

AUXILIAR DE INGENIERA RESIDENTE DE INTERVENTORÍA EN EL PROYECTO RESIDENCIAL

“TULIPANES DE LA HACIENDA”

ADRIAN OSORIO BETANCOURT

Código: 04051078



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
2012**

AUXILIAR DE INGENIERA RESIDENTE DE INTERVENTORÍA EN EL PROYECTO RESIDENCIAL

“TULIPANES DE LA HACIENDA”

ADRIAN OSORIO BETANCOURT

Código: 04051078

Trabajo de Grado en la modalidad de Pasantía

Para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Director: Ingeniero Luís Fernando Polanco F.



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
2012**

Nota de aceptación:

Firma Director de la Pasantía

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Se firma a los días _____ del mes de _____ del año _____

Agradecimientos

Para la culminación de este trabajo de grado, en la modalidad de pasantía, se contó con la colaboración de distintas personas, algunas de ellas pertenecientes a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, y otras, vinculadas a la construcción del proyecto residencial Tulipanes de la Hacienda; donde cada una de las personas aportaron desde sus respectivos campos de conocimiento un granito de arena para la grata culminación del presente trabajo. Gracias a su apoyo y conocimiento la obtención de este logro es un hecho.

A Natalie Cerón Meléndez, Ingeniera Civil, Residente de Interventoría en el proyecto residencial, persona que en todo momento estuvo presta a complementar cualquier duda o inquietud surgida durante el transcurso de la pasantía; además de dedicar parte de su tiempo y experiencia profesional al aporte de conocimientos útiles que me permitan obtener un óptimo desempeño laboral en un futuro.

A Jaime Andrés Castro García, Ingeniero, Director de obra en el proyecto residencial “Tulipanes de la Hacienda”, por brindar asesoría temática, además de su orientación y sugerencias buscando conseguir la presentación de un trabajo acorde con los objetivos trazados de la pasantía.

A Luis Fernando Polanco, Ingeniero, Docente de la Facultad de Ingeniería Civil y designado por el Departamento de Construcción como: Director de la Pasantía; por su seguimiento, control y evaluación técnica del presente trabajo de grado.

A los Ingenieros Juan Manuel Mosquera y Clara Inés Angulo de Mosquera y todo el personal bajo sus órdenes, encargados de la construcción del proyecto residencial “Tulipanes de la Hacienda”; por su colaboración para la ejecución de la pasantía, permitiendo realizar el seguimiento a cada una de las actividades constructivas, presentes en el proyecto constructivo.

A mi mama Gloria Betancourt Escobar y a mi hermano German Osorio Betancourt, por su constante apoyo, comprensión y fortaleza, brindados en cada una de las metas realizadas en mi vida.

A mis amigos(as), compañeros(as), y a todas las personas que aportaron, apoyaron y motivaron la realización y culminación de este trabajo de grado. Para finalizar un agradecimiento especial a Dios por todos los favores y bendiciones recibidas.

“Con Dios de tu lado, todo lo puedes hacer” Filipenses 4:13.

Adrián Osorio Betancourt, **“AUXILIAR DE INGENIERA RESIDENTE DE INTERVENTORÍA EN EL PROYECTO RESIDENCIAL TULIPANES DE LA HACIENDA”**, trabajo de grado modalidad de pasantía. Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Civil. Popayán, Cauca, Colombia. 2012; 146 p.

RESUMEN

A continuación se presenta el trabajo de grado en la modalidad de pasantía, realizado con el objetivo de participar como auxiliar en ingeniería de residencia en el campo de la interventoría, dentro de la construcción del conjunto residencial Tulipanes de la Hacienda, ubicado en la ciudad de Popayán, como aporte técnico se presenta una pequeña investigación en el estudio de rendimientos de mano de obra en el tema de acabados, específicamente, en la actividad de construcción de recubrimientos en estuco de los muros internos de la casa. El tipo de investigación es de campo y descriptiva; para tal fin se tomaron mediciones de tiempos y áreas en distintos muros internos de las casas.

Se logró determinar el valor promedio de rendimiento de mano de obra para la actividad de aplicación del estuco en muros internos, siendo esta de $6,24 \text{ m}^2/\text{h-H}$ sin tener en cuenta los factores de afectación. El rendimiento de mano de obra para la misma actividad pero diferenciando el método por el cual se realiza la mezcla del estuco y el agua, se obtuvo que para el método de batea, se tiene un rendimiento de $3,9 \text{ m}^2/\text{h-H}$ y para el método de tarro, se tiene un rendimiento de $7,8 \text{ m}^2/\text{h-H}$. Como ejercicio se afectó el valor de rendimiento de mano de obra, usando los factores de afectación particulares del proyecto constructivo, en este caso el valor afectado fue el de la prueba piloto del estuco, obteniendo un rendimiento de $7,06 \text{ m}^2/\text{h-H}$.

Se estudió la forma en que algunos libros de construcción presentan rendimientos de mano de obra en la actividad del estuco, concluyéndose que son poco aplicables, ya que en la mayoría se encuentran desactualizados, no son aplicables al país por ser datos extranjeros que manejan otra metodología, además en ninguno de ellos se tiene en cuenta los factores de afectación del rendimiento de mano de obra.

Palabras clave: Rendimientos, Mano de obra, Estuco, Acabados, Construcción, Interventoría, Pasantía.

Adrian Betancourt Osorio, "**ENGINEERING ASSISTANT RESIDENT IN THE RESIDENTIAL PROJECT INTERVENTORY TULIPANES DE LA HACIENDA**" graduate work internship mode. University of Cauca. School of Civil Engineering. Popayán, Cauca, Colombia. 2012, 146 p.

ABSTRACT

Below is the degree work in the form of internship, carried out in order to participate as an engineering assistant residency in the field of auditing within the residential construction Tulips of the Treasury, located in the city of Popayan, as technical contribution is a brief investigation in the study of labor income in the topic of finishes, specifically in construction activity in stucco coating the inside walls of the house.

It was possible to determine the average performance of labor for enforcement activity in the internal walls of stucco, with this from $6.24 \text{ m}^2 / \text{h-H}$ regardless of impact factors. The performance of labor for the same activity but differentiating the method by which the mixture is made of plaster and water, which was obtained for the method of hitting, it has a yield of $3.9 \text{ m}^2 / \text{h-H}$ and jar method, it has a yield of $7.8 \text{ m}^2 / \text{h-H}$. As exercise performance affected the value of labor, using special factors affected the construction project; in this case the value affected was the pilot of stucco, giving a yield of $7.06 \text{ m}^2 / \text{h-H}$.

I studied how some books have construction labor income in the activity of the stucco and found to be easily applied, since in most of them are outdated or are not applicable to the country because they handle other foreign data methodology and other materials, and none of them takes into account factors affected the performance of labor.

Keywords: Performance, Labor, Stucco, finishes, construction, supervision, internship.

ÍNDICE GENERAL

Tabla de contenido	pág.
Agradecimientos	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
ÍNDICE GENERAL	7
Tabla de contenido	7
Lista de Tablas.	10
Lista de Fotos.....	11
Lista de Ilustraciones.	15
Lista de Gráficos Estadísticos.	15
INTRODUCCIÓN.....	16
CAPITULO I. PRELIMINARES	18
1.1 Información del proyecto.....	18
1.2 Justificación	24
1.3 Objetivo General y Objetivos Específicos.....	25
1.4 Metodología	26
1.5 Cronograma.....	27
CAPITULO II. EJECUCIÓN DE LA PASANTÍA.....	28
2.1 Actividades y procesos constructivos observados en las casas.	28
2.1.1 Fundición losa de entrepiso	29
2.1.2 Mortero de nivelación.....	31
2.1.3 Instalación de piso en cerámica.....	32
2.1.4 Instalación de baldosa tipo “tablón”	35
2.1.5 Actividad: Construcción de las huellas.....	40
2.1.6 Repellos o revoques en muros de las casas.....	43
2.1.7 Actividad: Limpieza de muro para dar aspecto de ladrillo a la vista	46
2.1.8 Pre-acabados.....	48

2.1.9	Actividad: Aplicación de Estuco en muros interiores	49
2.1.10	Actividad: Aplicación de Estuco plástico en muro exterior	53
2.1.11	Instalación de la estructura metálica de soporte del panel yeso	56
2.1.12	Instalación del panel yeso (cielo raso)	59
2.2	Proceso constructivo observado en la conformación de la vía interna	62
2.2.1	Compactación de la sub-base	62
2.2.2	Compactación de la base	64
2.2.3	Colocación de la carpeta asfáltica	65
2.3	Procesos constructivos observados en obras de urbanismo	67
2.3.1	Actividad: Conformación de los sardineles	67
2.3.2	Instalación de tuberías	70
2.4	Seguimiento al proceso constructivo del salón común	71
2.4.1	Registro fotográfico paso a paso en el proceso constructivo:	72
2.4.2	Calculo de la cantidad de enchape en muros y piso	75
2.5	Seguimiento al proceso constructivo de la piscina	77
2.5.1	Cantidad de Concreto y de Acero	77
2.5.2	Calculo de la cantidad en enchape en la piscina	80
2.5.3	Registro fotográfico paso a paso en el proceso constructivo:	82
CAPITULO III. RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA		86
3.1	Marco teórico	86
3.1.1	Antecedentes	86
3.1.2	Análisis del problema	88
3.1.3	Nociones y definiciones básicas	89
3.1.4	Teoría de factores de afectación en rendimientos de mano de obra	94
3.1.5	Parámetros Estadísticos	100
3.1.6	Definiciones de términos básicos estadísticos	101
3.2	Presentación de datos y cálculos	102
3.2.1	Actividad en estudio: Repello	102

3.2.2	Actividad en estudio: Estuco.....	103
3.2.3	Actividad en estudio: Cielo Raso.....	106
3.2.4	Actividad en estudio: Enchapes	107
3.3	Resultados	109
3.3.1	Factores de Afectación.....	109
3.3.2	Análisis estadístico para el espacio muestral (Estuco)	112
3.3.2.1	Rendimiento promedio para la actividad del estuco	112
3.3.2.2	Procedimiento a seguir para el análisis estadístico.	112
3.3.2.3	Resultados estadísticos para el total del espacio muestral	114
3.3.2.4	Resultados estadísticos diferenciando el método de mezcla	118
3.3.3.	Comparación con resultados obtenidos de la bibliografía	125
CAPITULO IV. CONTROLES DE INTERVENTORÍA.....		126
4.1	Controles en la fundición de columnas y pantallas de concreto.	126
4.2	Chequeo tuberías y revisión de las cajas de alcantarillado.....	127
4.3	Control para los repellos terminados.....	128
4.4	Chequeo de revisión a la estructura metálica de soporte del panel.	129
4.5	Revisión de muros en búsqueda de fisuras.....	130
4.6	Chequeos previos a la entrega de la casa.	133
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		135
ANEXOS		137
BIBLIOGRAFÍA.....		146

Lista de Tablas.

TABLA 1 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	27
TABLA 2 MATERIALES PARA ENCHAPE TIPO TABLÓN	36
TABLA 3 PRUEBA PILOTO PARA TOMA RENDIMIENTOS EN ESTUCO	52
TABLA 4 CANTIDAD DE MATERIAL PARA LA ESTRUCTURA METÁLICA.....	56
TABLA 5 TOMA RENDIMIENTOS INSTALACIÓN ESTRUCTURA METÁLICA DE SOPORTE (PRUEBA PILOTO).....	59
TABLA 6 DATOS DEL FABRICANTE DEL ENCHAPE	75
TABLA 7 CALCULO DE LAS ÁREAS A ENCHAPAR (MUROS).....	75
TABLA 8 CALCULO DEL ÁREA A ENCHAPAR EN EL PISO.....	76
TABLA 9 CANTIDAD DE ENCHAPE A COMPRAR	76
TABLA 10 DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO A UTILIZAR.....	77
TABLA 11 CANTIDAD DE MATERIAL PARA ELABORAR EL CONCRETO DE MUROS Y LOSA DE LA PISCINA	78
TABLA 12 CANTIDAD DE ACERO PARA LAS PISCINAS	79
TABLA 13 CANTIDAD DE ENCHAPE PARA EL PISO DE LA PISCINA	80
TABLA 14 DIMENSIONES DE LOS MUROS DE LA PISCINA GRANDE.....	80
TABLA 15 DIMENSIONES DE LOS MUROS DE LA PISCINA PEQUEÑA	80
TABLA 16 CANTIDAD DE ENCHAPE PARA LOS MUROS DE LAS PISCINAS.....	81
TABLA 17 CLASIFICACIÓN DE LA EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA.....	93
TABLA 18 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO O CONSUMO DE MANO DE OBRA.....	95
TABLA 19 TOMA DE RENDIMIENTOS EN REPELLOS	102
TABLA 20 FORMATO PARA LA TOMA DE DATOS	103
TABLA 21 CUADRO RESUMEN PARA CÁLCULOS ESTADÍSTICOS	104
TABLA 22 HOJA ELECTRÓNICA PARA LA TOMA DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN LA ACTIVIDAD DEL ESTUCO.....	105
TABLA 23 TOMA DE RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA EL ESTUCO PLÁSTICO	105
TABLA 24 INSTALACIÓN DEL PANEL YESO.....	106
TABLA 25 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS PANEL YESO	106
TABLA 26 RENDIMIENTO EN ENCHAPES DE PISO TIPO TABLÓN	107
TABLA 27 PARÁMETROS ESTADÍSTICOS ENCHAPE TABLÓN.....	107
TABLA 28 ÁREAS Y TIPO DE ENCHAPE	108
TABLA 29 RENDIMIENTOS EN ENCHAPES DE MUROS.....	108
TABLA 30 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LOS FACTORES DE AFECTACIÓN PARA LA PRUEBA PILOTO EN ESTUCO.....	110
TABLA 31 CALCULO DE LOS FACTORES DE AFECTACIÓN PARA LA PRUEBA PILOTO EN ESTUCO.....	111
TABLA 32 ESTRUCTURA PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	112
TABLA 33 EDADES DE LOS OFICIALES PARA LA ACTIVIDAD DEL ESTUCO.....	113
TABLA 34 TABLA DE FRECUENCIAS PARA RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA (ESTUCO).....	115
TABLA 35 RESUMEN ESTADÍSTICO GENERAL PARA RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA (ESTUCO)	116
TABLA 36 RESUMEN ESTADÍSTICO PARA RENDIMIENTOS CON EL MÉTODO DE BATEA	118
TABLA 37 RESUMEN ESTADÍSTICO DEL ANÁLISIS MULTIVARIADO	119
TABLA 38 CORRELACIONES ENTRE VARIABLES	119
TABLA 39 COMPARACIÓN DE MODELOS ALTERNOS.....	121
TABLA 40 RESUMEN ESTADÍSTICO PARA RENDIMIENTOS CON EL MÉTODO DE TARRO.....	122
TABLA 41 RESUMEN ESTADÍSTICO ANÁLISIS MULTIVARIADO MÉTODO TARRO	123
TABLA 42 CORRELACIONES ENTRE VARIABLES	124

TABLA 43 ANTECEDENTES DE RENDIMIENTOS MANO DE OBRA PARA LA ACTIVIDAD DE APLICACIÓN DEL ESTUCO.....	125
TABLA 44 FORMATO PARA CHEQUEO DE REPELOS	128

Lista de Fotos.

FOTO 1 VISTA DE CASAS TERMINADAS I ETAPA	28
FOTO 2 PLANO ARQUITECTÓNICO DEL PERFIL DE LA CASA	28
FOTO 3 AMARRANDO TODA LA ESTRUCTURA DE ACERO.....	29
FOTO 4 HUMEDECER LA ZONA A FUNDIR	29
FOTO 5 CONTROL EN LA DOSIFICACIÓN	29
FOTO 6 VIBRADO DEL CONCRETO	29
FOTO 7 RAMPA PARA VACIAR EL CONCRETO	30
FOTO 8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS FUNDIDAS DENTRO DE LA LOSA	30
FOTO 9 APUNTALAMIENTO DE LA FORMALETA	30
FOTO 10 DISTRIBUCIÓN DE LAS VIGUETAS	30
FOTO 11 PICANDO EL PISO PRIMARIO.....	32
FOTO 12 MEZCLAR EL MATERIAL.....	32
FOTO 13 NIVELANDO PUNTOS FIJOS	32
FOTO 14 FRANJA NIVELADA	32
FOTO 15 REGANDO LA PREPARACIÓN DE MORTERO	32
FOTO 16 NIVELACIÓN CON EL CODAL ENTRE FRANJAS.....	32
FOTO 17 LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE	33
FOTO 18 HUMEDECER LA SUPERFICIE	33
FOTO 19 AGREGAR LA PASTA	33
FOTO 20 ESPARCIR LA PASTA CON LA LLANA ACANALADA	33
FOTO 21 COLOCAR LA CERÁMICA	33
FOTO 22 AJUSTAR A NIVEL LA CERÁMICA	33
FOTO 23 NUMERACIÓN EN LA CERÁMICA (EJEMPLO).....	34
FOTO 24 LIMPIEZA CON CEPILLO	35
FOTO 25 LIMPIEZA CON ESPONJA	35
FOTO 26 LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE	37
FOTO 27 TRANSPORTE DEL MATERIAL Y EQUIPO	37
FOTO 28 REPLANTEO Y NIVELACIÓN PARA EL MORTERO	37
FOTO 29 COLOCACIÓN DE LOS HILOS	37
FOTO 30 CORTE PARA SEPARAR LAS FICHAS	38
FOTO 31 PREPARACIÓN DE LA MEZCLA	38
FOTO 32 CHAMPEAR GRADA DEL GARAJE.....	39
FOTO 33 REPARTO DEL MORTERO	39
FOTO 34 MORTERO ENRASADO LIGERAMENTE.....	39
FOTO 35 AÑADIENDO PASTA AGUA-CEMENTO	39
FOTO 36 UBICACIÓN DE LA PRIMERA FICHA	40
FOTO 37 ASENTANDO LA FICHA	40
FOTO 38 NIVELACIÓN CON CODAL.....	40

