

**CONTROL Y SEGUIMIENTO EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD RESIDENCIAL LAS PACHAS**

INDY HORTENSIA DONADO MARTINEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENERIAS FISICOMECHANICAS
ESCULA DE INGENERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2014**

**CONTROL Y SEGUIMIENTO EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD RESIDENCIAL LAS PACHAS**

INDY HORTENSIA DONADO MARTINEZ

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de
Ingeniero Civil**

**DIRECTOR
ALVARO REY SOTO
Ingeniero Civil**

**TUTOR
ALVARO ORTIZ SEPULVEDA
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUOLA DE INGENERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2014

*A DIOS,
Por ser mi fortaleza en cada momento.*

*A mi abue y madre,
por ser mi punto de apoyo firme y constante.*

*A mis dos chiquis: Mabe & Josep,
por hacer que mi mundo esté lleno de travesuras.*

*A mi gran amor SAVO,
por tu apoyo incondicional.*

*A Sammy,
mi compañero fiel.*

AGRADECIMIENTO

A Julio Cesar Pinillos, por ser mi guía y mi gran maestro, sin sus consejos esto no hubiese sido posible.

A Armando, por brindarme ese amor de padre.

A mi daddy Jose Luis, por sacarme una sonrisa en cada momento difícil.

A la familia de CONSTRUCCIONES MODULARES O&P, en especial a los Ingenieros Álvaro Ortiz y Carlos Eduardo por brindarme su apoyo y esta gran oportunidad.

A mi director de proyecto Álvaro Rey Soto, por confiar en mí.

A mis amigos, Carlos de la Ossa y Sabina, que me demostraron que no se necesita ser hermanos de sangre, sino de corazón.

A mi tía Carmen, Madrina Minu , madrina Nancy, seño Gloria, seño Edna, , Tío Esteban, Eddy, Alejo, Rosario, Mayito, Jorge, Tolla, Gela, Isabela, María Alexandra, Andresito, Liz, Cristian, David, Elkin, María Elena, Tuche, Jesús, a mis primos los copiliones : Gina y Pipo, Natalie, Renix, Lore, Himel , Daniet, doña Nanci, Familia Baza, Familia Cantillo, Familia Donado, Familia Villarreal Rojas, , Familia Racero, Familia Slapaitis, Jairo (la mechuda) Mauricio, Sonia, Yorki, Samuel.a los Profesores: Jorge Meneses, Ricardo Cruz , Arturo Plata, Juan Carlos,

Y todas las personas que estuvieron en este largo camino y a aquellas que ya no lo están, pero aportaron en mi vida grande enseñanzas.

NO FUE FACIL, PERO SE LOGRO EL OBJEIVO...

CONTENIDO

INTRODUCCION	13
1. DESCRIPCION DE LAS EMPRESAS.....	14
1.1 Construcciones Modulares O&P S.AS.....	14
1.1.1 Trayectoria.....	14
1.1.2 Valores.....	15
1.1.2.1 Misión.....	15
1.1.2.2 Visión	15
1.2 Presval S.A.S.....	15
1.2.1 Trayectoria.....	16
1.2.2 Valores:.....	16
1.2.2.1 Misión:.....	16
1.2.2.2 Visión:	16
2. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO	17
2.1. GENERALIDADES.....	17
2.2. UBICACIÓN	17
2.3. USO	17
2.4. GENERALIDADES ARQUITECTÓNICAS	17
2.5. SISTEMA CONSTRUCTIVO Y ESTRUCTURAL.....	18
3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	19
3.1. CORRECCIÓN DE PLANOS	19
3.2. CÁLCULO DE CANTIDADES DE OBRA	22
3.2.1. Columnas.....	23
3.2.2. Vigas.....	24
3.2.3. Placa del entepiso.....	25
3.2.3.1 Perfil estructural	25
3.2.3.2. Refuerzo por temperatura	26
3.2.4 Cimentación	27

3.2.5 Escaleras	27
3.2.6 Pantallas o muros de corte	28
3.2.7 Estudio de resultados.....	30
3.3. PROGRAMACION DE OBRA	31
4. CONCLUSIONES	33
BIBLIOGRAFIA	34

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1. Logo Construcciones Modulares O&P S.A.S.....	14
Ilustración 2. Logo PRESVAL S.A.S.....	15
Ilustración 3. Proyecto LAS PACHAS, Unidad Residencia.....	18
Ilustración 4. . Error en la altura de la placa del entre piso.....	20
Ilustración 5. Error presentado en la cota del piso 14.....	21
Ilustración 6. Diseño arquitectónico, sobre el diseño eléctrico.....	22
Ilustración 7. Despiece de columna para el refuerzo principal.....	23
Ilustración 8. Calculo de estribos en columnas.....	24
Ilustración 9. Refuerzo principal en muros.....	28
Ilustración 10. Hoja de cálculo para obtener el número de estribos en los muros	30

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Perlínes requeridos.	25
Tabla 2. Perlínes requeridos.	25
Tabla 3. Refuerzo total por temperatura	26
Tabla 4. Refuerzo longitudinal y transversal de la escalera tipo1.	28
Tabla 5. Programación de la obra	32

RESUMEN

TITULO : CONTROL Y SEGUIMIENTO EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD RESIDENCIAL LAS PACHAS*

AUTOR: INDY HORTENSIA DONADO MARTINEZ **

PALABRAS CLAVES: Corrección de planos, cantidades de obra, refuerzo estructural y programación.

