3.00 ESTRUCTURA

3.01	Pantallas en concreto e= 0.30	M2	189.00
3.02	Pantallas en concreto e= 0.25	M2	376.00
3.03	Placas Entrepiso en Casetón de Lona	M2	<b>5,064.00</b>
3.04	Placa en concreto Maciza 20cm	M2	587.00
3.05	Columnas en concreto	M3	<b>416.00</b>
3.06	Rampas en concreto	M3	30.00
3.07	Escaleras en concreto	M3	14.00
3.08	Tanque de Agua Subterráneo	M3	44.00

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
------	-------------	--------	----------

### 3.00 ESTRUCTURA

3.01	Pantallas en concreto e= 0.30	M2	189.00
3.02	Pantallas en concreto e= 0.25	M2	376.00
3.03	Placas Entrepiso en Steel Deck	M2	<b>5,064.00</b>
3.04	Placa en concreto Maciza 20cm	M2	587.00
3.05	Columnas en concreto	M3	<b>416.00</b>
3.06	Rampas en concreto	M3	30.00
3.07	Escaleras en concreto	M3	14.00
3.08	Tanque de Agua Subterráneo	M3	44.00

El ítem relevante, base de este análisis es el 3.03 en ambas tablas; construcción de placas de entrepiso en el sistema tradicional y en el sistema Steel Deck. Por eso solo se va a mirar el Análisis de Precios Unitarios de este ítem.

Para el sistema de Placas de entrepiso Sistema Tradicional:

**PROYECTO: EDIFICIO VICENZA**

**ITEM: 3.03**

**ACTIVIDAD: PLACA ENTREPISO ALIGERADA EN CASETON DE LONA**

**UNIDAD: M2**

**1. MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	% DESPERDICIO	V. UNITARIO	V. PARCIAL
CONCRETO PREMEZCLADO 3000PSI	M3	0.17	1.03	206,712.00	36,195.27
MORTERO 1:4	M3	0.04	1.05	222,750.00	9,355.50
HIERRO PROMEDIO PDR-60	KG	4.50	1.00	4,656.24	20,953.08
ALAMBRE NEGRO N° 18	KG	0.14	1.05	3,390.68	498.43
ALAMBRE GALVANIZADO N° 12	KG	0.02	1.05	4,379.00	91.96
MALLA ELECTROSOLDADA M-188	UN	0.08	1.05	102,750.48	8,631.04
PUNTILLA 21/2"	LB	0.02	1.05	2,359.44	49.55
ACPM	GL	0.04	1.05	4,434.00	186.23
CASETON EN LONA	ML	1.00	1.00	8,000.00	8,000.00

<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>	<b>83,961.06</b>
-----------------------------	------------------

**2. MAQUINARIA Y EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	V. UNITARIO	RENDIMIENTO	V. PARCIAL
VIBRADOR ELECTRICO	DIA	81,200.00	0.2	16,2400.00
PARAL METALICO	DIA	81.20	1.00	81.20
CERCHA METALICA L=3.0m	DIA	81.20	1.00	81.20
TABLERO DE MADERA 1.40X0.70	DIA	116.00	1.00	116.00
FORMALETA METALICA METALEX	M2	1,526.00	0.88	1,343.00

<b>SUB-TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	<b>17,861.57</b>
--------------------------------------	------------------

**3. MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	V. CUADRILLA	RENDIMIENTO	V. PARCIAL
CUADRILLA ALBAÑILERIA (1X2)	HC	14,817.28	1.10	16,299.01

<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>16,299.01</b>
-------------------------------	------------------

<b>TOTAL PRESUPUESTADO</b>	<b>118,121.63</b>
----------------------------	-------------------

El análisis de precios unitarios de esta actividad indica; que por cada metro cuadrado de placa de entrepiso aligerada con casetón de lona; se paga 118,121.63 pesos.

Para el sistema de Placas de entrepiso Steel Deck:

**PROYECTO: EDIFICIO VICENZA**

**ITEM: 3.03**

**ACTIVIDAD: PLACAS ENTREPISO CORPALOSA 1.5"**

**UNIDAD: M2**

**1. MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	% DESPERDICIO	V. UNITARIO	V. PARCIAL
CONCRETO PREMEZCLADO 3000PSI	M3	0.08	1.03	206,712.00	17,033.07
ALAMBRE NEGRO N°18	KG	0.56	1.05	3,390.68	1,993.72
HIERRO PROMEDIO PDR-60	KG	3.50	1.00	4,656.24	16,296.84
MALLA ELECTROSOLDADA	UN	0.02	1.00	102,750.48	2,055.01
CORPALOSA 1.5" CAL 22	M2	1.00	1.00	26,301.72	26,301.72