FOTO 39 TERMINO DE LA MEDICIÓN DE PRUEBA.....	40
FOTO 40 FORMAleta EN MADERA	41
FOTO 41 VACIADO DEL CONCRETO	41
FOTO 42 REGAR EL CONCRETO	41
FOTO 43 AFINADO CON EL PLATACHO	41
FOTO 44 SUPERFICIE CON TRATAMIENTOS	42
FOTO 45 ACOLILLAR	42
FOTO 46 ENRASANDO CON EL CODAL.....	42
FOTO 47 FRAGUADO DEL CONCRETO	42
FOTO 48 CHAMPEO DEL MURO.....	44
FOTO 49 LANZANDO DEL MORTERO.....	44
FOTO 50 CARGANDO EL MURO CON EL MORTERO.....	44
FOTO 51 ELABORACIÓN DE FAJAS MAESTRAS	44
FOTO 52 RECUADRO GUÍA	45
FOTO 53 PASANDO EL CODAL NIVELANDO ENTRE LAS FRANJAS	45
FOTO 54 RELLENO DE HUECOS EN ZONA POR DONDE PASO EL CODAL.....	46
FOTO 55 REPELLO TERMINADO.....	46
FOTO 56 LIMPIEZA CON ESPÁTULA	47
FOTO 57 CEPILLADO DE CADA LADRILLO	47
FOTO 58 LIMPIEZA CON ÁCIDO DILUIDO CON AGUA.....	47
FOTO 59 MURO LIMPIO	47
FOTO 60 MÉTODO DE TARRO	49
FOTO 61 MÉTODO DE BATEA	49
FOTO 62 ESTUCO UTILIZADO	51
FOTO 63 ESTUCO PREPARADO EN BATEA	51
FOTO 64 PREPARACIÓN DEL ESTUCO EN TARRO	51
FOTO 65 APLICACIÓN DEL ESTUCO EN LAS ESQUINAS.....	51
FOTO 66 APLICACIÓN DE FORMA HORIZONTAL.....	51
FOTO 67 APLICACIÓN DE FORMA VERTICAL	51
FOTO 68 PRESENTACIÓN DEL ESTUCO PLÁSTICO.....	53
FOTO 69 LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE	53
FOTO 70 APLICACIÓN DEL ESTUCO PLÁSTICO	54
FOTO 71 SUPERFICIE TERMINADA.....	54
FOTO 72 UNIÓN ENTRE RIEL Y OMEGA	57
FOTO 73 DISTRIBUCIÓN DE LAS OMEGAS	57
FOTO 74 FIJACIÓN DE LOS TEMPLETES A LOS NERVIOS.....	57
FOTO 75 AJUSTE DE LAS OMEGAS.....	57
FOTO 76 ESTRUCTURA METÁLICA INSTALADA.....	58
FOTO 77 UNIÓN ENTRE LA OMEGA Y EL ÁNGULO FIJADO AL MURO	58
FOTO 78 PARTES DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DE SOPORTE	58
FOTO 79 CORTE DE LOS BORDES DE LOS TEMPLETES	60
FOTO 80 LIMPIEZA DE LA ZONA DONDE SE UBICA EL PANEL	60
FOTO 81 INSTALACIÓN HOJA CON AYUDA PIE DE AMIGO.....	60
FOTO 82 AJUSTE CON LOS TORNILLOS	60

FOTO 83 PLATINAS QUE SIRVEN DE AMARRE.....	60
FOTO 84 CHEQUEO DE LA INSTALACIÓN.....	60
FOTO 85 CINTA PARA TRATAMIENTO DE JUNTAS.....	61
FOTO 86 ZONA CON LA APLICACIÓN DEL MASTIK.....	61
FOTO 87 LIJANDO LA SUPERFICIE.....	61
FOTO 88 APLICACIÓN DE PINTURA AL CIELO RASO.....	61
FOTO 89 CIELO RASO TERMINADO.....	62
FOTO 90 PANEL INSTALADO Y ESTRUCTURA METÁLICA.....	62
FOTO 91 REGANDO EL MATERIAL DE SUB-BASE.....	63
FOTO 92 COMPACTACIÓN DE LA SUB-BASE.....	63
FOTO 93 COMPACTADOR DE TAMBOR VIBRATORIO.....	63
FOTO 94 HUMEDECIENDO LA ZONA A COMPACTAR.....	63
FOTO 95 COMPACTACIÓN SUB-BASE EN PARQUEADERO.....	63
FOTO 96 COMPACTACIÓN FINALIZADA PARQUEADERO.....	63
FOTO 97 REGANDO EL MATERIAL DE BASE.....	64
FOTO 98 MÉTODO PARA CONTROLAR LA ALTURA ENRASE.....	64
FOTO 99 CONTROL DE NIVEL DE ENRASE.....	64
FOTO 100 HUMEDECIENDO LA ZONA A COMPACTAR.....	64
FOTO 101 COMPACTACIÓN DE LA BASE.....	64
FOTO 102 CONTROL DE NIVELACIÓN DE LA VÍA.....	64
FOTO 103 IMPRIMACIÓN.....	65
FOTO 104 CARGANDO LA FINISHER DE MEZCLA.....	65
FOTO 105 EXTENDIENDO EL CONCRETO ASFALTICO.....	65
FOTO 106 CONTROL DE ESPESOR DE LA CAPA.....	65
FOTO 107 COMPACTACIÓN CON RODILLO LISO.....	66
FOTO 108 COMPACTADOR NEUMÁTICO.....	66
FOTO 109 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DEL SARDINEL.....	68
FOTO 110 PUENTE PARA TRAZAR HILOS GUÍAS.....	68
FOTO 111 PROCESO DE INSTALACIÓN DEL TABLÓN Y LAS GUÍAS.....	68
FOTO 112 HILOS GUÍAS (SUPERIOR E INFERIOR).....	68
FOTO 113 FORMALETA CON LAS DOS CARAS Y RELLENO DE SOPORTE.....	68
FOTO 114 FUNDICIÓN DEL SARDINEL.....	68
FOTO 115 AFINADO DEL CONCRETO.....	69
FOTO 116 PROCESO DE ACOLILLAR.....	69
FOTO 117 QUITANDO LA FORMALETERÍA.....	69
FOTO 118 CURADO DEL CONCRETO.....	69
FOTO 119 INSTALACIÓN DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS.....	70
FOTO 120 REDES DOMICILIARIAS DE TELÉFONO Y TELEVISIÓN.....	70
FOTO 121 INSTALACIÓN CINTA DE SEGURIDAD PARA RED DE GAS.....	70
FOTO 122 MANGUERA FLEXIBLE Y CINTA DE SEGURIDAD.....	70
FOTO 123 COMPACTACIÓN TERRAPLÉN.....	72
FOTO 124 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE SALÓN COMÚN.....	72
FOTO 125 INSTALACIÓN DE CASTILLOS DE ACERO.....	72
FOTO 126 FUNDICIÓN DE LAS VIGAS DE CIMENTACIÓN.....	72

FOTO 127 FUNDICIÓN PISO PRIMARIO	72
FOTO 128 ELEVANDO MUROS Y ELABORACIÓN FORMALETAS	72
FOTO 129 INSTALACIÓN VIGA AÉREA	73
FOTO 130 FORMALETAS PARA LAS VIGAS DE SOPORTE DE LA CUBIERTA	73
FOTO 131 DESENCOFRADO DE VIGAS.....	73
FOTO 132 ESTRUCTURA EN MADERA PARA LA CUBIERTA	73
FOTO 133 INSTALACIÓN DE LA CUBIERTA	73
FOTO 134 MUROS EN LADRILLO A LA VISTA.....	73
FOTO 135 FORMALETAS PARA MATERAS	74
FOTO 136 DESENCOFRADO MATERAS Y ENCHAPES EN BAÑOS Y COCINA	74
FOTO 137 ABUSARDADO DE COLUMNAS Y VIGAS	74
FOTO 138 CONSTRUCCIÓN DE LA ZONA DE CIRCULACIÓN	74
FOTO 139 EXCAVACIÓN MECÁNICA	82
FOTO 140 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE LA PISCINA	82
FOTO 141 CONSTRUCCIÓN DEL SOLADO	82
FOTO 142 ARMADO DE ACEROS PARA MUROS Y LOSA	82
FOTO 143 INSTALACIÓN DE LA CINTA IMPERMEABILIZANTE.....	83
FOTO 144 FUNDICIÓN DE LA LOSA.....	83
FOTO 145 INSTALACIÓN DE ARTEFACTOS DE LA PISCINA	83
FOTO 146 FORMALETAS MUROS Y ACEROS PISCINA PEQUEÑA	83
FOTO 147 FUNDICIÓN DE LOS MUROS Y LOSA PISCINA NIÑOS.....	83
FOTO 148 DESENCOFRADO DE LOS MUROS	83
FOTO 149 MORTERO DE NIVELACIÓN PARA EL MURO.....	84
FOTO 150 INSTALACIÓN DEL ENCHAPE EN LOS MUROS.....	84
FOTO 151 ADECUACIÓN PARA LA ZONA DE CIRCULACIÓN	84
FOTO 152 INSTALACIÓN ENCHAPE EN ZONA CIRCULACIÓN.....	84
FOTO 153 FORMALETA PARA EL ROMPE - OLAS.....	84
FOTO 154 APLICACIÓN DE GRANITO EN ROMPE OLAS	84
FOTO 155 GRADAS PARA ACCEDER A LA PLANTA	85
FOTO 156 PISCINA DE LOS NIÑOS.....	85
FOTO 157 INSTALACIÓN DE LA CENEFA DE COLORES	85
FOTO 158 MORTERO DE NIVELACIÓN DEL PISO	85
FOTO 159 LIMPIEZA DEL ENCHAPE	85
FOTO 160 EMBOQUILLADO DEL ENCHAPE DE PISO	85
FOTO 161 ESTRIBOS DE LA COLUMNETA	126
FOTO 162 PANTALLAS EN CONCRETO.....	126
FOTO 163 FUNDICIÓN DE LAS COLUMNAS.....	126
FOTO 164 APUNTALAMIENTOS DE COLUMNAS.....	126
FOTO 165 CAJA SIN CAYUELAS.....	127
FOTO 166 CAJA CON CAYUELAS Y SEPARADOR	127
FOTO 167 ESTRUCTURA METÁLICA DE SOPORTE PARA EL PANEL YESO	130
FOTO 168 AJUSTE Y VERIFICACIÓN DE LAS OMEGAS	130
FOTO 169 HILOS DE CHEQUEO ENTRE MUROS	130
FOTO 170 HILOS DE CHEQUEO EN BORDES.....	130

FOTO 171 ROMPER LADRILLOS POR DONDE SE PRESENTA LA FISURA.....	132
FOTO 172 ZONA DEL MURO EN REPARACIÓN.....	132
FOTO 173 REMPLAZAR LOS LADRILLOS Y PEGAR CON MORTERO.....	132
FOTO 174 MURO LIMPIO Y REPARADO.....	132
FOTO 175 SALA-COMEDOR.....	133
FOTO 176 COCINA INTEGRAL.....	133
FOTO 177 CLOSET EN ALCOBA.....	134
FOTO 178 VENTANAS.....	134
FOTO 179 CIELO DEL SEGUNDO PISO EN LA ALCOBA.....	134
FOTO 180 ALCOBA PRINCIPAL.....	134
FOTO 181 BAÑO PRINCIPAL.....	134
FOTO 182 CUBIERTA EN TEJA DE BARRO.....	134

Lista de Ilustraciones.

ILUSTRACIÓN 1 PLANO ARQUITECTÓNICO DE LA DISTRIBUCIÓN INTERNA DE LOS ESPACIOS EN LA CASA.....	18
ILUSTRACIÓN 2 DISEÑOS ESTRUCTURALES DE LAS VIGAS DE CIMENTACIÓN.....	19
ILUSTRACIÓN 3 CORTE DE LA LOSA ALIGERADA.....	20
ILUSTRACIÓN 4: VISTA GENERAL PREVIA, AL INICIO DE LA PASANTÍA.....	28
ILUSTRACIÓN 5 VISTA GENERAL DE LA ZONA DE PARQUEO PARA LOS VISITANTES.....	62
ILUSTRACIÓN 6 PLANOS DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL SALÓN COMÚN.....	71
ILUSTRACIÓN 7 PLANO VISTA EN PLANTA Y PERFIL DE LAS PISCINAS.....	77
ILUSTRACIÓN 8 PLANO ESTRUCTURAL DE LA PISCINA PEQUEÑA.....	78
ILUSTRACIÓN 9 IDENTIFICACIÓN DE LOS MUROS EN LA PISCINA.....	81
ILUSTRACIÓN 10 FISURA EN MURO EN ZONA DEL PATIO.....	131
ILUSTRACIÓN 11 FISURA EN MURO INTERIOR.....	131

Lista de Gráficos Estadísticos.

GRAFICO 1 DISPERSIÓN EN LOS DATOS DE LA MUESTRA.....	114
GRAFICO 2 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS.....	115
GRAFICO 3 CAJA Y BIGOTES PARA EL MÉTODO DE BATEA.....	118
GRAFICO 4 MODELO AJUSTADO PARA RENDIMIENTO EN MANO DE OBRA (MÉTODO DE BATEA) VS EDAD.....	122
GRAFICO 5 CAJA Y BIGOTES PARA EL MÉTODO DEL TARRO.....	123

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta el acuerdo número 051 de 2001 del Consejo Superior Universitario, el cual confiere atribuciones estatutarias al Consejo de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca; reglamenta el trabajo de grado de la Facultad de Ingeniería Civil, emanada por la resolución No 281 de 2005, se opta por la modalidad de trabajo de grado: pasantía, para la obtención del título de Ingeniero Civil.

En el proceso constructivo de un proyecto de vivienda, se involucran muchas actividades de tipo técnico, y administrativo. En este caso desde la mirada de la interventoría es muy importante saber cómo se desarrollan estas actividades, para así poder controlar con detalle el proceso constructivo realizado. El enfoque de esta pasantía se hará en el tema de acabados de una vivienda, aplicando y fortaleciendo los conocimientos teóricos adquiridos durante el proceso de formación en la facultad.

Existe en la actualidad un incremento en la construcción de viviendas, generado por la alta demanda de puestos de trabajo y fomentada por la nueva política del estado con el objetivo de rebajar las tasas de desempleo en las ciudades intermedias, por tal motivo se han impulsado la creación de nuevas empresas capaces de realizar dos o más proyectos urbanísticos simultáneamente, exigiendo así cálculos más precisos a la hora de evaluar costos y presupuestos, donde se debe garantizar además, que las viviendas cumplan con la calidad y las especificaciones contempladas en las normas colombianas de construcción.

En el sector constructivo se presentan incertidumbres a la hora de calcular rendimientos de mano de obra y más tratándose del proceso constructivo de viviendas, todo esto motiva a llevar a cabo este estudio, que resulta algo dispendioso por tratarse del desempeño de personas que interactúan dentro del desarrollo de una construcción específica, influenciados por múltiples variables, como por ejemplo: las diversas condiciones climáticas, la relación del trabajador y su entorno laboral, el estado emocional del trabajador, del tipo de actividad a ejecutar, el grado de capacitación que tenga el obrero y la experiencia adquirida en otras obras. Estas variables originan un sin número de desviaciones entre los diferentes valores de rendimiento de mano de obra arrojados para una misma actividad.

En el presente trabajo, se plantea el estudio del rendimiento de la mano de obra en algunas actividades constructivas específicas dentro del contexto de los acabados de una vivienda. El procedimiento básicamente consiste en realizar mediciones representativas estadísticamente de los rendimientos en la mano de obra para las actividades antes

mencionadas, tomadas en las diferentes viviendas del conjunto “TULIPANES DE LA HACIENDA”, con la finalidad de obtener valores de rendimientos de mano de obra medidos en campo, los cuales servirán para ser incluidos en los cálculos de los costos de mano de obra en el tema de acabados de la vivienda o a su vez para los futuros proyectos de la constructora. Por otro lado los valores obtenidos serán analizados y comparados con el objeto de poder determinar la manera en que los factores de afectación inciden en los mismos.

Se estudiarán los valores de rendimiento de mano de obra propuestos por diferentes autores, para comparar si corresponden a los medidos en campo pudiendo discernir si los valores de rendimientos que manejan ellos se pueden aplicar a los proyectos de la constructora en la ciudad de Popayán.

Para el experimento de toma de rendimiento de mano de obra, se trató de buscar el personal en la obra con la mayor experiencia en la ejecución de la actividad, además que utilizara un método práctico y común al ejecutar la labor. Mediante el uso de herramientas estadísticas en este caso a través del software Statgraphics; unidos en algunos casos, al análisis de los factores de afectación de rendimiento de mano de obra obtenidos en el campo, nos permitan determinar un rendimiento promedio de mano de obra para cada actividad estudiada, en este caso para algunas actividades constructivas dentro del tema de los acabados de una vivienda.

El procedimiento con que se llevó a cabo estos experimentos de toma de rendimientos de mano de obra, fue muy simple, permitiendo así, poder ser aplicados o continuados en futuras investigaciones referentes a este tema; para así lograr en un futuro no muy lejano, la consecución de un manual de costos y rendimientos de mano de obra para viviendas de 1 o 2 pisos, que esté vigente en toda Colombia; tal como existe actualmente en otros países.

CAPITULO I. PRELIMINARES

1.1 Información del proyecto

Proyecto TULIPANES DE LA HACIENDA.

El conjunto residencial *TULIPANES DE LA HACIENDA*, es un proyecto ubicado en el norte de la ciudad de Popayán, en la carrera 6c 33N-106, compuesta de 46 soluciones de vivienda tipo unifamiliar, dividido su proceso constructivo en dos etapas así: la primera con 25 casas y la segunda con 21 casas.

La distribución interna de espacios en las casas es de la siguiente forma:

Primer piso: Sala comedor, cocina integral, patio jardín (posibilidad de ampliación), alcoba del servicio con baño, zona de ropas cubierta, baño social y garaje.

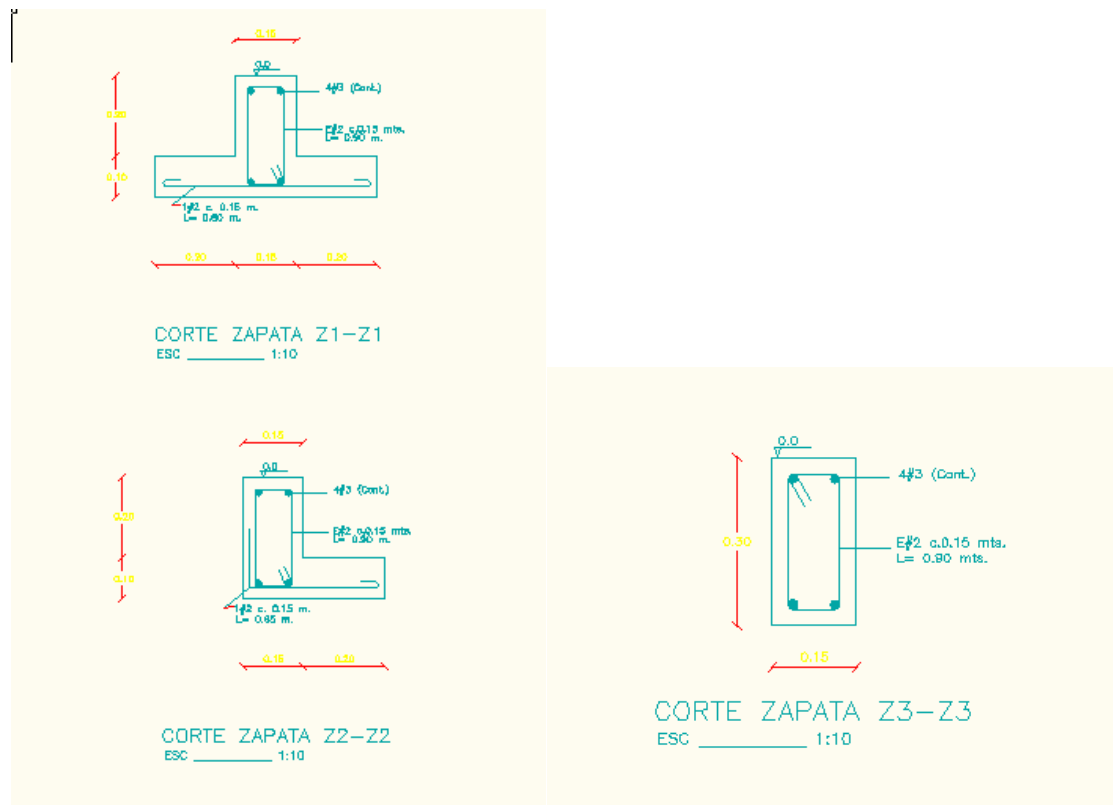
Ilustración 1 Plano arquitectónico de la distribución interna de los espacios en la casa



Segundo piso: Tres alcobas; la principal con baño y closet en madera, las otras dos con closet en madera, además se cuenta con un baño en la zona de hall.