DESCRIPCION:

El Consorcio LAS PACHAS, tiene por objeto promocionar, construir y comercializar los proyectos inmobiliarios. El departamento de ingeniería del Consorcio, es el encargado de ejecutar nuevos proyectos de forma integral, desde el momento de su concepción (mucho antes del inicio mismo de la construcción) hasta la culminación del mismo, incluyendo la elaboración de Estudios de Factibilidad Económica del proyecto, Planeación, Presupuesto, Ventas, Control del mismo y este a su vez ofrece la oportunidad para que estudiantes puedan realizar su práctica empresariales.

El presente documento describe todas las actividades realizadas durante la práctica empresarial en el departamento de ingeniería donde se colocaron en práctica todos los conocimientos adquiridos en la escuela de ingeniería civil de la Universidad Industrial de Santander, mediante el desempeño de funciones en el cargo de auxiliar de ingeniería en el Consorcio LAS PACHAS. Las actividades que se realizaron durante la práctica, son las relacionadas con las actividades preliminares a la ejecución de la obra, en donde se resaltan la corrección de planos utilizando el software AutoCAD, los cálculos del refuerzo estructural que se realizaron por medio de hojas de cálculo en Excel y programación de las actividades.

Durante la ejecución de estas actividades se concluye que la información detallada y precisa en los planos es fundamental para realizar un buen proyecto.

* Proyecto de Grado. Modalidad de Práctica Empresarial

** Facultad de Ingenierías Físicas Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director Álvaro Rey Soto, Tutor Álvaro Ortiz Sepúlveda.

ABSTRACT

TITLE : CONTROL Y SEGUIMIENTO EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD RESIDENCIAL LAS PACHAS*

AUTOR: Indy Hortensia Donado Martinez **

KEYWORDS: Plane correction, materials, structural reinforcement and programming.

ABSTRACT

The Company Las Pachas have the object of promote, build and market real states projects. The engineering department is responsible for implementing new project, from the moment of conception (long before the start of construction) until the completion thereof, including the preparation of Economic Feasibility, Planning, Budget, Sales, Control thereof and this in turn provides the opportunity for students to do their business practice.

This document describes all activities execute during business practice in the engineering department where they were put into practice all the knowledge acquired in the faculty of civil engineering at the Universidad Industrial de Santander (UIS), the occupation in the company was of assistant engineering. Is necessary to remember that the duration of the business practice was of sixteen weeks. The activities performed during practice were related to preliminary activities to the execution of the work, where the correction planes are highlighted using the AutoCAD software, the calculation of the structural reinforcement performed by the software Excel and programming activities of different stages of building.

During the execution of these activities is concluded that detailed and accurate information on the plans is essential for a good project because it depends from the economic and constructive development of the work

* Modalidad Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías Físicos Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director Álvaro Rey Soto, Tutor Álvaro Ortiz Sepulveda.

INTRODUCCION

El Consorcio LAS PACHAS, es una alianza estratégica creada por la firma del sector de la construcción: **CONSTRUCCIONES MODULARES O&P S.A.S** y la inmobiliaria: **Presval S.A.S.**, que tiene por objeto promocionar, construir y comercializar los proyectos inmobiliarios.

El Consorcio LAS PACHAS, ofrece la oportunidad para que estudiantes puedan realizar su práctica empresarial mediante el apoyo, acompañamiento y supervisión de las diferentes actividades que desempeñe el practicante, adicionalmente este podrá adquirir, ampliar y aplicar sus conocimientos, en las áreas de diseño, construcción de vivienda y dirección de proyectos, conforme a las normativas de calidad, competitividad, ética profesional, prevención de riesgos y servicios a la comunidad que conforman parte de la cultura empresarial.

1. DESCRIPCION DE LAS EMPRESAS

1.1 Construcciones Modulares O&P S.A.S¹

Ilustración 1. Logo Construcciones Modulares O&P S.A.S



Fuente: Construcciones Modulares O&P S.A.S

1.1.1 Trayectoria. CONSTRUCCIONES MODULARES O&P una organización de Ingenieros Constructores creada el 27 de Abril de 1983 con el objetivo principal de prestar servicios de ingeniería y arquitectura, aplicados a la construcción de proyectos de vivienda, de infraestructura de servicios y de instalaciones industriales, para los sectores público y privado en todas las regiones de Colombia².

El principal activo de CONSTRUCCIONES MODULARES O&P es su equipo de colaboradores, dirigidos permanentemente por el grupo de Directivos Principales todos con más de 30 años de experiencia profesional en los campos de Ingeniería Civil y Eléctrica y su trayectoria amplia en el manejo y administración de proyectos de construcción.