<b>SUB-TOTAL MATERIALES</b>	<b>63,680.36</b>
-----------------------------	------------------

**2. MAQUINARIA Y EQUIPO**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	V. UNITARIO	RENDIMIENTO	V. PARCIAL
VIBRADOR ELECTRICO	DIA	81,200.00	0.2	16,240.00
PARAL METALICO	DIA	81.20	1.00	81.20
CERCHA METALICA L=3.0m	DIA	81.20	1.00	81.20
TABLERO DE MADERA 1.40X0.70	DIA	1160.00	1.00	116.00
FORMALETA METALICA METALEX	DIA	1,379.15	0.51	703.37

<b>SUB-TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	<b>17,221.77</b>
--------------------------------------	------------------

**3. MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	V. CUADRILLA	RENDIMIENTO	V. PARCIAL
CUADRILLA ALBAÑILERIA (1X1)	HC	11,686.28	0.67	7,829.81

<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>	<b>7,829.81</b>
-------------------------------	-----------------

#### 4. SUBCONTRATOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	V. UNITARIO	CANTIDAD	V. PARCIAL
SOLDADURA				20,000.00

<b>SUB-TOTAL SUBCONTRATOS</b>	20,000.00
-------------------------------	-----------

<b>TOTAL PRESUPUESTADO</b>	108,731.94
----------------------------	------------

El análisis de precios unitarios de esta actividad indica; que por cada metro cuadrado de placa de entepiso armada con Corpalosa de 1.5"; se paga 108,731.94 pesos.

Haciendo una comparación directa de los precios, de cada uno de estos procesos de construcción; podemos ver que el costo no pasa del 8.0%; ya que la diferencia en valor monetario es de 9,389.69 pesos por metro cuadrado de placa, a favor de las placas de entepisos armadas en el sistema Steel Deck, es decir las armadas con Corpalosa de 1.5".

Esto indica que armar placas de entepiso en el Sistema Steel Deck es económicamente más rentable, que el armar placas de entepiso aligeradas con casetones de lona; ya que al comparar el valor global de cantidad de obra la diferencia de costos se refleja un poco más.

Esta diferencia la podemos ver a continuación, en el siguiente presupuesto de estructura del proyecto:

**PRESUPUESTO ESTRUCTURA PROYECTO VICENZA (PLACA TRADICIONAL)**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	V. UNITARIO	V. PARCIAL
------	-------------	--------	------	-------------	------------

**3.00 ESTRUCTURA**

3.01	Pantallas en concreto e= 0.30	M2	189.00	509,985.17	96,387,197.66
3.02	Pantallas en concreto e= 0.25	M2	376.00	467,402.50	175,743,340.29
3.03	Placas Entrepiso en Casetón de Lona	M2	5,064.00	118,121.63	598,167,951.43
3.04	Placa en concreto Maciza 20cm	M2	587.00	107,527.14	63,118,430.39
3.05	Columnas en concreto	M3	416.00	477,591.30	198,677,979.79
3.06	Rampas en concreto	M3	30.00	62,866.56	1,885,996.80
3.07	Escaleras en concreto	M3	14.00	544,435.20	7,622,092.86
3.08	Tanque de Agua Subterráneo	M3	44.00	616,920.47	27,144,500.73

<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>1,168,747,489.95</b>
----------------------	-------------------------

ADMINISTRACION 10%	116,874,749.00
IMPREVISTOS 5%	58,437,374.50
UTILIDADES 7%	81,812,324.30
IVA SOBRE UTILIDAD 16%	13,089,971.89
<b>COSTO INDIRECTO</b>	<b>270,214,419.68</b>

<b>COSTO TOTAL</b>	<b>1,438,961,909.63</b>
--------------------	-------------------------

A continuación se observa el presupuesto de obra para el Sistema Steel Deck:

**PRESUPUESTO ESTRUCTURA PROYECTO VICENZA (PLACAS EN CORPALOSA DE 1.5")**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
------	-------------	--------	----------	----------------	---------------

**3.00 ESTRUCTURA**

3.01	Pantallas en concreto e= 0.30	M2	189.00	509,985.17	96,387,197.66
3.02	Pantallas en concreto e= 0.25	M2	376.00	467,402.50	175,743,340.29
3.03	Placas Entrepiso en Steel Deck	M2	5,064.00	108,731.94	550,618,535.07
3.04	Placa en concreto Maciza 20cm	M2	587.00	107,527.14	63,118,430.39
3.05	Columnas en concreto	M3	416.00	477,591.30	198,677,979.79
3.06	Rampas en concreto	M3	30.00	62,866.56	1,885,996.80
3.07	Escaleras en concreto	M3	14.00	544,435.20	7,622,092.86
3.08	Tanque de Agua Subterráneo	M3	44.00	616,920.47	27,144,500.73