Para su diseño se utilizaron las normas sismo resistente colombianas NSR-98; las viviendas se encuentran sostenidas en una cimentación de viga corrida tipo T (Z1) invertida con un peralte de 35 cm; tipo L (Z2) con peralte de 35 cm, altura de 30 cm y tipo rectangular (Z3) de 30*15 cm (véase, Ilustración 2).

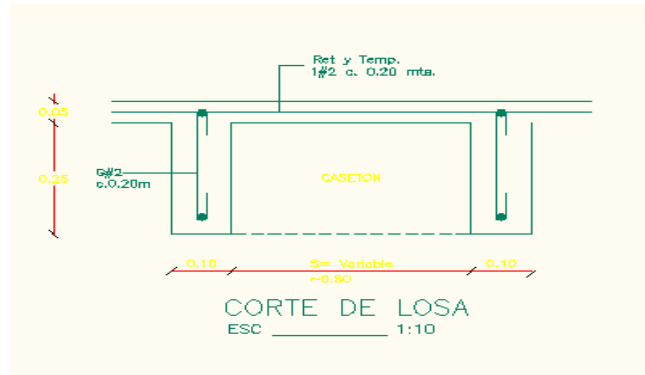
Ilustración 2 Diseños estructurales de las vigas de cimentación



El sistema estructural está construido por el método de mampostería confinada, grado de disipación de la energía: DMO; cuyos materiales deben tener la resistencia especificada en la NSR-98. La mampostería tendrá un $f_m = 7\text{Mpa}$; unidad de mampostería $f'_{cv} = 15\text{Mpa}$; concreto $f'_c = 21\text{Mpa}$ y el acero $f_y = 420\text{Mpa}$.

Se diseña la construcción de una losa aligerada con caseton de esterilla cuyo diseño se muestra en la Ilustración 3 además esta será tapada con una estructura de cielo raso en panel yeso.

Ilustración 3 Corte de la losa aligerada



A continuación se presenta las especificaciones de obra a seguir en la construcción de cada una de las casas del proyecto; detalladas por la constructora y descritas en la siguiente tabla así:

1.	PRELIMINARES	CERRAMIENTO EN TODA LA OBRA - UN SOLO CONTROL DE ACCESO Y SALIDA
2.	CIMENTACION	CONCRETO 3000 PSI - CIMENTOS FORMALETEADOS. GANCHOS Y TRASLAPES DE ACUERDO A NSR -98
3.	DESAGUES	
	Cajas de Inspección	CAJAS EN CONCRETO 2500 PSI
	Tuberías varias	TUBERIA EN PVC DE MARCAS RECONOCIDAS Y CON NORMAS ICONTEC (PAVCO, RALCO, TUBOSA, GERFOR). NO UTILIZAR TUBERÍA PLEXIM
4.	ESTRUCTURA	
	Columnetas y Columnas	EN CONCRETO DE 3000 PSI. LOS GANCHOS Y TRASLAPES DEBEN HACERSE SEGÚN NSR -98
	Losa aligerada 0,30 y vigas	EN CONCRETO DE 3000 PSI. LOS GANCHOS Y TRASLAPES DEBEN HACERSE SEGÚN NSR -98
	Gradas en concreto	EN CONCRETO DE 3000 PSI. LOS GANCHOS Y TRASLAPES DEBEN HACERSE SEGÚN NSR -98
	Vigas, Dinteles, Cinta de amarre	EN CONCRETO DE 3000 PSI. LOS GANCHOS Y TRASLAPES DEBEN HACERSE SEGÚN NSR -98
5.	MAMPOSTERIA	
	Muros primer piso	MUROS EN LADRILLO COMUN
	Muros segundo piso	MUROS EN LADRILLO COMUN
	Muros limpio patio	LADRILLO COMUN ESCOGIDO Y REVITADO
	Muros limpios fachadas	LADRILLO COMUN ESCOGIDO Y REVITADO
	Alfajias	EN CONCRETO DE 3000 PSI
6.	REPELLOS	
	Repello sobre muros	CON MEZCLA 1:3 - CON ESCUADRA Y VERIFICANDO QUE EN EL PISO NO SE PRESENTEN CUCHILLAS CUANDO SE INSTALE EL PISO
	Repello sobre losa	NO APLICA - PANEL YESO DE 1/2"
	Repello carteras	CON MEZCLA 1:3
	Repello Grada	CON MEZCLA 1:3

7.	CUBIERTAS	EN ASBESTO CEMENTO + TEJA DE BARRO. (TEJAS DE ASBESTO CEMENTO DE MARCAS RECONOCIDAS CON NORMAS ICONTEC)
8.	CIELO RASO	
	Cielo raso en panel yeso	PANEL YESO DE 1/2"
	Alero	EN MALLA CON VENA Y MORTERO 1:3
9.	PISOS	
	Sub base en roca muerta + primario	CONCRETO 2500 PSI
	Enchape pisos todas las áreas	DEBIDAMENTE INSTALADOS SIN FICHAS SOBRESALIENTES Y REVISADO QUE EN SUS DILATACIONES LA FRAGUA QUEDE HOMOGENEA. MORTERO DE NIVELACION MIN 1:4
	Enchape pisos baños	DEBIDAMENTE INSTALADOS SIN FICHAS SOBRESALIENTES Y REVISADO QUE EN SUS DILATACIONES LA FRAGUA QUEDE HOMOGENEA
	Construcción pollos	CONCRETO 2500 PSI
	Enchape gradas	DEBIDAMENTE INSTALADOS SIN FICHAS SOBRESALIENTES Y REVISADO QUE EN SUS DILATACIONES LA FRAGUA QUEDE HOMOGENEA - IMPORTANTE ESCUADRAR EL ENCHAPE CON LOS MUROS TRANSVERSALES. POR DEFINIR REMATE (PIRLAN EN ALUMINIO O MADERA)
	Guarda escoba (Incluye el de la grada)	DEBIDAMENTE INSTALADOS SIN FICHAS SOBRESALIENTES Y REVISADO QUE EN SUS DILATACIONES LA FRAGUA QUEDE HOMOGENEA
	Sardinel, Grama, Antejardín, Andén, Ja	CONCRETO DE 2500 PSI - PATIO EN GRAMA O TRITURADO LIMPIO MIN 5 CM.
10.	ENCHAPE	
	Cocina	DEBIDAMENTE INSTALADOS SIN FICHAS SOBRESALIENTES Y REVISADO QUE EN SUS DILATACIONES LA FRAGUA QUEDE HOMOGENEA
	P. Ropas	DEBIDAMENTE INSTALADOS SIN FICHAS SOBRESALIENTES Y REVISADO QUE EN SUS DILATACIONES LA FRAGUA QUEDE HOMOGENEA
	Baños	DEBIDAMENTE INSTALADOS SIN FICHAS SOBRESALIENTES Y REVISADO QUE EN SUS DILATACIONES LA FRAGUA QUEDE HOMOGENEA

11.	INSTALACIONES HIDRAULICA	SE DEBE RESPETAR EL DISEÑO HIDRAULICO Y SANITARIO. TUBERIA PRESION Y ACCESORIOS MARCA PAVCO. LOS PUNTOS HIDRAULICOS SOBRE ENCHAPES DEBEN LLEVAR ESCUDO GRIVAL. LAS LLAVERES DE PASO DEBEN TENER SU RESPECTIVA TAPA REGISTRO PAVCO
12.	INSTALACIONES ELECTRICAS	
	Entubado 40%	RESPETAR EL DISEÑO - MATERIALES DEBEN CUMPLIR RETIE
	Cableado 50%	RESPETAR EL DISEÑO - MATERIALES DEBEN CUMPLIR RETIE
	Aparatiado 10%	RESPETAR EL DISEÑO - MATERIALES DEBEN CUMPLIR RETIE - APARATOS LUMINEX
13.	APARATOS SANITARIOS	
	Lavamanos y Sanitarios	PARA LA ALCOBA DE SERVICIO COMBO SANITARIO BLANCO ACUACER DE 3 ACCESORIOS. PARA LOS OTROS 3 BAÑOS SE COMPRARÁ CON LA APROBACION DE ANGLO ANGULO
	Duchas + grifos	DUCHAS GRIVAL COMPLETAS - LLAVERES + MEZCLADOR + REGADERA - TIPO PRISMA. LLAVERES GRIVAL CROMADAS
	Lavadero	PREFABRICADO EN GRANITO
	Mezclador para ducha	VER DUCHA + GRIFOS
	Lavaplatos	SOCODA CON GRIFERIA GRIVAL CUELLO ALTO
	Rejillas	EN ALUMINIO
	Jaboneras adicionales	DE ACUERDO A LOS INCRUSTABLES
	Incrustables	SEGÚN LOS SANITARIOS Y LAVAMANOS
14.	CARPINTERIA EN MADERA	
	Puertas en madera	EN MADECOR O SIMILAR ELABORADAS POR UNA FABRICA RECONOCIDA. (PIZANO, TABLEMAC, ETC)
	Closet	EN MADECOR SEGÚN OFERTA
	Cocina (Mueble, mesón estufa, extracto)	SEGÚN OFERTA
	Pasamanos	EN MADERA SECA Y CON UNIONES BIEN ACOPLADAS
	Marco para lucetas	EN MADERA COLOR CAOBA

15.	CARPINTERIA METALICA	
	Marcos metálicos	EN LAMINA CALIBRE 22 - PINTADOS COLOR CAOBA
	Ventanas aluminio + puerta ventana	EN COLOR ANOLOC. BALCONES Y ANTEPECHOS COMO LOS DE PORTRERITOS
16.	CERRAJERIA	TIPO POMO MADERA. LA CERRADURA DE LA PUERTA PRINCIPAL SE ESCOGE CONJUNTAMENTE CON LA CONSTRUCTORA
17.	PINTURA	
	Estuco + vinilo muros	ESTUCO SOBRE REPELLO (ESTUCOR O IMPADOC). PINTURA DE INTERIORES PINTUCO INTERVINILO - MIN. 3 MANOS. PARA PINTURAS DE EXTERIORES (MUROS Y ALFAJIAS) SE USARÁ KORAZA DE PINTUCO. LOS MUROS PINTADOS SOBRE REPELLOS SE PODRAN EMPORAR CON UNA BASE DE CAL REBAJADA. CUANDO SE EMPORE LOS MUROS NO PUEDEN QUEDAR BLANCOS.
	Estuco + vinilo cielos 2 piso	SE DEBE ENCINTAR TODAS LAS UNIONES Y EMPASTAR HASTA NIVELAR CON LAS PLACAS DE PANEL Y ESO. LOS EMPASTES DEBEN TENER UN ANCHO MINIMO DE 50 CM
	Empaste y pintura cielos primer piso	SE DEBE ENCINTAR TODAS LAS UNIONES Y EMPASTAR HASTA NIVELAR CON LAS PLACAS DE PANEL Y ESO. LOS EMPASTES DEBEN TENER UN ANCHO MINIMO DE 50 CM
	Impermeabilización ladrillo	SE DEBE HACER CON SIKA TRANSPARENTE EN LAS ZONAS DONDE EL AGUA TIENE CONTACTO DIRECTO A UNA ALTURA DE 1 METRO. POSTERIORMENTE SE PODRA APLICAR A TODO EL MURO EL ACRONAL CON EL FIN DE IMPERMEABILIZAR Y DE DAR BRILLO AL LADRILLO - MIN 2 MANOS
	Aleros	EN PINTURA TIPO VINILTEX.

El sistema de tuberías de agua potable, eléctrica, de gas y sanitaria fue situada dentro de las respectivas instalaciones según planos aprobados.

Su estratégica ubicación al norte de la ciudad, en la zona donde se preparan grandes proyectos urbanísticos, todos dentro de lo que se conoce como “LA HACIENDA LA VIRGINIA”.

Cuenta con fácil acceso sobre la carrera 6, a futuro con una posible doble calzada que se conectara con la autopista (carrera 9N), además de la construcción de la calle 7, vías lentas y glorieta, todas contempladas en el gran proyecto para la hacienda la Virginia. Es una zona donde se pueden encontrar a distancias muy cortas diferentes sitios de interés tales como: Club campestre, Capilla la Ximena, Estadio Ciro López, Centros comerciales, cercano al Hospital San José y Centros Clínicos, además de su proximidad a Colegios.

El proyecto “TULIPANES DE LA HACIENDA” cuenta con un área de lote total de 10.086 m²; el conjunto tendrá una gran zona de recreo en la que se cuenta con piscina, salón común, juegos para niños, zona para una cancha múltiple, plazoleta, zonas verdes.

Las viviendas cuentan con un área de 130.3m² construidos la denominada como básica; ya con ampliación se llega a los 151.95m² de área construida. Ellas cuentan además con espacios interiores amplios, altos e iluminados, siempre con un aspecto visual muy agradable y acogedor.

Las redes externas de energía, gas, agua potable, teléfono e internet se hacen por vía subterránea. Las viviendas contarán con puntos de gas para la instalación de un calentador a gas, usado para el agua caliente en algunos servicios, tales como lavamanos y duchas de las alcobas del segundo piso. El proyecto residencial cuenta además con vías completamente pavimentadas, con sardineles, andenes amplios; para el alumbrado del conjunto se usan postes decorativos en forma de faroles.

Con la experiencia obtenida en proyectos anteriores como por ejemplo para citar algunos: Nogales de la hacienda, Rosales de la hacienda, Potreritos de la hacienda; la CONSTRUCTORA ANGLO ANGULO & Cía. S.C.A., le apuesta a la expansión en la zona en la hacienda de la Virginia; apoyados en el éxito obtenido y la aceptación de la comunidad payanesa.

EMPRESA RECEPTORA:

La empresa receptora es la *CONSTRUCTORA ANGLO ANGULO & Cía. S.C.A.*, de carácter privado con ánimo de lucro, cuyo Gerente de Proyectos es el Ingeniero Juan Manuel Mosquera Casas, y como Ingeniera Residente de Interventoría Natalie Cerón Meléndez.

Objetivo:

La *CONSTRUCTORA ANGLO ANGULO & Cía. S.C.A.*, tiene como objetivo general, ofrecer alternativas de vivienda con calidad, seguridad que brinden bienestar y tranquilidad a las familias, dentro de un ambiente que interactúe con la construcción y el medio ambiente.

Misión:

La *CONSTRUCTORA ANGLO ANGULO & Cía. S.C.A.* tiene como misión convertirse en la primera constructora de vivienda de la ciudad, ofreciendo propuestas constructivas con excelente calidad, contando con el mejor grupo de profesionales comprometidos con responsabilidad, iniciativa, honestidad y creatividad en la búsqueda de satisfacer las expectativas de nuestros clientes.

Visión:

Ser la mejor constructora de la ciudad, en calidad del producto, cumplimiento, seriedad y atención a nuestros clientes.

1.2 Justificación

Se quiere conocer las diferentes técnicas de construcción que habitualmente se manejan para la materialización de un proyecto urbanístico, en el cual surja un contraste entre la parte teórica con la parte práctica, formulando entonces bases para un mejor manejo y control de las diferentes etapas de los procesos constructivos de una vivienda.

Es muy importante el tema de acabados en una vivienda; estos constituyen todos los procesos constructivos, que se realizan, para que la casa pueda ser puesta al servicio de quienes la van a habitar en condiciones ambientales acogedoras y cómodas.

Por tal razón se pretende realizar el trabajo de pasantía en una empresa relacionada con la construcción de vivienda unifamiliar, como auxiliar de ingeniera residente de Interventoría en el proyecto residencial TULIPANES DE LA HACIENDA; teniendo en cuenta que la modalidad de pasantía permite la aplicación de los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación profesional en el claustro universitario, logrando afianzar la teoría y la práctica, necesarias para iniciar el ejercicio profesional como Ingeniero Civil.

1.3 Objetivo General y Objetivos Específicos

Objetivo General:

Participar como Auxiliar de Ingeniería de Residencia, desde el campo de la interventoría, en el control de la ejecución de los diferentes procesos constructivos en el proyecto residencial “Tulipanes de la Hacienda” ubicado Carrera 6c N° 33N-106 en la ciudad de Popayán (Cauca).

Objetivos específicos:

1. Desde de la parte de la interventoría:

- Desempeñar funciones asignadas por la ingeniera residente de Interventoría y los Ingenieros de la *CONSTRUCTORA ANGLO ANGULO & Cía. S.C.A.*
- Establecer los rendimientos de mano de obra, en las actividades del proceso constructivo de los acabados, en el proyecto TULIPANES DE LA HACIENDA.
- Evaluar la información obtenida confrontándola con tablas de rendimientos existentes y con algunas cotizaciones de mano de obra.

2. Desde la parte de la firma constructora:

- Crear una guía para el manejo técnico de los acabados, siguiendo las normas técnicas vigentes.
- Identificar y evaluar los factores de afectación del rendimiento de mano de obra, en la actividad de aplicación del estuco en muros interiores en las casas del proyecto residencial.
- Reconocer y emplear alternativas que permitan mejorar, en cuanto, a eficiencia y eficacia los diversos procesos constructivos particularmente en el tema de acabados de una vivienda.

1.4 Metodología

El desarrollo de la pasantía se realizara en el proyecto residencial TULIPANES DE LA HACIENDA, bajo la dirección y supervisión de la Ing. Natalie Cerón Meléndez, ingeniera residente de Interventoría y del Ing. Jaime Andrés Castro García, Director de obra.

Durante el tiempo que dura la pasantía se desarrollarán actividades en obra que corresponderán a las diferentes tareas asignadas por la ingeniera residente de interventoría, conjuntamente se planeará una serie de experimentos (toma de tiempos de labor para las diferentes actividades constructivas en el tema de acabados, cálculo de rendimientos de mano de obra en acabados, presupuestos en acabados; evaluar los factores de afectación del rendimiento de mano de obra para el personal que desarrolla las actividades de aplicación del estuco) de los cuales los resultados serán objeto de diferentes análisis y comparaciones según sea el caso, la elaboración de manuales técnicos, constructivos y de interventoría para el tema de los acabados en una vivienda; parámetros o guías, que servirán para ofrecer economía y calidad en los futuros proyectos residenciales de la constructora ANGLO ANGULO.

Es claro indicar que como el tema fundamental es el de los acabados de la vivienda, es muy importante conocer cada una de las sub-actividades que se realizan dentro del proceso constructivo, reconociendo su importancia y valor a la hora de la toma de rendimientos de mano de obra o en el costo de la ejecución de los mismos.

Se desarrollarán labores de oficina, en este caso será para analizar la información y a partir, de ahí establecer las guías o pruebas pilotos, además de recopilar la información de los rendimientos teóricos y las especificaciones técnicas y constructivas para cada uno de los acabados de la vivienda tipo básica, utilizados en el proyecto “TULIPANES DE LA HACIENDA”.