¹ CONSTRUCCIONES Modulares OP S.A.S. Trayectoria. [Consultado el 01 Octubre de 2014]. Disponible en internet: <http://construccionesmop.com.co/>

² Ibíd. P.10

Varios de los trabajos realizados en su existencia, además de su región sede, el departamento de Santander, ha tenido como escenario la Costa Atlántica, Bogotá, los Llanos Orientales y el Valle del Cauca, en todos los cuales sus obras se han caracterizado por el estricto cumplimiento a las normas técnicas exigidas y en general a los compromisos de términos de entrega y presupuestos³.

1.1.2 Valores

1.1.2.1 Misión. Somos una empresa santandereana con 30 años de experiencia, dedicada al desarrollo de proyectos de finca raíz y obras de infraestructura. Estamos comprometidos en la calidad de nuestros proyectos y servicios cimentados en principios ético apoyados en nuestro valioso talento humano⁴.

1.1.2.2 Visión. Ser reconocidos y posicionarnos en el ámbito regional y nacional como una de las mejores empresas en el Ramo de la construcción y mantenernos a la vanguardia en cuanto a las nuevas tecnologías y la conservación del medio ambiente⁵.

1.2 PRESVAL S.A.S.⁶

Ilustración 2. Logo PRESVAL S.A.S



Fuente: Presval S.A.S.

³ PRESVAL S.A.S. Quienes somos. [Consultado el 30 Octubre de 2014]. Disponible en internet: <http://www.presval.co/home1/quienes-somos/>

⁴ *Ibíd.* P.12

⁵ *Ibíd.* P.12

⁶ *Ibíd.* P.12

1.2.1 Trayectoria. PREVESA soluciones y valores inmobiliarios es una empresa joven filial del grupo PREVESA creada en el año 2010 como una solución a la demanda de arriendos y venta de inmuebles. Cuentan con un inventario de inmuebles para estrenar, lo que los posiciona como una inmobiliaria diferente, dando opciones de excelente calidad a sus clientes, ya sea para arriendo o para venta⁷.

1.2.2 Valores

1.2.2.1 Misión. Presval S.A.S, es un grupo humano que busca solucionar las necesidades de vivienda de los santandereanos, ofreciendo las mejores opciones de venta, arriendo y valorización de inmuebles.⁸

1.2.2.2 Visión. Estar posicionados en el 2017 como una empresa líder en el sector inmobiliario, prestando servicios de calidad y brindando satisfacción a sus clientes.⁹

⁷ PRESVAL S.A.S. Quienes somos. [Consultado el 30 Octubre de 2014]. Disponible en internet: <http://www.presval.co/home1/quienes-somos/>

⁸ Ibíd. P. 10

⁹ Ibíd. P. 12

2. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

2.1 GENERALIDADES

Este proyecto tendrá por nombre LAS PACHAS, Unidad Residencial (Figura 3). El edificio tendrá 17 pisos con dos ascensores, una zona de parqueo cubierto conformada por tres sótanos, lobby de acceso, 48 apartamentos y una amplia zona social.

2.2 UBICACIÓN

La obra se encuentra ubicada en la calle 24 No. 23-26 en Bucaramanga, Santander.

2.3 USO

El uso que tendrá el proyecto será de tipo residencial

2.4 GENERALIDADES ARQUITECTÓNICAS

La entrada principal del edificio será por la calle 24. Los tres primeros niveles se destinaron para zonas de parqueos, el primer piso se ubicará el lobby con otra zona de parqueo, también tendrá 12 pisos destinados a apartamentos que comenzará desde el piso 2 hasta el piso 13, los cuales están constituidos por 4 tipos de apartamentos. Para los apartamentos tipo 1 tendrá un área privada de 72.6 [m²], los apartamentos tipo 2 de 71.2 [m²], los apartamentos tipo 3 de 69.3

[m²] y los apartamentos tipo 4 de 69.1 [m²], estos contendrán 3 alcobas, 2 baños, sala comedor, sala de estudio, cocina integral, zona de ropas y balcón. En el piso 14 estará ubicada la zona social en donde se construirá un gimnasio dotado, la oficina de administración, un BBQ, un parque infantil, el solárium y jacuzzi, salón multifuncional y una sala de cine y televisión.

2.5 SISTEMA CONSTRUCTIVO Y ESTRUCTURAL.

El sistema constructivo del proyecto será de tipo tradicional, es decir se usarán estructuras de muros portantes, estructuras de pilares de hormigón armado y de acero laminado¹⁰.

Ilustración 3. Proyecto LAS PACHAS, Unidad Residencia



Fuente: Construcciones Modulares O&P S.A.S

¹⁰ Grupo C. Construcción tradicional. [Consultado 07 de Septiembre de 2014]. Disponible en internet: <http://grupoc.net/const-tradicional>

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

En La fase inicial de una obra civil es indispensable cuantificar y clasificar adecuadamente todas las actividades que se van a ejecutar, con el fin de obtener una idea aproximada del tiempo, costo y alcance del proyecto.

Para realizar el cálculo de las cantidades de obra, se requiere de una metodología que permita obtener la información de una manera ordenada y ágil, que ofrezca la posibilidad de controlar la información cada vez que sea necesario¹¹

Para este proceso son indispensables herramientas que faciliten la información necesaria como los planos, las especificaciones técnicas y el listado de actividades constructivas que componen el proyecto.

3.1 CORRECCIÓN DE PLANOS

La información detallada y precisa en los planos es fundamental para realizar un excelente cálculo de cantidades de obra.