<b>COSTO DIRECTO</b>	1,121,198,073.59
----------------------	------------------

ADMINISTRACION 10%	112,119,807.36
IMPREVISTOS 5%	56,059,903.68
UTILIDADES 7%	78,483,865.15
IVA SOBRE UTILIDAD 16%	12,557,418.42
<b>COSTO INDIRECTO</b>	259,220,994.61

<b>COSTO TOTAL</b>	1,380,419,068.21
--------------------	------------------

Al observar las casillas que se encuentran en color podemos notar la diferencia en costos, de ambos sistemas de placas de entrepiso. Según estos presupuestos de la estructura del Edificio Vicenza, se puede concluir que el Sistema Steel Deck genera un ahorro del 4.07% en el costo directo total de la estructura frente al sistema de placas de entrepiso tradicional.

Esto significa que la diferencia en costo no es trascendental; pero es significativa a la hora de invertir en un proyecto de grandes magnitudes como el que se ejecuto durante el desarrollo de la practica.

## CONCLUSIONES

- En la realización de esta práctica se pudo alcanzar el objetivo principal propuesto; ya que se logro hacer un seguimiento detallado y estructurado del sistema constructivo de placas de entrepiso armadas en Steel Deck en edificaciones de uso residencial en la ciudad de Bucaramanga. Ya que este sistema era novedoso en nuestra ciudad, pues solo se estaba utilizando en construcciones cuyos diseños estructurales generaban luces muy grandes entre columnas; como por ejemplo en centros comerciales y estacionamientos.
- Se pudo observar que este sistema estructural de placas de entrepiso genera beneficios no solo en costo y presupuesto; sino también en rendimientos de mano de obra.
- Uno de los logros más relevantes e importantes obtenidos en la ejecución de esta práctica, fue que se pudo generar una evaluación en tiempo real de rendimientos de mano de obra de cada una de las actividades que comprendían el proceso final de armada y respectiva fundida de placas de entrepiso en este sistema estructural.
- La realización del aporte de este proyecto generó una comparación detallada de rendimientos de mano de obra y presupuesto entre dos sistemas de placas de entrepiso, como lo son, el Sistema Tradicional de Placas de entrepiso aligeradas con Casetones y el Sistema de Placas Steel Deck. Esto hace que a la hora de evaluar ventajas y desventajas de cada uno de estos sistemas estructurales evaluemos tiempos reales de ejecución de actividades en obra. Este paralelo o comparación de rendimientos y costos, es un seguimiento para evaluar los pro y contras de dos

- sistemas estructurales que generan beneficios a nivel constructivo en edificaciones de uso residencial.
- Observando el Análisis de precios unitarios de ambos sistemas de placas de entrepiso, notamos que el sistema de placas de entrepiso Steel Deck genera un ahorro del 4.07% en el costo directo del presupuesto total, frente al sistema de placas de entrepiso aligeradas con casetón; podemos concluir entonces que la diferencia en costo directo no es tan excesiva; pero si agrega valor y es significativa a la hora de invertir en un proyecto de gran envergadura.
- A nivel constructivo el sistema de placas de entrepiso Steel Deck trae muchas ventajas; pues gracias al trabajo en conjunto de sus elementos estructurales Acero-Concreto logra aligerar las cargas de la estructura.
- Otra de las ventajas de este sistema de placas de entrepiso es que permite fundir losas más delgadas, generando consigo ahorro de concreto.
- Durante el transcurso de la realización de la práctica la función del Ingeniero Auxiliar de Calidad en Obra fue gratificante, fructífera y enriquecedora ya que además de verificar el cumplimiento de cada uno de los estándares de calidad, la función principal fue la de establecer una conciencia de registro de las actividades en cada una de las personas que componían un equipo de trabajo.
- A lo largo de la ejecución y realización de la práctica se manejo un Sistema de Gestión de Calidad a nivel del proceso de construcción, ya que el trabajo realizado fue directamente en obra; y se hizo énfasis en buscar la calidad tanto de materiales, maquinaria, como manejo de personal y control de la seguridad social e industrial.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98
- Revistas Construdata-Informática para la construcción- Ediciones actuales, LEGIS.
- Manuales y folletos Corpacero-Corporación de acero.
- Documentos y especificaciones técnicas facilitados por el tutor de la constructora.