A partir de estas informaciones y experiencias adquiridas durante el transcurso de la pasantía, se elaborarán dos informes, mostrando en ellos el avance en las actividades contempladas en el cronograma, así como del trabajo ejecutado en la obra; usando para ello memorias de cálculo, planos, presupuestos, fotografías, entre otros; estos se entregarán al director de pasantía, quien será el que revisará y controlará el proceso llevado a cabo.

1.5 Cronograma

Como requisito exigido por la Universidad del Cauca, para optar por el título de Ingeniero Civil en la modalidad de pasantía, es necesario cumplir con 640 horas de labor en obra. El tiempo programado para esta actividad está entre los meses de Septiembre del año 2011 a Enero del año 2012. A la fecha el pasante cursa tres asignaturas, a las cuales es necesario dedicar un tiempo para preparar los exámenes, trabajos y demás temáticas de cada curso, por tal motivo no se puede asistir de tiempo completo a la obra. Se asume la pasantía para un tiempo en obra de 30 horas y con 4 horas de trabajo en casa, para un total de 34 horas semanalmente.

El cumplimiento de estas horas va a estar certificado por la Ingeniera Natalie Cerón Meléndez, quien dará validez a las horas, y a las respectivas fechas de iniciación y finalización de la pasantía.

Fecha de entrega de informes:

Diciembre - 2011	Primer informe
Marzo - 2012	Informe Final

Tabla 1 Cronograma de actividades

MES / ACTIVIDAD	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Inducción y reconocimiento de la Obra	■						
Revisión y Análisis de Planos	■						
Realizar tareas como auxiliar de residencia	■	■	■	■	■		
Presentación informe Nº 1			■				
Organización del trabajo final						■	
Presentación y corrección del informe final							■
Sustentación							■

CAPITULO II. EJECUCIÓN DE LA PASANTÍA

En este capítulo se hará un recuento general de cada una de las tareas y actividades ejecutadas en el transcurso de la pasantía, identificando el proceso constructivo y anexando fotos de cada una las actividades observadas y ejecutadas en la obra.

2.1 Actividades y procesos constructivos observados en las casas.

Se inicia con un proceso de inducción, para así poder conocer todo acerca de la obra, identificando las diferentes obras civiles a ejecutar en el proyecto TULIPANES DE LA HACIENDA tales como: la vía interna y parqueadero de visitas, el salón social, la piscina y zonas comunes, las casas tipo unifamiliar. El conjunto residencial cuenta con dos etapas, la primera con 25 casas en proceso de entrega, la segunda con 21 casas aún en proceso constructivo. Debido al avance en que se encuentra el proyecto el director de obra sugiere orientar la pasantía en el tema de acabados, donde tendría la oportunidad de ver cada actividad desde su etapa previa hasta su final. Se indica además cómo es el procedimiento en el manejo de actas, planos, formatos y demás documentos que se utilizan en la oficina.

Ilustración 4: Vista general previa, al inicio de la pasantía



Foto 1 Vista de casas terminadas I etapa



Foto 2 Plano arquitectónico del perfil de la casa



2.1.1 Fundición losa de entrepiso

Se inicia con conocer de ante mano, el procedimiento de control para dar el visto bueno antes de iniciar la fundición de una losa, en este caso se va fundir una losa aligerada. Se debe tener muy claras las especificaciones indicadas en los planos, dimensiones y diámetros en los aceros, longitudes de traslapo, separación de los estribos, todo debe estar muy bien amarrado y ubicado tal como aparece en los planos estructurales, la zona debe estar limpia de materiales extraños como: madera, papel, u otros.

Foto 3 Amarrando toda la estructura de acero



Foto 4 Humedecer la zona a fundir



Foto 5 Control en la dosificación



Foto 6 Vibrado del concreto



Para la fundición de una losa de entrepiso, se anota el procedimiento utilizado, en este caso la mezcla se hace en el sitio, con la ayuda de un mezclador mecánico (trompo), la dosificación utilizada fue 1:3:3 en las vigas y nervios, para la placa la dosificación fue 1:4:2.

Foto 7 Rampa para vaciar el concreto



Foto 8 Instalaciones eléctricas fundidas dentro de la losa



Por ser una losa de entrepiso, se hace necesario la construcción de una rampa que facilite el transporte y vaciado del concreto en el sitio, además se debe verificar y garantizar la estabilidad de dicha rampa, la cual debe estar bien apuntalada y la zona de tránsito debe ser resistente a la hora que pase el obrero con el buggy transportando la mezcla de concreto.

Como se puede observar en las fotos, las tuberías eléctricas y sanitarias, quedan inmersas en la losa, estas se deben asegurar a los aceros evitando así que al vaciar el concreto las tuberías se muevan y queden corridas del sitio donde deben ir, tal como se indican en los planos de las instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas.

Se revisa la formaleta de la losa y el apuntalamiento. Este debe ser rígido y proporcionar la suficiente estabilidad. Además revisar que no existan huecos grandes en la formaleta por donde se pueda salir la mezcla de concreto, con el fin de evitar desperdicios.

Foto 9 Apuntalamiento de la formaleta



Foto 10 Distribución de las viguetas



2.1.2 Mortero de nivelación

Cuadrilla 1:1

Como requisito previo para la instalación del enchape en pisos.

1. Limpieza. Se inicia picando el piso primario retirando todos los sobrantes de mezcla y mortero adheridos al piso, luego se barre la superficie retirando el material picado.
2. Preparar el mortero. Se mezcla arena y cemento según dosificación, en este caso se utiliza 1 saco de cemento por 2 buggies de arena; se hace el procedimiento de mezclado igual como fue descrito en otros capítulos. Se prepara la pasta fluida de cemento, para aumentar la adherencia y fijación del mortero de nivelación al piso primario.
3. Se dispersa la pasta fluida de cemento por toda la superficie a nivelar; se riega el material (mortero) formando unas franjas maestras distanciadas máximo unos 2 m; previo a esto se pasa un nivel a cada lado de la zona a nivelar, luego se coloca un hilo entre extremos, el cual permite con la ayuda de un metro, medir y colocar el espesor deseado de mortero en los dos puntos guías de los extremos de cada franja (afinando y platachado del mortero en estos puntos), estas medidas son diferentes para permitir dar pendiente al mortero de nivelación.
4. Se inicia nivelando la franja, esto se realiza pasando el codal entre los dos puntos de los extremos, retirando el exceso de mortero; dando como resultado una franja nivelada y con la pendiente deseada. Se hace lo mismo con la otra franja.
5. Se agrega mortero en el espacio entre las dos franjas, repartiéndolo con el palustre o pala cubriendo toda la superficie de una forma pareja.
6. Se nivela usando como guías las franjas antes niveladas, retirando con el codal todo el exceso de mortero. Luego se procede a humedecer un poco la capa nivelada, se afina el mortero con movimientos circulares usando la llana de madera (platacho).

Foto 11 Picando el piso primario



Foto 12 Mezclar el material



Foto 13 Nivelando puntos fijos



Foto 14 Franja nivelada



Foto 15 Regando la preparación de mortero



Foto 16 Nivelación con el codal entre franjas



2.1.3 Instalación de piso en cerámica.

Se observa la colocación de la cerámica en el piso, tomando nota del proceso constructivo, herramienta y equipo utilizado en esta actividad. Esto con el fin de poder planear una

prueba piloto como experimento para la toma de rendimientos de mano de obra de la cuadrilla, en este caso 1:1.

Foto 17 Limpieza de la superficie



Foto 18 Humedecer la superficie



Foto 19 Agregar la pasta



Foto 20 Esparcir la pasta con la llana acanalada



Foto 21 Colocar la cerámica



Foto 22 Ajustar a nivel la cerámica



Proceso constructivo de instalación piso en cerámica

Requisitos previos: En esta etapa se debe hacer la localización y replanteo de las fichas en la zona, la cual debe ya estar con el mortero de nivelación de piso; además, se debe preparar la pasta (cemento + fijamix + agua) en un balde. Como recomendación del fabricante las cerámicas se deben pasar por inmersión en agua aproximadamente 1 hora antes de ser instaladas, con el fin de no absorba el agua de la pasta de pega.

Proceso de instalación de una ficha:

- Se barre el lugar donde se instalara la cerámica
- Se moja la zona, usando un tarro con agujeros que regulen la cantidad de agua usada.
- Se agrega la pasta con palustre, la cual se empieza a esparcir con la llana metálica, luego se hacen los canales con la misma llana acanalada.
- Para colocar la cerámica, se mira la numeración que viene por detrás de la mismas, se coloca de forma que coincidan los números, así:

Foto 23 Numeración en la cerámica (ejemplo)



- Se golpea suavemente con un mazo de caucho por toda la cara de la cerámica, dando pequeños ajustes de nivel, además a través del sonido se puede determinar en qué parte le falta más pasta.
- Limpiar con agua y usando un cepillo de cerdas suaves, por la zona de las juntas; para finalizar se limpia todo residuo de la pasta presente en la cerámica con la ayuda de una esponja.

Foto 24 Limpieza con cepillo



Foto 25 Limpieza con esponja



Desde el campo de la ingeniería de residencia, tenemos que el proceso de instalación de las cerámicas para pisos, se requiere una supervisión cuidadosa, que incluye desde la compra de los lotes de cerámica hasta el proceso de instalación como tal; donde se encuentran actividades incidentes en la calidad del producto terminado, como son: la preparación de la superficie sobre la que se va a pegar, chequear el adecuado uso en dosificación y calidad de los materiales; además como el correcto trazado y distribución de las fichas, su pegado a nivel, incluyendo su emboquillado y limpieza final.

2.1.4 Instalación de baldosa tipo “tablón”

Se lleva a cabo la observación y toma de rendimientos de mano de obra en el proceso constructivo de un piso en baldosa, labor a cargo de un oficial en este caso Vicente. Se toma inicialmente para para el cálculo de la cantidad de enchape un área de 20 m²,

Materiales:

- Baldosa roja (tablón) 25*25 cm (paquete de 1m² que contiene 8 fichas completas)
- Arena
- Cemento portland tipo 3 “Diamante”

Proceso:

Transportar los materiales a utilizar al sitio de trabajo, en este caso se usan: 3 buggies con arena, dos bultos de cemento gris, veinte paquetes de baldosa tipo tablón.

Mezclar la arena y cemento en el mismo sitio de disposición final, en este caso en el patio.

Ubicar un sitio donde se realizaran los diferentes cortes a las baldosas. La baldosa debió estar en inmersión por un tiempo de 24 horas, antes de ser cortada e instalada.

Área del patio (descontando zona para el perro) = $(7,04*2,62)-(1,05*1,08) = 17,3108 \text{ m}^2$

A continuación se presenta el experimento de toma de rendimientos; planteando una serie de pruebas piloto de cada actividad como un experimento aleatorio.

Prueba Piloto Para La Toma De Rendimiento De Mano De Obra

(Para la actividad de instalación de baldosa tipo tablón en la zona del garaje)

Enchape de piso en la zona del garaje (Tipo Tablón)

Cuadrilla 1:1 Oficial: Julián Ríos (4 años de experiencia) Casa: 39

Materiales:

- Baldosa roja (tablón) 26,5*26,5 cm ladrillera Cúcuta
- Arena
- Cemento portland tipo 3 “Diamante”

Procedimiento efectuado en la prueba piloto:

1. Limpieza zona donde se instalara el enchape. Con la ayuda de una barra, se retira todo el material sobrante o adquirido al piso primario, se barre el piso; simultáneamente se van trayendo al sitio las fichas (las fichas ya han estado 24 horas en inmersión)

Transporte al sitio de cada uno de los materiales, equipo y herramienta a utilizar.

Tabla 2 Materiales para enchape tipo tablón

material	und	cantidad
Tablon Ladrillera Cucuta	paquete (8 tabletas)	20
Arena	buggi	4
Cemento	saco (50kg)	3

Se utilizaran aproximadamente 17 paquetes con un desperdicio de 3 paquetes, el cual equivale a un desperdicio del 15%.

Tiempo de este proceso:

Inicio = 9:00 am

Fin = 9:35 am

Foto 26 Limpieza de la superficie



Foto 27 Transporte del material y equipo



2. Replanteo. Se inicia partiendo del piso primario de la sala comedor, se fija una tabla en la entrada y un clavo en la esquina del sardinel, para iniciar a replantear se colocan clavos en la tabla distanciados cada 26,5 cm; esto se repite en el sardinel; para así poder trazar unos hilos longitudinales que permitan mantener el nivel y dirección de las fichas.

El ayudante continúa con el transporte de los materiales.

Tiempo de este proceso:

Inicio = 9:35 am

Fin = 9:45 am

Foto 28 Replanteo y nivelación para el mortero



Foto 29 Colocación de los hilos



3. Corte de fichas y preparación del mortero.
Este proceso consiste en dividir en 2 cada una de las tabletas, cortando las muescas de la tableta por ambos lados, esto se consigue dando un golpe con el cincel y mazo de caucho, separando y obteniendo 2 fichas por tableta.
Se mezcla arena y cemento (tiempo aprox. 15 min); esta mezcla se hace revolviendo y pasando de un lado a otro creando un montón con forma de cono.

Se inicia haciendo la “L” que conforma el andén de entrada en el garaje a la casa, respetando las medidas de un ancho de 90 cm para la parte larga de la L y 60 cm para la corta; esto para que nos de la dilatación que necesita el garaje.

Se prepara una mezcla agua- cemento, pastosa; con una dosificación de 25 kg de cemento y llenar con $\frac{3}{4}$ de agua un cuñete (tarro grande); mezclar muy bien, revolviendo con la ayuda de un palo grande.

Tiempo de este proceso:

Inicio = 9:45 am

Fin = 10:17 am

Foto 30 Corte para separar las fichas



Foto 31 Preparación de la mezcla



4. Humedecer la superficie y el mortero. Se procede a mojar la zona, en este caso el andén en forma de L de entrada a la casa. Tiempo de este proceso: Inicio = 10:20 am
Fin = 10:21 am

Se moja la mezcla de mortero, Tiempo de este proceso: Inicio = 10:20 am Fin = 10:21 am

5. Champear y colocar el mortero de soporte.

Se empieza agregando por toda la superficie la mezcla de agua-cemento, se champea la parte de la cara lateral de la grada del garaje. Se agrega el mortero en la zona por donde se colocaran las fichas (tablones), formando surcos, siguiendo las guías o hilos previamente colocados.

Se coloca un larguero de madera a lo largo del borde de la grada; con el fin de conformar una guía que permita arrancar con ficha completa.

Tiempo de este proceso:

Inicio = 10:30 am

Fin = 10:40 am

Foto 32 Champear grada del garaje



Foto 33 Reparto del mortero



6. Instalación de las fichas.

Se reparte el mortero, nivelando suavemente. Se agrega un poco de la mezcla de agua-cemento. Para la instalación de la primera ficha se mide 60 cm al borde de la entrada de la puerta; se coloca la ficha en el mortero de soporte y se va asentando con el mazo de caucho hasta que llegue al nivel de los hilos, luego se rectifica con el codal (aproximadamente se coloca 1 ficha por minuto). Se debe dejar una junta de dilatación entre fichas que oscila entre 1 a 1,5 cm. Se repite el proceso instalación de fichas hasta que se complete el área a enchapar.

Tiempo de este proceso:

Inicio = 10:41 am

Fin = 11:52 am

Foto 34 Mortero enrasado ligeramente



Foto 35 Añadiendo pasta agua-cemento



Foto 36 Ubicación de la primera ficha



Foto 37 Asentando la ficha



Foto 38 Nivelación con codal



Foto 39 Termino de la medición de prueba



2.1.5 Actividad: Construcción de las huellas.

En esta actividad se describe el proceso constructivo de la elaboración de las huellas, que son las guías de entrada para los vehículos al garaje. Las huellas son elaboradas en concreto simple, a las que se les da un tratamiento superficial de escobado y acolillado en las juntas de dilatación.

Cuadrilla 2:2

Procedimiento a seguir:

1. Localización y replanteo a partir del piso terminado del garaje.
2. Nivelar la superficie de suelo, se arma las formaletas de madera con las dimensiones de las huellas, es claro indicar que la formaleta debe cumplir con las condiciones de localización, nivel, orientación, estanqueidad, dimensiones, hilo, plomo, seguridad y apuntalamiento.

3. Se agrega una capa fina de arena sobre la superficie nivelada, donde se depositara el concreto.
4. Preparación del concreto. Se mezcla en el trompo los materiales teniendo en cuenta una dosificación 1:3:3, que garantice una resistencia de 210 kg/cm^2 .
5. Se inicia el proceso de fundición, este se realiza por tramos. La fundición consiste en llenar de concreto los rectángulos de la formaleta; una vez se ha vaciado el concreto en el espacio indicado, se riega con ayuda de la pala uniformemente, con el platacho o llana de madera húmeda se empieza a emparejar toda la superficie, luego se procede a pasar el codal entre las tablas que conforman la formaleta retirando así el exceso de concreto y dejando la superficie nivelada. Se genera con el codal unos pequeños golpes en el concreto como si fuera una regla vibratoria, esto con el fin de que el concreto no quede con burbujas de aire en su interior.

Foto 40 Formaleta en madera



Foto 41 Vaciado del concreto



Foto 42 Regar el concreto



Foto 43 Afinado con el platacho



Foto 46 Enrasando con el codal



Foto 47 Fraguado del concreto



Foto 45 Acolillar



Foto 44 Superficie con tratamientos



Para realizar los tratamientos a la superficie del concreto se tiene:

Pasados unos 30 minutos, cuando inicie el fraguado del concreto, se procede a realizar el tratamiento a la superficie llamado “escobado”, que no es más que usando una escoba húmeda se hace pasar las cerdas tallando unos surcos por toda la superficie.

Acolillar, este tratamiento de la superficie consiste en dar una textura lisa y un borde de junta de dilatación, bordeando todo el contorno interno del rectángulo fundido en concreto.

2.1.6 Repellos o revoques en muros de las casas.

Se inicia el proceso de toma de rendimientos, en este caso de la actividad de repello del muro lateral de la casa 33, una cuadrilla 1:2 a cargo del oficial Aldemar.

A continuación se describe el proceso constructivo, que sirve de punto de partida para el planteamiento de la prueba piloto.

- Disponer de:
 1. Materiales: Arena, cemento, agua
 2. Herramientas: Palas, palustres, llana de madera, llana metálica, boquillera o codal, clavos e hilos, nivel de burbuja, martillo de uña, maceta, cincel, plomada, escuadra, metro, manguera transparente para pasar niveles.
 3. Equipo: Carretas, andamios, tarros,
- Preparar superficie.

Se retiran las protuberancias o partes salientes ocasionadas por sobrantes de material, con maceta y cincel, además de todo aquello que interfiera con la aplicación de mortero.

- Localizar puntos maestros.

Se localizan los puntos de referencia colocando mortero a 15 cm del techo y a 15 cm de la pared contigua, colocando luego unos pedazos de baldosín o madera para determinar el grueso del revoque; en seguida se busca la verticalidad con la plomada.

- Preparar mortero según dosificación.

Se inicia cerniendo la arena en una zaranda en este caso se usó una artesanal elaborada en obra, se mide: primero la arena y luego el cemento; se revuelve en seco y se le agrega un poco de agua en caso de que la arena este seca.

- Champear.