Esta actividad se desarrolló en tres etapas.

La primera etapa consistió en la presentación del proyecto, la cual se realizó por medio de los planos arquitectónicos, donde se observó la magnitud del proyecto, cómo está conformado, el tipo de uso que presenta, y la distribución de sus espacios.

¹¹ Determinación de las cantidades de obras. [Consultado 10 de Septiembre de 2014]. Disponible en internet: <https://es.scribd.com/doc/1393835/Determinacion-de-las-cantidades-de-obras>

Para realizar el chequeo de las cotas del diseño se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros: la altura libre de las columnas del sótano 3 y 2 será 2.55[m], el sótano 1 de 2.75 [m], el lobby de 3.33 [m] y los pisos del 2 al 14 será de 2.75 [m] y la placa del entrepiso tendrá una altura 45 [cm].

A partir de esta información se encontraron algunos errores de medición, en los planos iniciales del proyecto, tales como el espesor de la placa de los entrepisos tenía 20 [cm] de más.

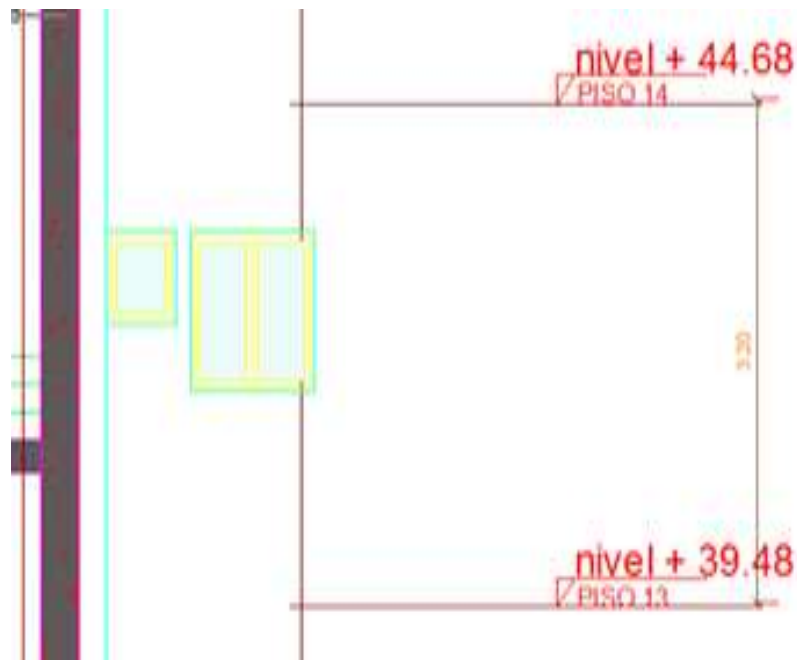
Ilustración 4. Error en la altura de la placa del entre piso



Fuente: Construcciones Modulares O&P S.A.S

En la cota del piso 14 también se encontró un error que fue digitada como +44.68 [m] y ésta debía ser de + 42.68 [m].