Aparte en un balde se agrega un poco de la mezcla anterior y se le añade mucha agua, se mezcla y se empieza a aplicar al muro lanzándola con el palustre a esto se le conoce como champear. La mezcla tiene una consistencia líquida, pero es la que permite que el repello se adhiera al muro.

Foto 48 Champeo del muro



Foto 49 Lanzando del mortero



- Realizar faja maestra.

Primero se humedece el muro y se lanza mortero entre los dos puntos maestros hasta llenarlos, formando entre ellos una faja que luego es tallada por medio del codal entre los dos puntos, esto se hace después de que el mortero ha fraguado un poco, moviendo el codal suavemente de arriba hacia abajo y al mismo tiempo en forma horizontal. Si quedan huecos se rellenan con mortero y se pasa nuevamente el codal hasta que la superficie quede plana.

Foto 50 Cargando el muro con el mortero



Foto 51 Elaboración de fajas maestras



- Llenado de espacios entre fajas maestras.

Luego se remoja el muro tratando que no quede muy saturado, luego con el palustre se lanza mortero entre las fajas hasta llenarlo completamente, y con la ayuda de un codal se recorta el mortero sobrante, tallando el codal entre las fajas maestras. Si quedan huecos se rellenan con mortero y se vuelve a tallar.

Foto 52 Recuadro guía



Foto 53 Pasando el codal nivelando entre las franjas



- Afinar

Una vez tallado el mortero, se procede a afinar, para lo cual con la ayuda de una llana de madera humedecida se va afinando o aplanando el repello, haciendo movimientos circulares repetidos hasta lograr una superficie homogénea y compacta. Como requisito previo se hace necesario humedecer el repello, con la manguera en forma de lluvia, antes de pasar el platacho (llana en madera).

- Rematar y detallar la superficie

Consiste en retirar de los rincones los sobrantes de mortero y dejar bien definidos estos sitios a 90 grados. Los remates en esquinas se confeccionan colocando dos codales aplomados, sostenidos por dos ganchos (hechos de varilla de 3/8) y rellenando el centro con mortero; luego tallando el mortero entre los dos codales con otro codal o con la misma llana de madera.

- Curado

Las superficies de repello se deben curar rociándolas con agua todos los días por lo menos durante una semana inmediatamente después de ejecutada la actividad. Una observación es que antes de aplicar estuco se debe dejar secar el repello unas dos o tres semanas dependiendo del clima y del lugar donde se realizó el repello.

Nota: Debe hacerse uso del equipo de seguridad adecuado: botas, guantes, casco de seguridad y gafas de protección.



2.1.7 Actividad: Limpieza de muro para dar aspecto de ladrillo a la vista

Se observó la limpieza de muros para dar la apariencia del ladrillo a la vista, tomando el registro fotográfico y anotando el proceso descrito así:

1. Limpiar con espátula, quitando todos las rebabas de mortero y pedazos sobresalientes de ladrillo, cada ladrillo se limpia individualmente.
2. Se cepilla la superficie (ladrillo y pega); para ello con la ayuda de un cepillo de cerdas de alambre, se procede a iniciar el cepillado de una forma uniforme; abarcando con el cepillado toda la zona a tratar.
3. Se lava con agua y se continúa cepillando.
4. Se aplica ácido a la superficie y se vuelve a pasar el cepillo por cada uno de los ladrillos.
5. Se enjuaga la superficie con abundante agua retirando el exceso de ácido; ya que si llega a quedar algún rastro de ácido, este mancharía el muro, tornando una superficie amarillenta.

Foto 56 Limpieza con espátula



Foto 57 Cepillado de cada ladrillo



Foto 58 Limpieza con ácido diluido con agua



Foto 59 Muro limpio



Para los cálculos se toma el tiempo y se midió el área correspondiente a la zona tratada, con esto se puede dar por terminada la prueba piloto para dicha actividad.

Tiempo aproximado: 8 horas

Cantidad obra (m²): 15,94 representado en dos muros del patio de ropas

Obteniendo así un valor de rendimiento de mano de obra para la actividad aproximado de 1,99 m²/hora.

2.1.8 Pre-acabados

El pre-acabado de muros es un proceso constructivo que consiste en la aplicación de materiales a las paredes tanto interiores como exteriores y a otras superficies como techos, cielos falsos, etc. Esta operación de pre-acabados se ejecuta con el fin de dar base apropiada para la pintura en lo que se refiere a textura, sellamiento, adherencia, flexibilidad y eliminación de ingredientes agresivos a la misma.

En su mayoría son utilizados en:

- ✓ Nivelar la superficie estructural que normalmente es rugosa e irregular.
- ✓ Dar una base apropiada para otros pre-acabados como papeles de colgadura.
- ✓ Proveer en casos especiales o por razones económicas un acabado final.

Desde hace ya unos años, se dio inicio a la elaboración industrial del estuco, pues el estuco tradicional consistía en una mezcla realizada en obra. El estuco tradicional es un material que se compone en forma muy variada de tres materias primas principales que son: yeso, cal o caolín y cemento. Por contener muy variados materiales mezclados en muy distintas proporciones y formas (de acuerdo a la experiencia o gusto de los operarios o recomendaciones de fabricantes de yesos). Sus propiedades son también muy variables y en ciertas formas impredecibles.

El yeso usado debe ser de fraguado lento, la cal o el caolín son retardadores y el cemento es un ligante secundario que ayuda a tener mejor resistencia al agua y a los golpes. La cantidad de agua agregada es definitiva, ya que determina la resistencia mecánica del material (un exceso de agua rebaja sustancialmente esta resistencia).¹

La preparación del estuco tradicional es una operación práctica que enseñaba al operario de modos y maneras personales mediante las cuales ha de llevar a cabo su trabajo, siendo difícil que en éste aspecto pueda darse una pauta detallada.

El estuco normal, que actualmente se utiliza contiene los mismos componentes, pero gracias a los diferentes ensayos de laboratorio y prácticas in situ, se ha logrado unificar una dosificación correcta de cada uno de los elementos básicos, consiguiendo mejores características físicas y mecánicas del material, al mismo tiempo se ofrece calidad y economía para los clientes constructores.

¹ Guía 12. Curso de construcción de casas sismo-resistentes. Tema de acabados en una vivienda. SENA

2.1.9 Actividad: Aplicación de Estuco en muros interiores

CONDICIONES PREVIAS:

Cuando se trata de un revoque nuevo, basta limpiarlo y humedecerlo para que el estuco se adhiera bien y que no pierda el agua necesaria para su fraguado. Si la pared es vieja y con recubrimiento anterior es conveniente picarla y mejorarla previamente. Si el revoque tiene cal como base o acabado, se debe limpiar la superficie con un cepillo de alambre y lijar hasta eliminar totalmente la cal, humedecer el revoque y se aplica el estuco.

PRUEBA PILOTO:

Dentro del proceso constructivo, en este caso el de la aplicación del estuco normal, se identifican algunas variables que afectaran de manera significativa el valor de rendimiento en mano de obra en esta actividad; se puede identificar así, que en la obra existen dos métodos diferenciados en la forma de preparación del estuco y el recipiente donde se realiza la mezcla, se opta denominarlos como: método de tarro y método de batea.



Se inicia por realizar una prueba piloto, describiendo cada uno de las actividades realizadas dentro del proceso constructivo de la aplicación del estuco, el oficial es William con experiencia de 15 años trabajando en el campo de los acabados (obra blanca).

Se hace un cálculo del tiempo utilizado en las actividades previas, tiempo en el cual se deben alistar todos los elementos requeridos tales como: traer andamios, amarrar los andamios, colocar tablones; se necesita alistar herramienta menor, agua y bolsas de 25 kg de Estucor Corona. Se utiliza un método de amarrar bastidores a nivel de la barra media en el andamio, para así evitar tener que cambiar de posición el andamio. Tiempo aproximado de 1 hora-hom.

Procedimiento:

1. Limpiar la superficie con la llana metálica, pasándola por todas partes quitando excesos de mortero, partículas sueltas y grasas. Una vez terminado esto se pasa con una escoba barriendo y dejando lista la superficie para la aplicación.
2. Se humedece con agua la superficie, sin saturarla, luego se limpia la caja o tarro (recipiente donde se mezcla el estuco y el agua) y las demás herramientas como espátulas, llanas metálicas se ligan entre si y se limpian con agua.
3. Se prepara una cantidad de estuco (cantidad aproximada 500 g de Estucor y agua a criterio del oficial), luego se mezcla homogéneamente en la caja con la llana metálica hasta lograr la consistencia requerida para la aplicación. Se aplica en la superficie repellada de forma ascendente. El material se extiende en capas sucesivas y delgadas, en las dos direcciones, de abajo hacia arriba y de derecha a izquierda; se ejerce una pequeña presión sobre la superficie hasta dejarla totalmente tersa y lisa. Nota: en esta prueba piloto no se hizo la recomendación del fabricante del Estucor, la cual indicaba que se debía humedecer un poco la superficie.
4. Se repite el procedimiento anterior, una vez ha secado, se pasa la llana para suavizar un poco la superficie quitando el exceso de estuco. Se aplican aproximadamente 4 capas de estuco, variando la cantidad de agua, esto para darle menos grosor a la capa.

Para las esquinas de las puertas o ventanas, las ranuras y juntas de dilatación el proceso consiste en crear una moldura, usando el mismo material para crear el relleno, se hace como el método de hacer carteras con repello.

Con la ayuda de la ingeniera Natalie Cerón Meléndez se plantea, una forma de control de calidad del producto terminado en este caso del estuco, se hará a través de una calificación del aspecto visual teniendo en cuenta factores como la porosidad, espesor, color y textura.

Controles para el estuco después de ser aplicado².

- Cohesión: Debe ser resistente a los tres días de aplicado.
- Rendimiento: Se toman los kilos de mezcla usados y se divide por la cantidad de metros cuadrados totales donde se aplicó el estuco.
- Revisión a escuadra de los rincones y con el codal los tramos largos, se chequea las molduras en las ventanas y marcos de puertas.

² Guía 12. Curso de construcción de casas sismo-resistentes. Tema de acabados en una vivienda. SENA

– Adherencia de la pintura vinílica, se mide por medio de la cinta adhesiva.

El estuco presenta características como: buena resistencia al agua, adherencia regular, baja contracción al fraguar y color poco uniforme (presenta parches).

Foto 62 Estuco utilizado



Foto 63 Estuco preparado en batea



Foto 64 Preparación del estuco en tarro



Foto 65 Aplicación del estuco en las esquinas



Foto 66 Aplicación de forma horizontal



Foto 67 Aplicación de forma vertical



Se procede a realizar la prueba piloto para la toma de rendimientos de la actividad. En este caso será la aplicación de estuco a muro en repello, teniendo en cuenta únicamente el tiempo necesario para la preparación del estuco, limpieza de la superficie y aplicación de la capa.

La dosificación del fabricante, en este caso como el material a utilizar es “Estucor”, se prepara tomado 2 volúmenes de Estucor por 1 ½ de agua, que se mezclan hasta formar una pasta a la cual no es necesario agregar ninguna clase de ligantes. Es claro tener en cuenta la recomendación de preparar una cantidad de mezcla, como máximo, lo que se planea gastar en 15 minutos ya que el material en ese tiempo tiende a endurecerse y pierde sus propiedades ligantes. No se debe agregar agua a un estuco pasado o que ha perdido su fuerza de pega, esto solo genera que con el tiempo el estuco reviente y con lleve a retirar el material y colocar un nuevo estuco.

Tabla 3 Prueba piloto para toma rendimientos en estuco

PRUEBA PILOTO PARA LA ACTIVIDAD DE ESTUCO MURO INTERIOR						
capa	inicio	fin	tiempo por capa			
1	7:26:00	7:34:00	0:08:00			
2	7:56:00	8:08:00	0:12:00			
3	8:21:00	8:30:00	0:09:00			
4	8:44:00	8:50:00	0:06:00			
5	8:54:00	9:07:00	0:13:00			
pulido	09:10	09:11	0:01:00			
				tiempo total de la actividad =		1:45:00
		total	0:49:00	area (muro1) =		7,22
				area (muro2) =		8,2
toma de rendimientos actividad estudiada : estuco (resumen)						
numero obs	und	cuadrilla	cantidad ejecutada	tiempo empleado		rendimiento (m ² /h-hom)
				horas	minutos	
tiempo x capas	m ²	1 oficial	7,22	0,81	49	8,84
tiempo total (2 muros)	m ²	1 oficial	15,42	1,75	105	8,81
nota: estucando muro sin el uso de andamio						
					promedio =	8,83

2.1.10 Actividad: Aplicación de Estuco plástico en muro exterior

El estuco plástico es un material compuesto básicamente por un relleno mineral y un ligante, su fabricación se realiza en forma industrial y se entrega ya humectado listo para ser usado. Resultan indicados para recubrimientos en fachadas, esto debido a que por su alto grado de ligantes vinílicos y polímeros acrílicos permiten un sellamiento al muro y una protección a la humedad. Viene en una presentación tipo cuñete, lo único necesario como recomendación de los oficiales es la de agregar un poco de agua, consiguiendo aflojar el material. Se utilizan las mismas herramientas usadas para la aplicación de un estuco tradicional.

A diferencia del estuco normal, el estuco plástico permite ser lijado como proceso previo a la aplicación de la pintura. El contenido de polímeros permite que no se raye tan fácilmente como el estuco tradicional; queda una superficie dura con mejor textura.

El estuco plástico necesita más tiempo de secado (aproximado de 4 horas entre capas o manos), antes de proceder con la aplicación de las demás capas, es por eso que el rendimiento de mano de obra es bajo. El estuco plástico es producto elaborado con ingredientes básicos similares, los cuales secan por evaporación de agua y no por fraguado.

El proceso de aplicación del estuco plástico es similar al del estuco normal, previamente se debe limpiar muy bien la superficie donde será aplicado, estar libre de partículas sueltas, se aplica el estuco directamente desde el tarro a la superficie, se aplican entre 3 y 4 capas, son capas relativamente más delgadas que las del estuco tradicional. La superficie así acabada, resulta similar a la del estuco, pero más pulida y de un blanco intenso.

Foto 68 Presentación del Estuco Plástico



Foto 69 Limpieza de la superficie



Foto 70 Aplicación del estuco Plástico



Foto 71 Superficie terminada



Características generales del estuco plástico:

- ✓ Facilidad de aplicación
- ✓ Calidad homogénea garantizada por fábrica
- ✓ Acabado terso
- ✓ Elasticidad y plasticidad de la película
- ✓ Color blanco y muy claro.

VENTAJAS

- ✓ Viene listo para aplicar
- ✓ Calidad uniforme con garantía de fábrica
- ✓ Alta flexibilidad
- ✓ Adhiere a casi todos los materiales
- ✓ Economiza pintura
- ✓ Fácil aplicación
- ✓ Resistencia moderada

DESVENTAJAS

- ✓ Presenta contracción al secar
- ✓ Por su costo exige controlar el desperdicio
- ✓ Difícil moldeo

Los fabricantes presentan al reverso de las bolsas los rendimientos aproximados de gasto de material, expuestos así:

SISTEMA DE PRE-ACABADOS SOBRE REPELLOS

BASE	APLICACIÓN	NUMERO DE MANOS	ESPESOR	GASTOS DE MATERIALES.
Estuco	Llana metálica	3 a 4	3 a 6 mm	1.5 a 3 kg/m ²
Estuco Plástico	Llana metálica	3 a 4	2 a 4 mm	1.5 a 2.5 kg/m ²

SISTEMA DE PRE-ACABADOS SOBRE BLOQUE O LADRILLO

BASE	APLICACIÓN	NUMERO DE MANOS	ESPESOR	GASTO DE MATERIALES
Estuco	Llana metálica	5	4 a 7 mm	6 a 8 kg /m ²
Estuco Plástico	Llana metálica	5 2 de base 1 de producto intermedio 2 de producto para acabado.	3 a 5 mm	5 a7 kg/m ²

Criterio para la escogencia del estuco a la hora de comprar:

La escogencia de un estuco apropiado para un caso dado debe basarse en los siguientes criterios:

- ✓ Calidad de la obra a ejecutar
- ✓ Disponibilidad de personal experto en la aplicación
- ✓ Características físicas y mecánicas requeridas por el constructor
- ✓ Ventajas y desventajas
- ✓ Costos

En los acabados de las casas, el arquitecto define la construcción de un cielo falso para cubrir la zona expuesta de la losa de entrepiso, que en este caso por tener una losa aligerada que de por si es poco agradable a simple vista; entonces se decide cubrir con un cielo falso que consta de una estructura metálica de soporte y unas hojas lisas de panel yeso (prefabricadas).

2.1.11 Instalación de la estructura metálica de soporte del panel yeso

Cuadrilla 1:1

Datos suministrados por el oficial:

Cantidad de material necesario para la construcción de la estructura metálica (calibre 22) utilizada en el cielo raso de la sala- comedor y el garaje:

Tabla 4 Cantidad de material para la estructura metálica

material	zona	cantidad
Hojas de panel yeso	sirven para 61m ²	18
Omegas (long = 2,44m)	sala	16
	ampliacion	7
	garaje	11
	cocina y zona de servicio	12
Angulos		30
Rieles (long = 2,44m)		40

Procedimiento de instalación:

1. Como proceso previo a la instalación de la estructura metálica, se debe pasar un nivel, que permita hacer el replanteo en los muros, y por medio de la cimbra, fijar una guía por donde será instalado el ángulo.
2. Una vez terminado el proceso de cimbrado, bordeando todo el perímetro de la zona donde se instalara el panel; se procede a instalar el ángulo, el cual no es más que una lámina de aluminio de calibre 14 doblada en forma de "L"; este ángulo se instala en el muro a una distancia aproximada de (10-20) cm de la losa de entrepiso, todo depende del diseño del cielo raso; el ángulo se fija al muro con clavos separados a una distancia de (30 -40) cm aproximadamente.

3. Se inicia con la repartición de las omegas, las cuales son láminas de aluminio dobladas con la forma de “Ω”; estas se reparten cada 61cm según diseño; y se fijan al ángulo en sus bordes con tornillo. Estas se colocan en sentido de orientación de los nervios de la losa. Las omegas son las que reciben los tornillos de fijación que unen la estructura metálica y las hojas de panel yeso.
4. Los rieles, los cuales son láminas de aluminio dobladas en forma de “C” de un mayor calibre; los rieles se reparten según el espacio disponible, y se fijan a las omegas con 2 tornillos.



Se procede a instalar los templetos, que son pedazos de omega de aproximadamente 20 cm de longitud, los templetos se fijan a los nervios de la losa de entrepiso con clavos de acero, luego se fijan con el uso de tornillos a los rieles; los templetos son los que permiten subir o bajar la omega, para garantizar el plano horizontal de la estructura.