Ilustración 5. Error presentado en la cota del piso 14

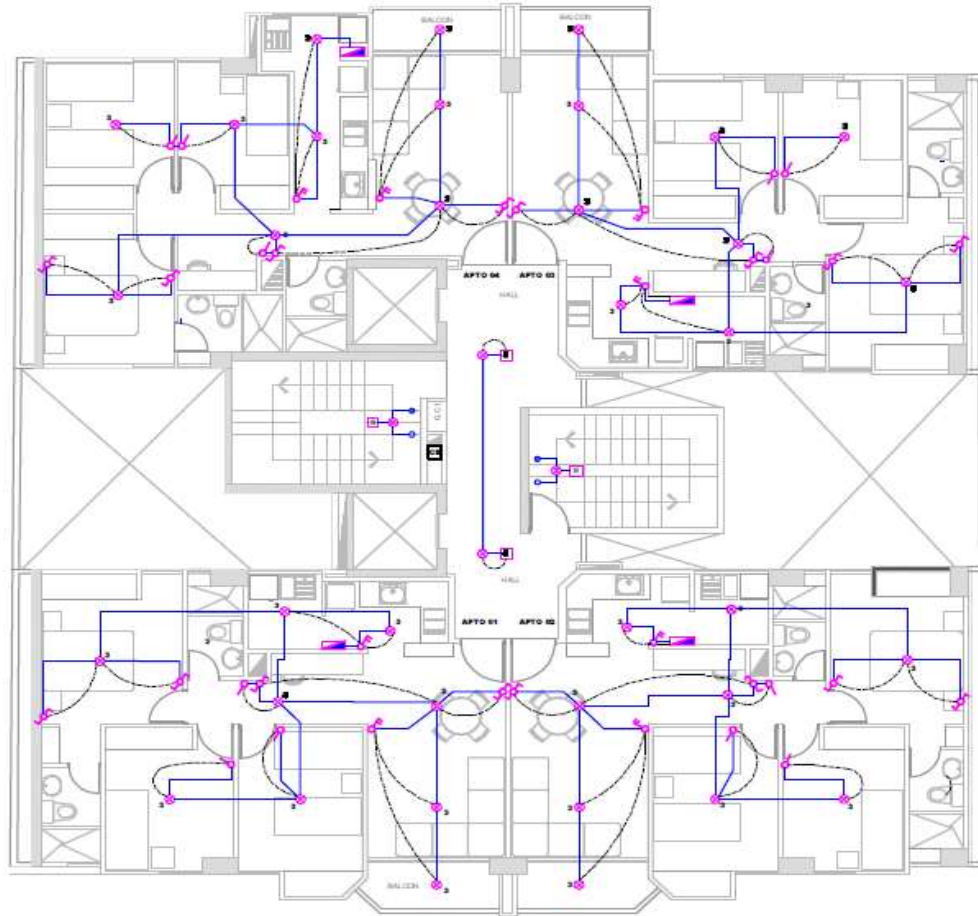


Fuente: Construcciones Modulares O&P S.A.S

La segunda etapa consistió en analizar todos los componentes técnicos que son el orden, la claridad y la precisión de todos elementos constructivos, buscando la coordinación de todos los planos¹². El proceso se realizó con ayuda de AutoCAD al superponer los planos técnicos: hidrosanitarios, eléctricos y del gas natural sobre el arquitectónico, no se percibió discontinuidad en los diseños. En la figura 6 se muestra la planta tipo del diseño arquitectónico sobre el diseño eléctrico de la misma planta.

¹² J, Gomez, Enfoque analítico y sistémico hacia la coordinación técnica total en la arquitectura, primera edición, Universidad nacional de Colombia. Bogotá, marzo de 2008, p. 152.

Ilustración 6. Diseño arquitectónico, sobre el diseño eléctrico



Fuente: Construcciones Modulares O&P S.A.S

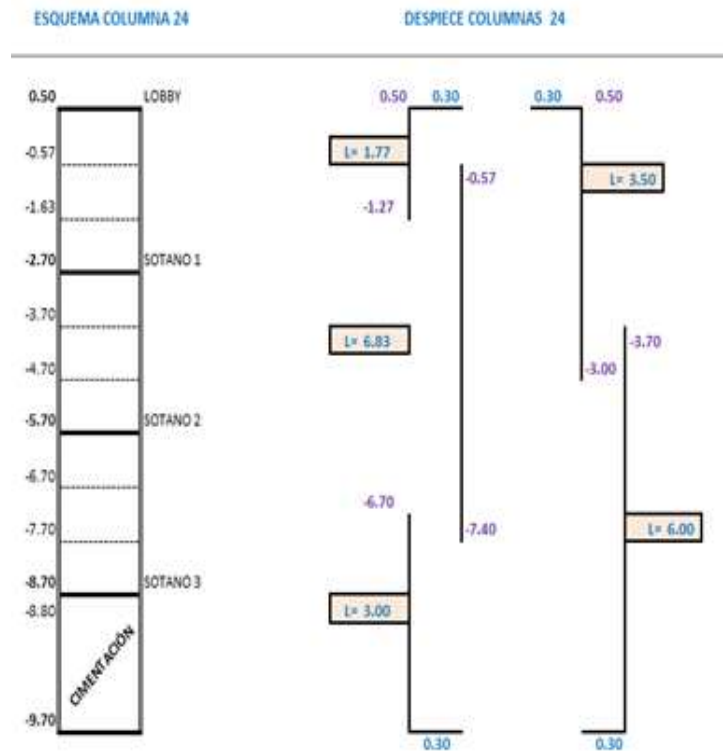
La última etapa, fue dar a conocer los errores encontrados, para que estos fueran modificados por la persona encarga de los diseños.

3.2 CÁLCULO DE CANTIDADES DE OBRA

En esta actividad se calculó todo el refuerzo de los elementos estructurales del proyecto, para ello se crearon hojas de cálculo en Excel.

3.2.1 Columnas. Para obtener la cantidad de refuerzo principal en las columnas del proyecto, en una hoja de cálculo de Excel se realizó un esquema de estos elementos (Figura 7), donde se ubicaron los tercios medios y las cotas de cada nivel. Adjunto se realizó otro esquema, donde se muestra el despiece del acero de refuerzo longitudinal, ubicándose en sus extremos la cota inicial y final, también se tuvo en cuenta que los traslapes se realizan en el tercio medio del elemento estructural con su mínima longitud de traslape de forma alterna¹³, de acuerdo con la norma sismo resistente NSR10 y sabiendo que la longitud máxima de la varilla es de 6 [m] y con el peso de la varilla se obtenía el peso total del refuerzo.

Ilustración 7. Despiece de columna para el refuerzo principal



¹³ Corporación Aceros Arequipa S.A. [Consultado 07 de Noviembre de 2014]. Disponible en internet: <http://www.acerosarequipa.com/informacion-corporativa/manualesdigitales/manual-del-maestro-constructor/procedimientos-basicos/trabajo-en-acero.html>

De igual forma se diseñó una hoja de cálculo de Excel para verificar el número de estribos para columnas (figura 8), para ello se realizó el producto entre la separación y el número de estribos descrita en los planos para obtener el valor de la cota, si el valor obtenido superaba 5 [mm] de la cota establecida, ya sea por encima o debajo de la sección, se realizaba de nuevo el cálculo variando el número de estribos de forma aleatoria hasta obtener el valor deseado.

Ilustración 8. Calculo de estribos en columnas

ESQUEMA		ESTRIBOS			
COLUMNA 24		COTAS [m]	No.	SEPARACION [cm]	
0.50	LOBBY	0.53			
0.57		0.53	1.3	26	ER3 C/ 5
-1.63		-1.83	0.39	13	ER3 C/ 3
-2.70	SOTANO 1	-2.22	0.48	16	ER3 C/ 3
-3.70		-2.70	1.26	21	ER3 C/ 6
-4.70		-3.96	0.99	11	ER3 C/ 9
-5.70	SOTANO 2	-4.95	0.78	13	ER3 C/ 6
-6.70		-5.73	1.1	22	ER3 C/ 5
-7.70		-6.83	1.17	13	ER3 C/ 9
-8.70	SOTANO 3	-8.00			
-8.80	CIMENTACIÓN		0.8	16	ER3 C/ 5
-9.70					
			TOTAL	151.00	

3.2.2 Vigas. El valor de la longitud y el número de varillas de las vigas, se obtenían directamente de los planos y estos eran introducidos en una hoja de cálculo de Excel donde se realizaba el producto con el peso de la varilla, dando como resultado el peso total del refuerzo.

Tabla 1. Refuerzo principal de las vigas

PORTICO	CANTIDAD	3/8 "	L	1/2"	L	5/8"	L	6/8"	L	7/8"	L	1"	L	TOTAL
PORTICO	3	0.56		1.00		1.56	6.05	2.24		3.04		3.98		28.31
14	3	0.56		1.00		1.56	6.05	2.24		3.04		3.98		28.31

Tomando como referencia la metodología utiliza para calcular el número de estribos de las columnas, de igual manera se obtuvo el número de estribos en las vigas

3.2.3 Placa del entrepiso. Los sótanos 1-2 y el piso 1 presento un sistema de entrepiso metálico, que está conformado por láminas colaborante, perfil estructural o perlines, conectores y malla electrosoldada; pero solo a los perlines y a la malla de temperatura se les calculó la cantidad de kilos que se requerían en el proyecto, debido a que el ingeniero encargado ya había obtenido las cantidades de los otros elementos

3.2.3.1 Perfil estructural. Se presentaron dos (2) tipos de perfiles para las tres plantas. La unidad de medida utilizada para calcular el consumo de este material fue en metro lineal y esta se tomó directamente de los planos con ayuda de AutoCAD. En la tabla 2 se muestra los tipos de perfiles, el número de perfiles requeridos sabiendo que la longitud máxima de un perlin es de 6 [ml].

Tabla 2. Perlins requeridos.

Piso	Perlin	Cantidad	[ml]	Un L=6 [ml]
S 1Y2	PHR-C 250X67X3	2	72.23	12
	PHR-C 250X67X2.5	2	36.07	6
Piso 1	PHR-C 250X67X3	2	108.84	18
	PHR-C 250X67X2.5	2	35.56	6

3.2.3.2 Refuerzo por temperatura. Como es sabido el refuerzo de temperatura sirve para evitar el agrietamiento por los esfuerzos de contracción y por los cambios de temperatura. Para saber cuánta refuerzo por temperatura se requiere se utilizó del catálogo de HELIACERO, en el se buscó una malla que tuviera una separación longitudinal y transversal de 15 [cm] y la referencia que se encontró fue la malla M1.31, esta presentaba un área bruta de 14.10 [m²], por malla de 2.35 x 6.0 [m] pero el área que se utilizó para obtener el refuerzo por temperatura fue el área neta de 12.58 [m²], ya que con esta área se calculaba el número de mallas y su el peso es de 29.26 [kg], ya con estas características se prosiguió a calcular las áreas de los sótanos 1-2 y la del piso1.

Tabla 3. Refuerzo total por temperatura

Piso	Malla	Peso Malla [kg]	Área Neta Malla [m ²]	Área Piso [m ²]	# de Mallas	Peso Total [Kg]
S1 y 2	M 1.31	29.26	12.58	495	80	2341
Piso 1	M 1.31	29.26	12.58	509	40	1170

Para obtener el número de mallas requeridas se realizó la división entre el área de la placa sobre el área de la malla (Ecuación 1) y el resultado de esta operación se multiplico por el peso de la malla, obteniendo así el peso total de las mallas (Ecuación 2).

$$\#Mallas = \frac{\text{Área placa}}{\text{Área malla}} \quad (1)$$

$$\text{Peso Total} = \text{Área Placa} * \#Mallas \quad (2)$$

3.2.4 Cimentación. El refuerzo de la cimentación se calculó en una hoja de cálculo de Excel obteniendo el valor de la longitud y el número de varillas directamente de los planos. El peso total del refuerzo se calculó al realizar el producto entre los parámetros anteriores y el peso correspondiente al diámetro de las varillas.