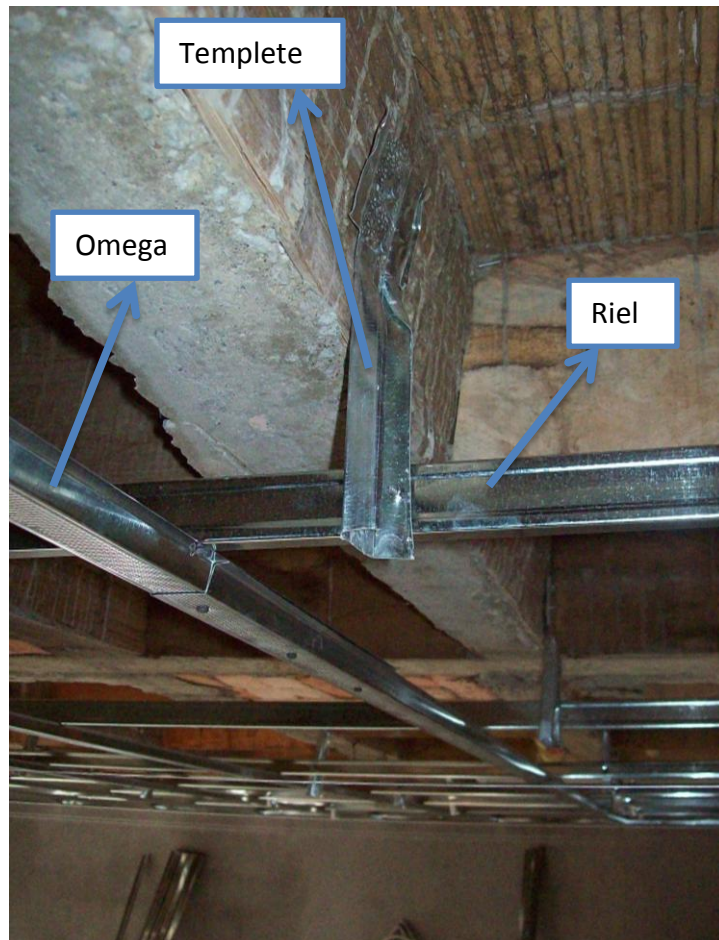
Foto 77 Unión entre la omega y el ángulo fijado al muro



Foto 76 Estructura metálica instalada



Foto 78 Partes de la estructura metálica de soporte



En el proceso de chequeo de la estructura, el método para dar el visto bueno por parte de la interventoría consiste en, lo primero es buscar que forme plano horizontal parejo, después se procede a realizar el chequeo con el método de los hilos, consistente en colocar unos clavos a 10 cm por debajo de la unión entre omega y el ángulo, con el fin de que en el sentido de dirección de la omega se puedan colocar unos hilos que permitan crear una plantilla de forma reticular, generando un plano de base de referencia para el chequeo.

Como resultado de la prueba piloto para la toma de rendimientos en esta actividad se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 5 Toma rendimientos instalación estructura metálica de soporte (prueba piloto)

descripcion	inicio	fin		h	min	total min	area (m2)	(m2/min)	rend (m2/h)	zona
instalacion estructura metalica	14:00	16:16	2:16:00	2	16	136	23,3523	0,17	10,30	sala-comedor (sin ampliacion)

2.1.12 Instalación del panel yeso (cielo raso)

Cuadrilla 1:2

Herramientas: se necesita un taladro, tornillos ½” en acero, pie de amigo, espátula, etc.

Procedimiento de instalación:

- Transporte de materiales y herramienta al sitio de trabajo. Adecuación del sitio con los andamios; en este caso se usan plataformas con tablonces y bancas que elevan una altura de 50 cm, altura necesaria para facilitar la instalación del panel y la movilidad del trabajador.
- Limpieza de la zona, exactamente en los bordes donde se une el panel con el muro, retirando todos los sobrantes de estuco u otro material.
- Cortar todos los bordes metálicos sobrantes de los templetos (asoman por debajo de la estructura).
- Iniciar colocando las hojas completas, ensamblándolas en forma de traba; esto para evitar que se presenten las fisuras por las juntas de dilatación y atraviesen todo el cielo raso. Se alza la hoja entre dos personas, el oficial empieza a asegurar la hoja de panel con tornillos a cada una de la omegas por debajo de la hoja de panel. La distancia entre tornillos es aproximadamente de 20 cm.

Foto 79 Corte de los bordes de los templetes



Foto 80 Limpieza de la zona donde se ubica el panel



Foto 81 Instalación hoja con ayuda pie de amigo



Foto 82 Ajuste con los tornillos



Foto 83 Platinas que sirven de amarre



Foto 84 Chequeo de la instalación



El procedimiento a seguir para el acabado final al cielo raso consiste en:

- Una vez se ha instalado toda el área a cubrir con el panel yeso, y se ha asegurado firmemente con los tornillos; se procede a iniciar un tratamiento de juntas donde

se coloca una cinta especial en las juntas que evita la formación de las fisuras (cinta en forma de malla); se aplica estuco normal encima de la cinta malla.

- Después de que ha fraguado el estuco, se aplica Mastik por el sector de las juntas y los sitios donde se colocaron los tornillos.
- Se procede a ligar toda la zona donde se aplicó el Mastik.
- Para finalizar el proceso de acabado se pinta en dos a tres capas, hasta obtener una superficie pareja.

Foto 85 Cinta para tratamiento de juntas

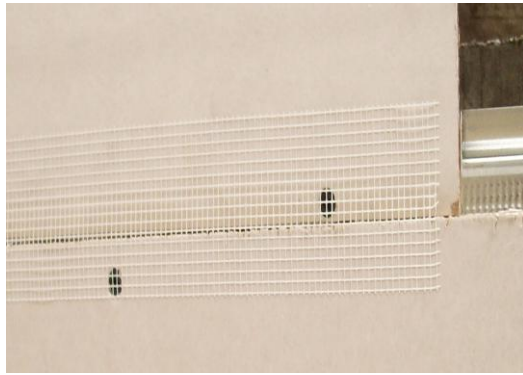


Foto 86 Zona con la aplicación del Mastik



Foto 87 Lijando la superficie



Foto 88 Aplicación de pintura al cielo raso





2.2 Proceso constructivo observado en la conformación de la vía interna.

2.2.1 Compactación de la sub-base

En la construcción de la vía, se pudo contar con la experiencia y amabilidad del Ingeniero Fernando Duque, el cual fue el contratista para la colocación, nivelación y compactación de la sub-base. Se observó el proceso de replanteo, nivelación y compactación de la vía, quedando al final la vía en sub-base con una pendiente de 5 %. Se hizo un mejoramiento de la sub-base con cemento esto debido a un problema de humedad del material pudiéndose así garantizar una mejor calidad.

Ilustración 5 Vista general de la zona de parqueo para los visitantes



El seguimiento desde el campo de la interventoría consiste en verificar que los trabajos se realicen de una manera técnica como lo exige la norma, se debe chequear aspectos como la nivelación y pendiente de la vía; además de revisar los diferentes ensayos para determinar la calidad de la compactación (densidad y grado de compactación).

En la compactación de la zona del parqueadero (Ilustración 5), se presentaron unas condiciones climáticas favorables, evitando así el uso de estabilizantes como cemento o

cal. Se hizo necesario humedecer el material, ya que este se encontraba demasiado seco, y muy alejado de la humedad óptima de compactación. Para la compactación de la sub-base se usó un equipo Dynapac con tambor vibratorio.

Foto 91 Regando el material de sub-base



Foto 92 Compactación de la sub-base



Foto 93 Compactador de tambor vibratorio



Foto 94 Humedeciendo la zona a compactar



Foto 95 Compactación sub-base en parqueadero



Foto 96 Compactación finalizada parqueadero



2.2.2 Compactación de la base

Una vez más, esta tarea es encargada por sub-contrato al Ing. Fernando Duque; para la colocación, nivelación y compactación de la base.

Foto 97 Regando el material de base



Foto 98 Método para controlar la altura enrase



Foto 99 Control de nivel de enrase



Foto 100 Humedeciendo la zona a compactar



Foto 101 Compactación de la base



Foto 102 Control de nivelación de la vía



Para sellar la base se hace una primera imprimación, con una emulsión de rompimiento rápido, la cual evita la filtración de agua al interior de la base.

2.2.3 Colocación de la carpeta asfáltica

Se subcontrata al Ing. José Fernando Ordoñez, para la colocación, nivelación y compactación de la carpeta asfáltica de la vía interna de la segunda etapa y del parqueadero de visitantes.

Foto 103 Imprimación



Foto 104 Cargando la Finisher de mezcla



Foto 105 Extendiendo el concreto asfáltico



Foto 106 Control de espesor de la capa



Foto 107 Compactación con rodillo liso



Foto 108 Compactador neumático



El proceso constructivo para la conformación de la carpeta asfáltica, consiste en:

- Limpieza de la superficie, barrido sobre la primera imprimación de la base, quitando cualquier resto de material o de suciedad.
- Se prepara la emulsión, se rebaja con agua y se procede a realizar una segunda imprimación usando para ello unos tarros con orificios que permitan esparcirla por toda la vía. Seguido se va aplicando con una escoba en todos los bordes de los sardineles que tendrán contacto directo con la mezcla, aproximadamente unos 5 o 7 cm de altura.
- Una vez llega la volqueta con la mezcla, para poder hacer su ingreso a la parte inicial del tramo, se hace necesario ir regando unas paladas de mezcla asfáltica al paso de la volqueta, esto con el fin de que las ruedas de la volqueta no levanten el riego de imprimación. Detrás de la volqueta se hace pasar el compactador de rodillo liso, para que compacte este material sobrante.
- Se carga la finisher con la mezcla, y se empieza a extender sobre la vía; se va controlando la velocidad y el espesor de la capa, todo a través de unas palancas en el equipo; manualmente también se va verificando la altura de la capa con la ayuda de una varilla calibrada al final con la altura deseada. Existen sitios donde no se puede colocar la mezcla con el equipo, para ello se hace esta labor transportándola en buggies y se riega con pala, hasta alcanzar la altura de la capa.
- Al paso de la finisher, una cuadrilla se encarga de rectificar el enrase de la capa.
- Se inicia la compactación, usando primero el compactador de rodillo liso, y luego se pasa con el compactador neumático.

2.3 Procesos constructivos observados en obras de urbanismo.

2.3.1 Actividad: Conformación de los sardineles

A continuación se describe el proceso constructivo de sardineles en concreto simple. Se inicia localizando y replanteando la plantilla de nivelación realizada para la compactación de la sub-base. Partiendo de la estaca de nivelación de la vía, se marca una altura de 10 cm por encima de la cota de pavimento terminado.

El proceso inicial consiste en elaborar las formaletas para el sardinel y localizarlas en el borde de la vía. Como se describe a continuación:

1. Se colocan tablonces a lo largo de la vía, con pie de amigos al borde de la vía.
2. Se arman puentes en madera, a los cuales se les coloca dos clavos que sirven de guía.
3. Se colocan pedazos de tabla en forma vertical para darle soporte a los tablonces, además de instalar pie de amigos a una distancia aproximada de 1 m.
4. A los tablonces se debe colocar una capa de ACPM, por la cara que queda expuesta al concreto.
5. Se arman uno a uno los tablonces en forma continua, fijándolos con clavos a los pedazos de tabla y estos a su vez al pie de amigo, todo esto se hace teniendo en cuenta el hilo guía, el cual garantiza el nivel de la formaleta y su trayectoria recta a lo largo de la vía. Se fabrican unas guías en madera con propósito de colocar un hilo en la parte inferior del tablón. Controlar ambos hilos con la llamada técnica de "hilando".
6. Se retiran las guías trasladándolas a otros tablonces. Se continúa con el proceso hasta llegar a la distancia requerida.
7. Se repite el procedimiento para la otra cara de la formaleta.

Una vez terminada la formaleta se rellena con material granular para dar estanqueidad y evitar que el concreto quede en contacto directo con el suelo. Dentro de la formaleta se colocan enterrados en el suelo unos aceros para la transferencia de esfuerzos del sardinel al suelo. Se funde el sardinel y se acolilla. Pasadas 24 horas se retira la formaleta e inicia el proceso de curado.

Foto 109 Localización y replanteo del sardinel



Foto 110 Puente para trazar hilos guías



Foto 111 Proceso de instalación del tablón y las guías



Foto 112 Hilos guías (superior e inferior)



Foto 113 Formaleta con las dos caras y relleno de soporte



Foto 114 Fundición del sardinel



Foto 115 Afinado del concreto



Foto 116 Proceso de acolillar



Foto 117 Quitando la formalería



Foto 118 Curado del concreto



El control por parte de la interventoría, consiste en estar pendiente de la correcta dosificación del concreto, además como requisito previo se debe revisar la correcta colocación de la formaleta, en este caso se debe verificar que la formaleta cumpla con los requisitos de una correcta localización, orientación, dimensiones, se chequea hilo, plomo, nivel, estanqueidad, seguridad y apuntalamiento.

Se debe prestar atención al momento de quitar la formaleta, este desencofrado se debe hacer de una manera técnica sin inducir golpes, que le generen fracturas o huecos inducidos en el concreto, además recomendar al constructor, que se continúe con el proceso de curado al menos por 7 días.

2.3.2 Instalación de tuberías

Se observa la instalación de las tuberías para las acometidas de las redes de conducción de energía y de las para telefonía y televisión. Desde la parte de la interventoría es importante cerciorarse que se hacen con la localización y el recorrido correcto además que el tubo tenga el diámetro, color especificado.

Foto 119 Instalación de redes eléctricas subterráneas



Foto 120 Redes domiciliarias de teléfono y televisión

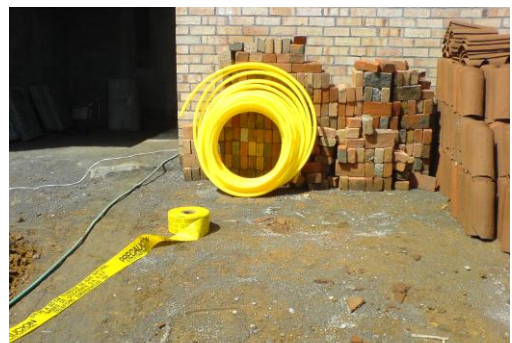


La instalación de la tubería de gas, se hace a través de un contratista de la empresa Alcanos S.A., en este proceso se debe verificar que se instale la cinta de seguridad, además que se cumpla con la profundidad a la que debe ir la tubería de gas domiciliario. El procedimiento de ensamble de las acometidas a la red principal se hace usando una mufla que permite un sello térmico, evitando cualquier tipo de escape del gas por la unión "T".

Foto 121 Instalación cinta de seguridad para red de gas



Foto 122 Manguera flexible y cinta de seguridad



2.4 Seguimiento al proceso constructivo del salón común.

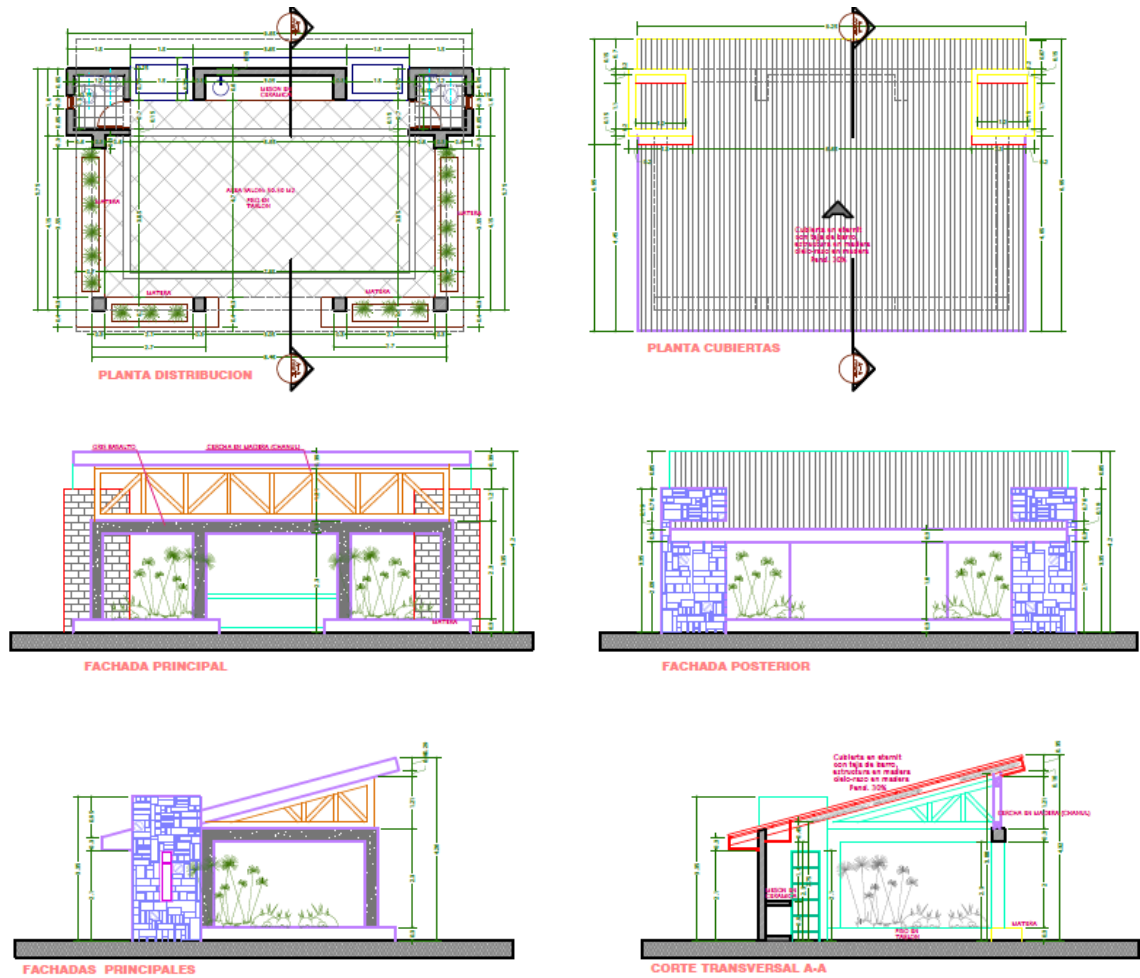


Ilustración 6 Planos del diseño arquitectónico del Salón Común

Dentro del seguimiento al proceso constructivo del salón común, se pueden observar detalladamente cada una de las tareas y/o actividades realizadas por las diferentes cuadrillas de personal contratadas para la materializar el proyecto de construcción, tal como lo indican los planos aprobados.

A continuación se mostrara un paso a paso en forma de registro fotográfico de cada una de las tareas ejecutadas dentro del proceso constructivo del salón común. Así:

2.4.1 Registro fotográfico paso a paso en el proceso constructivo:

Foto 124 Localización y replanteo de salón común



Foto 123 Compactación terraplén



Foto 125 Instalación de castillos de acero



Foto 126 Fundición de las vigas de cimentación



Foto 127 Fundición piso primario



Foto 128 Elevando muros y elaboración formaletas



Foto 129 Instalación viga aérea



Foto 130 Formaletas para las vigas de soporte de la cubierta



Foto 131 Desencofrado de vigas



Foto 132 Estructura en madera para la cubierta



Foto 133 Instalación de la cubierta



Foto 134 Muros en ladrillo a la vista



Foto 135 Formaletas para materas



Foto 136 Desencofrado materas y enchapes en baños y cocina



Foto 137 Abusardado de columnas y vigas



Foto 138 Construcción de la zona de circulación



Desde el campo de la interventoría, se ejecutan diferentes tareas encaminadas a la correcta ejecución de cada uno de los procesos constructivos observados en el transcurso de la pasantía. Se pudo observar detalladamente el proceso inicial de construcción del salón común desde la localización y replanteo hasta la construcción de las zonas de circulación, afianzando así algunos conocimientos adquiridos en los cursos de construcción dictados en la Universidad.