3.2.5 Escaleras. Para calcular el acero en las escaleras, se debió identificar cuántos tipos había y en cuáles pisos se encontraban en el proyecto. Al estudiar los planos se encontraron 3 tipos de escalera, la escalera tipo 1 va en la placa del piso 2 hasta la placa del piso 14, la escalera tipo 2 se encuentra en la placa del piso 1 y la más importante es la escalera de emergencia, la tipo 3 que se ubica en todos los pisos del proyecto.

Ya habiéndose identificado los tipos de escalera, se buscaron en los planos las especificaciones (la separación, la cantidad y longitud) del refuerzo transversal y longitudinal, con esta información se inició el cálculo total del refuerzo.

Con ayuda de las herramientas de AutoCAD se calculó en uno de los tramos de las escaleras, el largo de la rampa y dividirlo entre la separación del refuerzo longitudinal, para obtener el valor de las veces en que se tenía que distribuir el refuerzo longitudinal. Para el refuerzo transversal se tomó el ancho de las escaleras y se dividió sobre la separación del refuerzo y obtener así el valor de las veces en que se tenía que distribuir el refuerzo transversal.

Todos estos cálculos se realizaron para un solo tramo de escaleras y en los diseños todas las escaleras están conformadas por dos tramos de escaleras, por ende el resultado obtenido por la operación anterior se multiplicaba por 2 y por el número de pisos al correspondiente. Para agilizar los cálculos se realizó una hoja

de cálculo en Excel, con toda la información requerida de los 3 tipos de las escaleras.

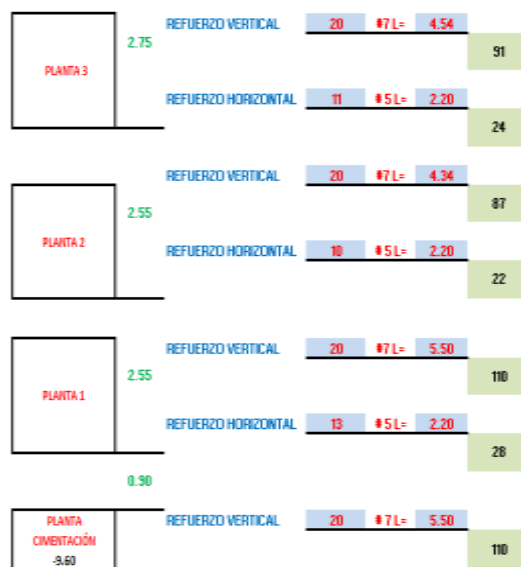
Tabla 4. Refuerzo longitudinal y transversal de la escalera tipo1.

TIPO	R	#	3/8"	L	Peso [kg]	P	Total [kg]
01	A-A'						
	R. T superior	4	0.56	4.12	18.46	12	222
	R T superior	4	0.56	2.40	10.75	12	129
	R. L	15	0.56	1.20	19.85	12	238.
	R T Inferior	5	0.56	1.74	9.35	12	112.
	R T Inferior	5	0.56	4.80	25.80	12	310.
	L	18	0.56	1.20	23.82	12	286

3.2.6 Pantallas o muros de corte. Para calcular el refuerzo principal de las pantallas, primero se realizó una tabla de Excel para identificar la cantidad de estas, su cota, profundidad, la altura libre y la altura entre placa.

En otra hoja de cálculo de Excel se realizó un esquema simulando el despiece del diseño, en donde se representaba el muro, de cuantos niveles tienen y la altura libre.

Ilustración 9. Refuerzo principal en muros



Para obtener el número de refuerzo vertical y horizontal En esa misma hoja de cálculo se plantearon las siguientes ecuaciones:

$$\#Rv = \frac{l - 5\text{cm}}{\text{separaciòn horizontal}} \quad (3)$$

$$\#Rh = \frac{h}{\text{Separaciòn vertical}} \quad (4)$$

La ecuación (3) se utilizó para calcular el número de varillas vertical, donde l es igual a la profundidad de las pantallas y para el refuerzo horizontal se utilizó la ecuación (4), donde h es igual a la altura libre.

La longitud del acero se obtuvo de los diseño y con esta se realizó el producto entre el número de refuerzo calculado, para así obtener la cantidad total en metros lineales del refuerzo. Y con el resultado anterior se multiplico por el peso de la varilla según su diámetro, para así obtener el peso total del refuerzo longitudinal y transversal.

Este mismo procedimiento se realiza para calcular la cantidad de estribos horizontales y verticales de las pantallas. Lo único que cambia son las ecuaciones para los estribos.

$$\#Eh = \frac{l - 5\text{cm}}{\text{separaciòn horizontal}} \quad (5)$$

$$\#Ev = \frac{h}{\text{Separaciòn vertical}} \quad (6)$$

La ecuación (3) se utilizó para calcular el número de estribo horizontal, donde l es igual a la profundidad de las pantallas y para los estribos verticales se utilizó la ecuación (4), donde h es igual a la altura que hay entre placas. Ya obteniéndose la cantidad de estribo en cada nivel esta, se prosiguió a realizar el producto entre los estribos horizontales y verticales para obtener el número total de estribos.