Las tareas asignadas de interventoría, como en cualquier otra construcción, básicamente consiste en chequeos y supervisión al proceso constructivo que se ejecute en el día; es así que se revisaron las formaletas, las compactaciones del terraplén, las dosificaciones para el concreto; dimensiones, traslajos y amarres de los aceros, chequeos de repellos, revisar enchapes de baños y cocina; etc.

Como ejercicio se calcularon cantidades de obra, ejercicio que sirve como herramienta para comparar con lo que se pedía al almacén o la cantidad instalada por la cuadrilla. En este caso se presenta el ejercicio de cantidad de enchape necesario para instalar en muros y piso.

2.4.2 Cálculo de la cantidad de enchape en muros y piso.

Se define el tipo de enchape a utilizar en los muros de los baños, el mesón de la cocina, así como en el piso del salón común. Con los datos de cada una de las referencias del enchape a utilizar se plantea la Tabla 6, con la información a utilizar en el cálculo del enchape a instalar.

Tabla 6 Datos del fabricante del enchape

enchape				
tipo	formato		area (m2)	fichas x caja
natal	0,2	0,2	0,04	20
tablon	0,25	0,25	0,0625	16

Se mide en los planos, el área donde se colocará enchape mostrados en la Tabla 7.

Tabla 7 Cálculo de las áreas a enchapar (muros)

zona						
baños	cantidad de baños	muros	L (m)	h (m)	area	area total (m2)
			4,3	1,2	5,16	10,32
	2	pisos	L (m)	b (m)	area	area total (m2)
			1,2	1,3	1,56	3,12
					sub-total	13,44
zona						
cocina	muros		L (m)	h (m)	area	area total (m2)
			3,65	0,6	2,19	2,19
	meson	pollos	L (m)	b (m)	area	area total (m2)
		3	3,05	0,6	1,83	5,49
		alacena	L (m)	b (m)	area	area total (m2)
		2	3,05	0,3	0,915	1,83
bordes frontales	L (m)	b (m)	area	area total (m2)		
3	3,05	0,1	0,305	0,915		
					sub-total	10,425
					TOTAL	23,865

Se realiza el mismo procedimiento, determinando el área en el piso del salón común, usando los planos digitales del proyecto.

Tabla 8 Calculo del área a enchapar en el piso

zona		medidas		
piso salon comun	L (m)	b (m)	area (m2)	
	7,85	3,85	30,22	
	L (m)	b (m)	area (m2)	
	6,65	0,85	5,65	
			total	35,88

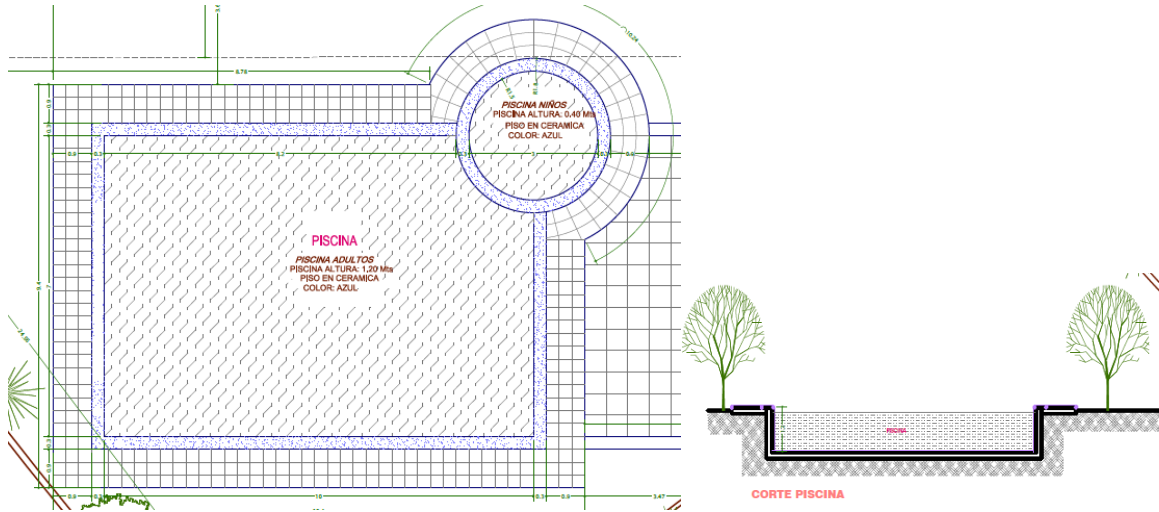
Se plantea una regla de tres simple, entre el área de la ficha y el área total de la zona; lo que finalmente permite encontrar el número de cajas a comprar (teniendo en cuenta un desperdicio del 5%).

Tabla 9 Cantidad de enchape a comprar

enchape a comprar			
	fichas	con 5% desperdicio	<i>cajas o paquetes</i>
natal	596,6	626,5	32
tablon	574,0	602,7	38

2.5 Seguimiento al proceso constructivo de la piscina.

Ilustración 7 Plano vista en planta y perfil de las piscinas



Como una actividad de carácter práctico-académico, se plantea realizar el cálculo de cantidades de obra, en este caso en la piscina se calcula, cantidad de concreto y acero y cantidad de enchape necesario en su proceso constructivo.

2.5.1 Cantidad de Concreto y de Acero

Se realiza el cálculo del acero y del concreto, necesario para la construcción de los muros y la losa de la piscina grande o de adultos y la piscina pequeña circular para los niños.

Para el cálculo del concreto se utilizara la siguiente dosificación:

Tabla 10 Dosificación del concreto a utilizar

CONCRETO SIMPLE			
CONCRETO SIMPLE 21Mpa			m3
Cemento	300	Kg	
Arena	0,475	m3	
Triturado	0,95	m3	
Agua	120	Lts	
SUMA			
Desperdicio	10%		
TOTAL			

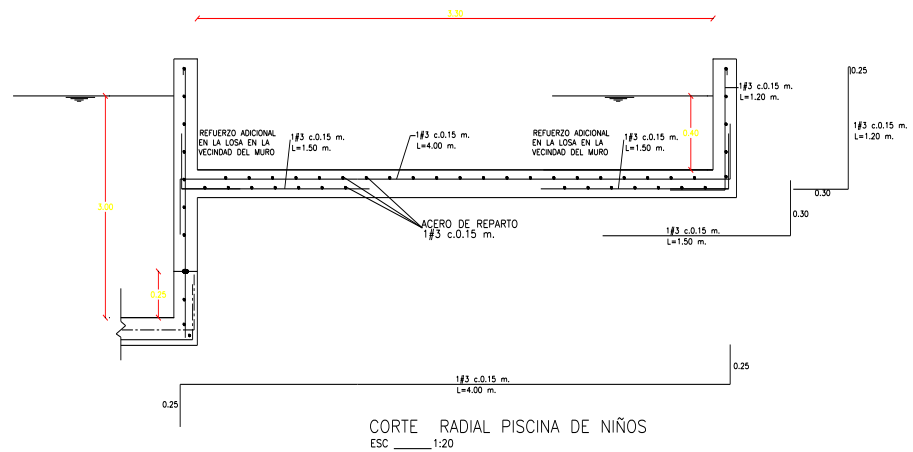
Tabla 11 Cantidad de material para elaborar el concreto de muros y losa de la piscina

ZONA	L (m)	b (m)	h (m)	volumen	CANTIDADES			
					cemento (kg)	arena (m3)	triturado (m3)	agua (lt)
piscina grande								
muros	31,92	0,15	1,55	7,4214	2226,42	3,53	7,05	890,568
losa para el piso	area=	67,44	0,15	10,116	3034,8	4,81	9,61	1213,92
piscina pequeña								
muros	perimetro=	9,42	0,55	5,181	1554,3	2,46	4,92	621,72
losa para el piso	area=	7,07	0,15	1,0605	318,15	0,50	1,01	127,26
sub-total					7133,67	11,29	22,59	2853,47
10% desperdicio					7847,04	12,42	24,85	3138,81
TOTAL					sacos 157	m3 12,42	m3 24,85	m3 3,14

nota: la cantidad necesaria de material con esa dosificación.

Para el cálculo del acero, se hace el despiece del acero para las dos piscinas, de acuerdo a lo presentado en los planos.

Ilustración 8 Plano estructural de la piscina pequeña



Los resultados se presentan en la siguiente Tabla 12 Cantidad de acero para las piscinas, donde se obtuvo el valor de 1158 kg de acero, necesarios para la conformación del concreto reforzado diseñado para las piscinas.

Calculo tipo:

Acero longitudinal, tenemos: $7,3 + 0,3 - 0,1 = 7,5$ m (se suma el espesor del muro y se restan 5 cm de cada lado para el recubrimiento).

$7,5/0,15 = 50$ varillas de 6 m (se divide por la separación)

Como se hace traslapo de 0.9 m para lograr la longitud total se necesita el doble de varillas, ósea 100 varillas de 6 m.

Tabla 12 Cantidad de acero para las piscinas

PISCINA GRANDE		longitud (m)	espesores muro (m)	recubrimiento (m)	espaciamiento (m)	numero de varillas		clasificacion del acero			peso acero (Kg)
						parcial	total	# (1/8")	longitud (m)	peso	
acero longitudinal		7,3	0,3	0,1	0,15	50	100	3	6	0,56	336,0
refuerzo adicional en la vecindad del muro	ganchos losa	-	-	-	-	-	100	3	1,5	0,56	84,0
	ganchos muros	-	-	-	-	-	100	3	2	0,56	112,0
acero de reparto		10,3	0,3	0,1	0,15	70	-	3	8,1	0,56	317,5
	ganchos losa	-	-	-	-	-	70	3	1,5	0,56	58,8
	ganchos muros	-	-	-	-	-	70	3	2	0,56	78,4
SUB-TOTAL											986,7
PISCINA PEQUEÑA		longitud (m)	espesores muro (m)	recubrimiento (m)	espaciamiento (m)	numero de varillas		clasificacion del acero			peso acero (Kg)
						parcial	total	# (1/8")	longitud (m)	peso	
acero longitudinal		3	0,3	0,1	0,15	21	-	3	4	0,56	47,8
refuerzo adicional en la vecindad del muro	ganchos losa	-	-	-	-	-	42	3	1,5	0,56	35,3
	ganchos muros	-	-	-	-	-	42	3	1,2	0,56	28,2
acero de reparto	superior	3	0,3	0,1	0,15	21	-	3	4	0,56	47,8
	inferior	-	-	-	-	7	14	3	1,5	0,56	11,8
SUB-TOTAL											170,8
TOTAL											1157,6

Nota: El total de acero a comprar, seria aumentar un 5% de desperdicio, si se compra solo las varillas; pero si se compra figurado no se tendría en cuenta ese 5% de desperdicio.

2.5.2 Cálculo de la cantidad en enchape en la piscina

Para el piso: utilizando AutoCAD

Área piscina grande rectangular = 67,44 m²

Área piscina pequeña circular = 7,07 m²

Enchape de nombre: Pared ticino, color blanco, formato 25*25

Se coloca una ficha con dimensiones 25 *25 cm con un área aprox. de 0,0625 m²

Se plantea una simple regla de tres:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ ficha} \longrightarrow 0,0625 \text{ m}^2 \\ X \longleftarrow 67,44 \text{ m}^2 \end{array}$$

Luego X = 1079,84 fichas

Con un desperdicio del 5% = 1133,83 fichas

Como 1 caja contiene 32 fichas, entonces tenemos un total de 35,43 cajas, ósea 36 cajas se tienen que comprar para la piscina grande.

Tabla 13 Cantidad de enchape para el piso de la piscina

zona	area (m2)	fichas	con 5% desperdicio	# cajas
piscina niños	7,07	113,12	118,776	4
piscina adultos	67,44	1079,04	1132,992	36

Total 40 cajas solo para el piso de las piscinas.

Para los muros laterales interiores de las piscinas: utilizando AutoCAD

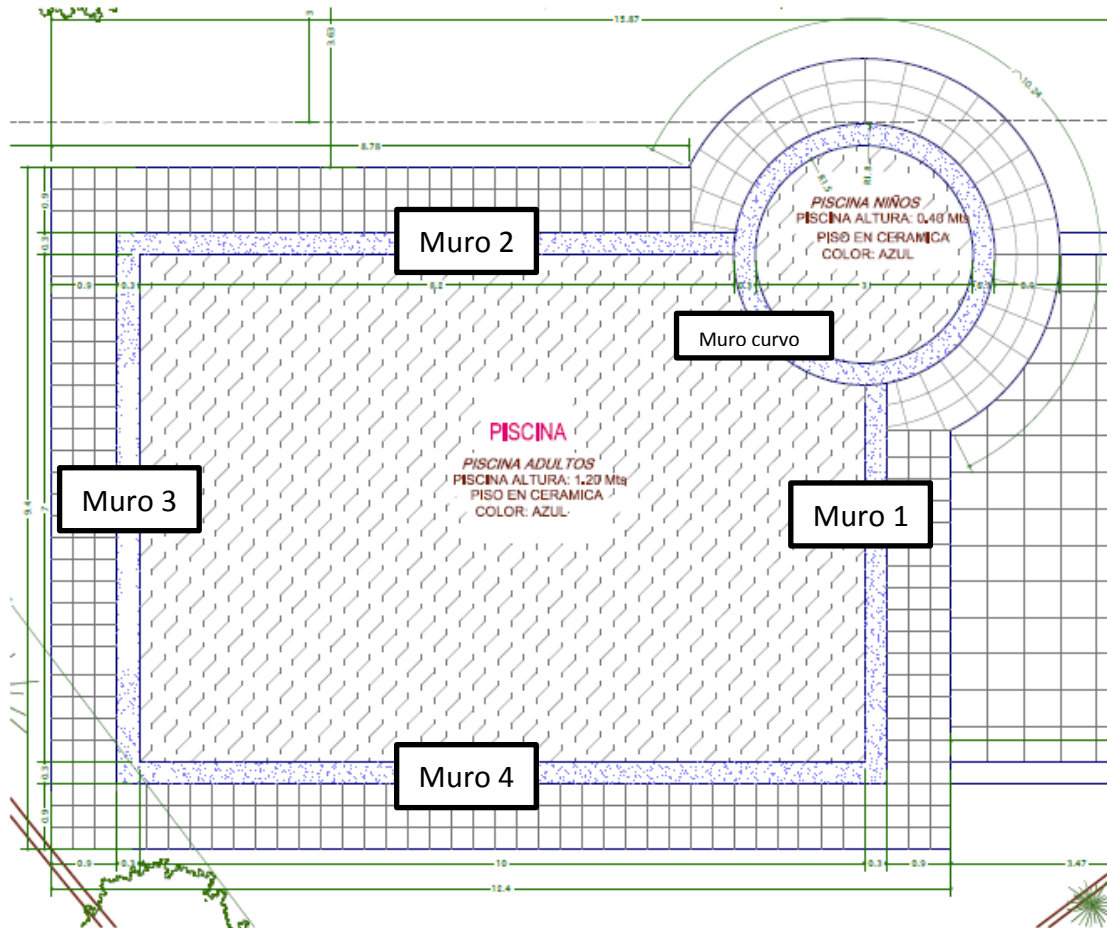
Tabla 14 Dimensiones de los muros de la piscina grande

	longitud (m)	profundidad (m)	area (m2) vertical
muro 1	5,2	1,2	6,24
muro 2	8,2	1,2	9,84
muro 3	7	1,2	8,4
muro 4	10	1,2	12
muro curvo	2,355	1,2	2,826
		total	39,306

Tabla 15 Dimensiones de los muros de la piscina pequeña

	radio (m)	perimetro (m)	area (m2)
piscina circular	1,5	9,42	7,07
muro curvo	tomando 1/4 del perimetro equivalente a 2,355m		

Ilustración 9 Identificación de los muros en la piscina



Se calcula entonces la cantidad de enchape, tal como se hizo en el cálculo anterior (para el piso de la piscina).

Tabla 16 Cantidad de enchape para los muros de las piscinas

zona	area (m2)	fichas	con 5% desperdicio	# cajas
muros laterales interiores de la piscina grande	39,306	628,896	660,34	21
muros laterales interiores de la piscina pequeña	3,76992	60,31872	63,33	2

Como resultado se obtiene un total de cajas a compra de este tipo mismo tipo de enchape, igual a 63 cajas.

Dentro del seguimiento al proceso constructivo la piscina, se puede observar detalladamente cada una de las tareas realizadas para materializar el proyecto de construcción del salón, tal como lo indican los planos.

A continuación se mostrara un pequeño registro fotográfico de cada una de las tareas ejecutadas dentro del proceso constructivo del salón común.

2.5.3 Registro fotográfico paso a paso en el proceso constructivo:

Foto 140 Localización y replanteo de la piscina



Foto 139 Excavación mecánica



Foto 141 Construcción del solado



Foto 142 Armado de aceros para muros y losa



Foto 143 Instalación de la cinta impermeabilizante



Foto 144 Fundición de la losa



Foto 146 Formaletas muros y aceros piscina pequeña



Foto 145 Instalación de artefactos de la piscina



Foto 147 Fundición de los muros y losa piscina niños



Foto 148 Desencofrado de los muros



Foto 149 Mortero de nivelación para el muro



Foto 150 Instalación del enchape en los muros



Foto 151 Adecuación para la zona de circulación



Foto 152 Instalación enchape en zona circulación



Foto 153 Formaleta para el rompe - olas



Foto 154 Aplicación de granito en rompe olas



Foto 155 Gradas para acceder a la planta



Foto 156 Piscina de los niños



Foto 157 Instalación de la cenefa de colores



Foto 158 Mortero de nivelación del piso



Foto 160 Emboquillado del enchape de piso



Foto 159 Limpieza del enchape



CAPITULO III. RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA

3.1 Marco teórico

3.1.1 Antecedentes

Los diferentes comportamientos del rendimiento de la mano de obra en las labores de construcción, no ha sido un tema en el que se ha investigado como en otros, por lo tanto es muy poca la información que sobre el existen en bibliografía o en la red. Es algo inusual que al realizar el presupuesto de un proyecto, se calcule los costos directos a partir de los rendimientos de la mano de obra, los tiempos gastados y las cuadrillas empleadas, tal vez, porque no es muy fácil encontrar documentos o publicaciones que contengan información confiable y unificada para cada tipo de proyecto constructivo.

Hay algunos trabajos y publicaciones importantes, como “Costo y tiempo en edificación”, del Ing. Carlos Suarez Salazar; “Presupuestos de construcción”, del Ing. Juan Guillermo Consuegra; que tratan el tema de manera muy general, dando algunas pautas para la determinación de los rendimientos; dichos documentos aunque proporcionan una información importante no profundizan sobre aspectos particulares de cada actividad o de una obra.

En el libro “Costo y tiempo en edificación”, del Ing. Carlos Suarez Salazar, a través de datos obtenidos en el campo, sumado a la experiencia profesional del autor se analizan rendimientos de obra por grupo y por actividad de la construcción. En el texto se presentan una serie de tablas en las que se relacionan diferentes actividades de la construcción y el rendimiento (und/jornal).