Ilustración 10. Hoja de cálculo para obtener el número de estribos en los muros

PLANTA	ESTRIBOS	SEPARACIÓN [cm]	# ESTRIBOS
PLANTA 4	VERTICAL	25 # 3 L= 3.78	15.12
	HORIZONTAL	20 # 3 L= 2.05	10.00
PLANTA 3	VERTICAL	25 # 3 L= 3.20	12.80
	HORIZONTAL	20 # 3 L= 2.05	10.00
PLANTA 2	VERTICAL	25 # 3 L= 3.00	12.00
	HORIZONTAL	20 # 3 L= 2.05	10.00
PLANTA 1	VERTICAL	20 # 3 L= 3.00	16.00
	HORIZONTAL	20 # 3 L= 2.05	11.00

3.2.7 Estudio de resultados. Como se debía saber cuántos kilos por metro cuadro se gasta el proyecto. Para ello se realizó la sumatoria de todo el refuerzo que fue igual a 405.994 [kg], y esta cantidad se dividió sobre el área construida de 6.508[m²], obteniéndose 62 [kg/ m²]. Este resultado no era el esperado para el equipo de ingeniería ya que ellos habían estimado un aproximado de 50 [kg/ m²]. Esto condujo volver a realizar los cálculos, pero al final el resultado fue el mismo, por ende se llamó a la ingeniera calculista para que analizara nuevamente el diseño.

3.3 PROGRAMACION DE OBRA

En un principio se contempló se realizó la programación de las actividades de la obra en el software Microsoft Office Project”, pero por la poca experiencia de la implementación de este programa por parte del personal de ingeniería de la empresa el ingeniero líder decidió volver a la utilización de la herramienta utilizada en la planeación de la obra por parte de la empresa (Excel).

Con base a la experiencia del ingeniero encargado del control y de los costos del proyecto, se desglosaron dentro de una secuencia lógica todas las actividades que intervienen en el proyecto¹⁴.

Se tiene estimado que para el día 15 de diciembre del presente año se iniciara la obra, y esta finalizara en marzo del 2016. La programación de obra de este proyecto, se desglosaron en 19 actividades, para llegar a la realización de la obra.

¹⁴ construcción de un edificio para instalar un simulador de operadores, [Consultado 01 de Octubre de 2014]. Disponible en internet: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/9994/Capitulo3.pdf>

Tabla 5. Programación de la obra

#	CANTIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16
		dic-14	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	may-14	jun-14	jul-14	ago-14	sep-14	oct-14	nov-15	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15
1	Preliminares																
2	Cimentación																
3	Estructural																
4	Mampostería																
5	Cubiertas																
6	Cielo raso																
7	Friso																
8	Enchapes																
9	Carpintería Metálica																
10	Carpintería de madera																
11	Mesón de cocina																
12	Cerraduras y Herrajes																
13	Instalación Hidrosanitaria																
14	Pisos																
15	Pintura																
16	Aparatos sanitarios																
17	Equipos especiales																
18	Instalaciones eléctricas																
19	Aseo final , reparaciones y jardinería																

4. CONCLUSIONES

- La información detallada y precisa en los planos es fundamental para realizar un excelente cálculo de materiales, un análisis de cantidades obra mal ejecutado presentara grandes fallas en el presupuesto y podrá generar grandes pérdidas.
- Cuantificar los materiales, incluye la evaluación de la cantidad teórica de material por unidad de medida, aprovechando las relaciones geométricas entre las dimensiones de la actividad y de los materiales, algunas veces será necesario convertir las unidades geométricas resultantes del proceso de cálculo a unidades comerciales en las que se presentan los materiales
- Es indispensable estudiar completamente el proyecto, ver las características, y analizar cada detalle, cada espacio y qué elementos lo componen, para poder relacionar cada actividad en su respectivo proceso.
- La estructura de desglose de trabajo nos permite clasificar, cuantificar y calcular los materiales que se requieren en el diseño y determinar un tiempo aproximado de la ejecución del proyecto.

BIBLIOGRAFIA

CONSTRUCCIONES Modulares OP S.A.S. Trayectoria. [Consultado el 01 Octubre de 2014]. Disponible en internet: <http://construccionesmop.com.co/>

CONSTRUMATICÁ. CONSTRUPEDIA. [Consultado el 25 Octubre de 2014]. Disponible en internet: http://www.construmatica.com/construpedia-/Recrecido_Elementos_Estructurales.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente. NSR-10, Segunda actualización, Bogotá, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. AIS, 2010

ORGANIZACIÓN DE OBRA. Cantidades de obra. [Consultado el 15 Agosto de 2014]. Disponible en internet: <http://organizaciondeobras.wordpress.com/cantidades-de-obra/>

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, La programación en la gestión de proyectos de construcción. [Consultado el 20 Octubre de 2014]. Disponible en internet: <http://portales.puj.edu.co/wjfajardo/ADMINISTRACION%20DE%20OBRAS/PROGRAMACION/Programacion%20de%20Obra.pdf>

PRESVAL S.A.S. Quienes somos. [Consultado el 30 Octubre de 2014]. Disponible en internet: <http://www.presval.co/home1/quienes-somos/>

SODIE INGENIEROS ESTRUCTURALES. Solape del refuerzo longitudinal. [Consultado el 28 Agosto de 2014]. Disponible en internet: <http://sodie-ingenieros.blogspot.com-/2009/03/solape-del-refuerzo-longitudinal.html>