Las tablas tienen como finalidad normar un rango lógico del mismo, dejando al usuario de los datos la parte de investigación para que determine que tan aplicables son para su proyecto de construcción o presupuesto. En este caso las tablas nos servirán para comparar los resultados y recomendar según sea el caso; teniendo en cuenta que los resultados que allí se presentan, hacen referencia a una actividad ejecutada por una cuadrilla, donde no se especifica la composición o categoría de la misma.

El libro “Presupuestos de Construcción” Ing. Juan Guillermo Consuegra; se ubican importantes fundamentos teóricos y algunas recomendaciones para el estudio del tema de rendimientos de mano de obra en la construcción.

Existe en el archivo de la biblioteca de la Universidad del Cauca trabajos de investigación (Tesis de grado) en este tema, como es el realizado por John Vargas Vargas y Alejandro Arcila Collazos en el año 2006, titulado “RENDIMIENTOS DE LA MANO DE OBRA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DEL BLOQUE ADMINISTRATIVO DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES Y ECONÓMICAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA, donde se recolectaron datos de manera paralela al desarrollo de la construcción de la primera etapa del bloque administrativo de edificio de FCCEA, presentando los rendimientos y costos reales directos de mano de obra registrados en la obra en actividades como son: la construcción de zapatas, vigas, columnas, losas de entepiso y la colocación de acero; todo con el propósito de elaborar un documento guía para los futuros proyectos de la Universidad del Cauca.

Otro trabajo es el realizado por Claudia Aguirre y Sandra Guauña en el año 2002, titulado “RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL DESARROLLADOS EN LA URBANIZACIÓN VILLA DEL VIENTO, POPAYÁN CAUCA”, donde se hace un seguimiento de todas las actividades de construcción de la citada urbanización, desde el descapote hasta la terminación total de las viviendas, vías, zonas verdes, etc. Dicho seguimientos se hace capitulo a capitulo calculando para cada actividad el rendimiento de la mano de obra a partir de los datos obtenidos en el sitio. En este trabajo no se hace estudio de costos, sin embargo es un trabajo interesante, que sirve de referencia para proyectos similares de vivienda.

“ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS Y CONSUMOS DE MANO DE OBRA EN ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN”, Luís Fernando Botero Botero, Universidad EAFIT, Medellín Colombia, Trabajo de Ascenso. Diciembre 2002. Este trabajo es el resultado de una investigación sobre rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción de proyectos de vivienda de interés social en mampostería estructural. Durante seis meses se realizaron observaciones y se tomaron datos suficientes para ser analizados estadísticamente. Como resultado, se inició la conformación de una base de datos sobre consumo de mano de obra, que incluye los factores, que inciden sobre dicho consumo. Como aplicación práctica de la investigación, se desarrolló un software con el cual es posible predecir el consumo de mano de obra en las actividades estudiadas, a partir de la clasificación de los factores de afectación.

Esta investigación aporta al trabajo realizado, la obtención de unas bases teóricas sólidas y verídicas, de la forma como se debe calcular y evaluar el rendimiento en el país, identificando esos factores que afectan tanto positiva o negativamente dicho rendimiento de mano de obra en las actividades de construcción.

3.1.2 Análisis del problema

3.1.2.1 Planteamiento del Problema.

La base para establecer el costo de la mano de obra de un proyecto, está en conocer su rendimiento. Tener éxito en la contratación y ejecución de obras, radica principalmente en tres conceptos fundamentales: el rendimiento que vendría a ser la velocidad con que se lleva a cabo la actividad, el costo del producto terminado y la calidad de los trabajos realizados. Los dos primeros se encuentran inversamente relacionados, debido al hecho de que al aumentar el rendimiento decrece el costo o que al aumentar el volumen de obra disminuye el costo unitario.

Ante esto, es necesario ponerse en la tarea de medir el rendimiento de la mano de obra a través de la observación directa y en un exhaustivo seguimiento del avance de las actividades de construcción. Para esto, se hace una recolección muy completa de información en forma diaria definiendo el tiempo empleado, el personal requerido, su grado de preparación y la cantidad de obra ejecutada para cada actividad desarrollada en cada jornada, además se identifican los factores que afectan la mano de obra clasificándolos y determinando una metodología para medir su afectación en los rendimientos y consumos de mano de obra de las diferentes actividades estudiadas.

Según la Revista Universidad EAFIT “Los rendimientos y consumos utilizados en los presupuestos y programación de obras, deben estar fundamentados en múltiples observaciones y análisis estadísticos, que consideren las condiciones particulares en las cuales se realizan las diferentes actividades de construcción” (Botero Botero, 2002), por tal motivo estos análisis deben ser realizados en cada región que sean solicitados, puesto que un solo factor diferente puede influir positiva o negativamente, en el valor del rendimiento para una actividad determinada.

Actualmente existen algunas herramientas informáticas que facilitan la elaboración de presupuestos y software computacionales específicos para los proyectos de construcción. El análisis y las consideraciones asumidas por el ingeniero constructor que las calcula influyen considerablemente en la confiabilidad de los resultados. Algunos de estos software, tienen incorporado en su base de datos valores de rendimiento y consumo de mano de obra en actividades de construcción, como soporte en el análisis del costo y tiempo del proyecto a ejecutar. Estas estimaciones allí presentadas en ocasiones están alejadas de la realidad, por lo que se debe tener en cuenta las características y condiciones de cada región, ya que ellas influyen de manera directa en el rendimiento de la mano de obra.

Partiendo de una metodología existente, se desarrolla este aporte técnico realizado en el transcurso de la pasantía, el cual consiste en analizar estadísticamente los datos obtenidos para el rendimiento en mano de obra, en la actividad constructiva de aplicación de estuco en muros interiores, además se hará una serie de correlaciones entre las variables de rendimiento y edad del trabajador, y para finalizar se presentan una metodología para evaluar en campo los factores de afectación del rendimiento de mano de obra, los cuales servirán de referencia y punto de partida para futuras investigaciones.

Es así que se plantea la realización de un experimento aleatorio que permita analizar estadísticamente un número de eventos representativos (en este caso un espacio muestral de 20 eventos) de la toma de rendimientos de mano de obra para la actividad de aplicación de estuco en muros interiores, que nos arroje un rendimiento de mano de obra promedio confiable para la actividad estudiada.

Además se efectúa la toma de rendimientos de mano de obra en tres actividades, dentro del tema de los acabados en la construcción de una vivienda, como son: proceso constructivo de repellos de muros interiores y exteriores, estucado de muros exteriores, e instalación de cielos rasos, además se proyecta unas pruebas pilotos en el proceso constructivo de enchape de pisos, muros, limpieza de muros exteriores (aparición de ladrillo a la vista); que nos permitan en un futuro realizar la toma de más eventos con el cual se puede presentar a la constructora un rendimiento de mano de obra promedio confiable para cada actividad.

3.1.3 Nociones y definiciones básicas.

3.1.3.1 Teoría del consumo y rendimiento de la mano de obra³

La mano de obra, como uno de los componentes en el proceso productivo, aparece como una de las variables que afectan la productividad. Como uno de los objetivos de todas las empresas es ser más competitivos, mejorando la productividad de sus procesos productivos, se hace necesario conocer los diferentes factores que afectan la mano de obra, clasificándolos y determinando una metodología para medir su afectación en los rendimientos y consumos de mano de obra de los diferentes procesos de construcción.

Los conceptos rendimiento y consumo, se prestan a confusiones entre ingenieros y arquitectos de la construcción. Es necesario entonces precisar el significado de estos dos términos.

³LUIS FERNANDO BOTERO BOTERO. Arquitecto constructor. Especialista en gerencia de empresas de ingeniería. Docente, Dpto. de ingeniería Civil, Universidad EAFIT.

Rendimiento de mano de obra: se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/h-H (unidad de medida de la actividad por hora Hombre). Es decir, la relación entre la cantidad de obra realizada por la mano de obra, y el tiempo empleado para ello, determina el rendimiento para cada partida (Botero Botero, 2002).

Consumo de mano de obra: se define como la cantidad recurso humano en horas-Hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en h-H/um (horas-Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra (Botero Botero, 2002).

Es de anotar que el desempeño de una persona no depende solamente de su capacidad física o de su grado preparación, sino también de las condiciones ambientales reinantes del lugar de trabajo, factores psicológicos, estado de salud y relaciones interpersonales, de la disposición a tiempo y en el lugar adecuado de materiales y herramienta, de la planeación estratégica de las tareas a realizar, ya que los imprevistos que se presentan por la mala planeación afectan el rendimiento del personal. Por ello, el estudio del rendimiento debe considerar los sucesos reales que se presentan en la obra, los cuales son particulares de cada caso.

En el campo de la construcción es muy común la rotación de personal en los puestos de trabajo, por lo cual se hace necesario hacer un seguimiento constante a cada obrero identificando su categoría (oficial o ayudante), en cada una de las cuadrillas; con el fin de conocer su producción real diaria.

Mano de obra⁴

Definición: Es el esfuerzo físico o mental empleado en la fabricación de un producto.

La mano de obra puede dividirse en mano de obra directa e indirecta: Mano de obra directa, es un elemento directamente involucrado en la fabricación de un producto terminado que puede asociarse a este con facilidad; Mano de obra indirecta será todo lo que no se considere mano de obra directa.

⁴ (Vargas, y otros, 2006)

La Mano de obra representa un importante costo en la elaboración del producto; es por eso que en el presupuesto de un proyecto de construcción es substancial un estudio de rendimientos de mano de obra.

Los recursos humanos que intervienen en una obra se pueden clasificar de una forma general así:

- Personal que interviene en el proyecto de construcción.
- Personal que interviene en la ejecución de la obra.

Dentro de los análisis de rendimientos de la mano de obra solo se tienen en cuenta una parte del personal que interviene en la ejecución de la obra, quienes son los encargados directos de maniobrar los equipos y transformar los materiales en unidades de obra.

Maestros de obra:

Son, por lo general, personas de gran experiencia en la construcción encargados de coordinar las labores de los subcontratistas y los obreros vinculados a la obra; según el tamaño y complejidad de la obra varia el número de maestros⁵.

Oficiales:

Tienen conocimiento y destrezas básicas en las técnicas constructivas, tales como colocar plomos, pasar niveles y realizar oficios específicos tales como: pegar ladrillos, elaboración de formaletas, repellar, etc (Vargas, y otros, 2006).

Ayudantes:

Son los encargados de servir de auxiliares a los oficiales. Realizan tareas que no requieren conocimientos previos tales como transporte interno de materiales o herramientas, excavaciones, limpieza y aseo de las zonas, etc (Vargas, y otros, 2006).

3.1.3.2 Métodos para el estudio de rendimientos de mano de obra⁶

El rendimiento de la mano de obra se puede establecer a partir de datos obtenidos directamente en los puestos de trabajo, puede calcularse para una persona en particular o para un grupo de personas; para esto es importante tener en cuenta los factores que influyen en el desempeño del trabajador, expuesto anteriormente.

⁵ POLANCO, Luis Fernando. "Construcción I". Universidad del Cauca. Pág. 21

⁶ (Vargas, y otros, 2006)

Tradicionalmente existen dos métodos para el estudio de los rendimientos de la mano de obra que son:

- Estudio de tiempos y movimientos
- Estudio de rendimientos por promedios de tiempos y movimientos

El primero es muy utilizado en la industria manufacturera, donde la existencia de puestos fijos de trabajo, operaciones estandarizadas, líneas de montaje y empleados estables, permite determinar los rendimientos con gran exactitud.

El segundo se acomoda mejor a las particularidades de la industria de la construcción, porque los promedios son el resultado de muchas variables que pueden presentarse en la obra, tales como: el estado del tiempo, la rotación del personal y su consecuente falta de especialización, los continuos cambios de trabajo, imprevistos, etc.

Es importante tener en cuenta a la hora de hacer un estudio de rendimientos en el campo de la construcción, algunas consideraciones como:

- Las actividades cuyo rendimiento se pretende establecer deben estar suficientemente definidas en su alcance y circunstancias para que los datos obtenidos puedan considerarse como representativos para utilizarse en otros presupuestos.
- Es necesario tener en cuenta que no existe rendimientos de validez universal, pues el desempeño de las personas en su trabajo está condicionado no solo por los factores de afectación mencionados en el numeral 3.1.4.1; sino también por su idiosincrasia, las circunstancias que se estén viviendo en la empresa, la ciudad o el país, además de la peculiaridades de cada obra; por lo cual pueden originarse rendimientos diferentes para actividades aparentemente iguales.
- De igual manera se puede afirmar que los rendimientos no son inmutables, ya que los obreros de la construcción son tan sensibles a motivaciones especiales como cualquier otro ser humano.
- El estudio requiere personal especializado de dedicación exclusiva, por eso es imposible obtener resultados confiables cuando la toma de datos se asigna como tarea secundaria a personas que están ejecutando otro tipo de labores.

- Es usual que los costos de mano de obra se definan solicitando cotizaciones de sub-contratistas en lugar de valorizar el tiempo requerido para ejecutar una actividad, pero la única manera de juzgarlas es utilizando datos confiables de tiempos obtenidos en estudios de rendimientos⁷.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, para la realización de éste estudio de rendimientos de mano de obra, se manejara el método de estudio de rendimientos por promedios, por ser este el más adecuado para aplicarse al sector de la construcción, los resultados se obtienen a partir de la toma de datos y observaciones realizadas durante la pasantía.

3.1.3.3 La eficiencia en la productividad

La eficacia es la medición de lograr los objetivos de una producción deseada mientras que la eficiencia es el uso de los recursos de manera sistemática para lograr la producción o sea la medición de esfuerzos. Ambos constituyen elementos básicos para cumplir con los objetivos propuestos. La productividad se define como la eficiencia que relaciona la calidad del producto, con la cantidad de producción obtenida. (Newman)

La eficiencia de la productividad de la mano de obra, puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible (Botero Botero, 2002).

Tabla 17 Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra

EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD	RANGO	
Muy baja	10%	40%
Baja	41%	60%
Normal (promedio)	61%	80%
Muy buena	81%	90%
Excelente	91%	100%

Fuentes: Estimator's general construction man-hour manual, John S. Page.

Se considera como normal o promedio, el rango de eficiencia en la productividad comprendido entre 61% y 80%, por lo tanto, se puede definir como el 70% el valor normal de productividad en la mano de obra, valor que puede ser afectado positiva o

⁷ CONSUEGRA, Guillermo. Presupuestos de Construcción. Pág. 64

negativamente por diferentes factores, obteniéndose así rendimientos mayores o menores al promedio respectivamente (Botero Botero, 2002).

Ha sido tradicional la utilización de bases de datos comerciales sobre rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción, como soporte en el análisis del costo y tiempo del proyecto a ejecutar. Los estimativos allí presentados se alejan muchas veces de la realidad. Los rendimientos y consumos utilizados en la programación deben estar fundamentados en múltiples observaciones y análisis estadísticos, que considere las condiciones particulares en las cuales se realizan las diferentes actividades de construcción.

3.1.4 Teoría de factores de afectación en rendimientos de mano de obra.

A continuación se establecerán las bases teóricas del aporte técnico incluido en la pasantía, como lo son los factores que afectan el rendimiento de la mano de obra, establecidos en el artículo de la revista de la Universidad EAFIT, “ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS Y CONSUMOS DE MANO DE OBRA EN ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN”, Luís Fernando Botero Botero, Medellín Colombia y los parámetros estadísticos que permitirán realizar los cálculos correspondientes para la determinación de rendimientos de mano de obra en actividades específicas de acabados de una vivienda.

El rendimiento de la mano de obra se ve afectado por una serie de factores a lo largo de la obra, algunos de estos pueden preverse desde el mismo momento en que se elabora el presupuesto, de acuerdo al estudio detallado de los planos de proyecto. Aun así muchos solo se aprecian durante el desarrollo de la obra, por lo cual es importante tomar medidas correctivas al respecto.

3.1.4.1 Factores que afectan los rendimientos y consumos de mano de obra⁸.

Cada proyecto de construcción es diferente y en él se presentan diversas condiciones o variables ambientales, sociales, culturales, económicas y tecnológicas; derivándose en diferentes factores que influyen positiva o negativamente en los rendimientos y consumos de mano de obra, como se dijo anteriormente, los cuales se pueden agrupar bajo 6 categorías como se muestra en la (Tabla 18) sin ningún orden de importancia.

⁸ Botero, L. F. (2002). Tomado del artículo: Analisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de la construccion. Revista Universidad EAFIT.

Tabla 18 Factores que afectan el rendimiento o consumo de mano de obra

a.	Economía General
b.	Aspectos Laborales
c.	Clima
d.	Actividad
e.	Equipamiento
f.	Trabajador

Fuente: Estimator's general construction man-hour manual, John S. Page. (Adaptación de los Ingenieros Antonio Cano R. y Gustavo Duque V. a nuestro medio. (Botero Botero, 2002)

Estos factores regulan la oferta y la demanda por mano de obra, ya que son estos los que finalmente establece el costo por salarios.

a. Economía general.

Este factor se refiere al estado económico de la nación o el área específica en donde se desarrolla el proyecto. Los aspectos a ser considerados dentro de esta categoría son los siguientes:

- Tendencias y resultados de los negocios en general.
- Volumen de la construcción.
- Situación del empleo.

Si después de considerar estos aspectos se concluye que la economía general es buena o excelente, la productividad tiende a bajar, esto se debe a la dificultad en encontrar mano de obra de buena calidad, al igual que supervisores competentes, cuando los sectores de la construcción en general están en auge o bien estabilizados, obligando a las contratistas a recurrir a personal inexperto. En el caso contrario, cuando la economía se encuentra en estados normales se dispone con mayor facilidad de personal calificado para realizar labores de supervisión y ejecución de las actividades.

La economía general del país o entorno donde se desarrolla el proyecto, produce una reacción en cadena en las otras cinco categorías mencionadas en la Tabla 18, por lo tanto este aspecto debe ser considerado cuidadosamente. Además de los factores ya mencionados se debe tener en cuenta:

- La disponibilidad de mano de obra, en los casos de actividades que requieran personal calificado (Oficiales de construcción).
- Disponibilidad de supervisores (Maestros y residentes de obra).
- Disponibilidad de insumos (materiales y equipo).

b. Aspectos laborales.

Se debe considerar la relación de productividad y condiciones laborales. La disponibilidad de personal en la zona donde se realizan los trabajos o la necesidad de mover personal a otros sitios, con condiciones de pago diferentes, a las de la zona, son aspectos muy importantes a tener en cuenta. Los aspectos a considerar bajo esta categoría son los siguientes: Tipo de contrato, Sindicalismo, Incentivos, Salarios o pagos por labores a destajo, Ambiente de trabajo, Seguridad social, Seguridad Industrial.

- **Tipo de contrato:** El sistema de subcontratación a destajo favorece considerablemente el rendimiento obtenido, si se compara con un sistema de contratación por día laborado (personal de obra por administración).
- **Sindicalismo:** El contar con obreros sindicalizados, influye negativamente en el rendimiento de la mano de obra, ya que el sindicalismo mal entendido disminuye la productividad.
- **Incentivos:** La asignación de tareas o labores a destajo con recompensas por la labor cumplida, favorece el mejoramiento de la productividad de la mano de obra. Una clara y sana política de incentivos aumenta el rendimiento en las cuadrillas de trabajo.
- **Salarios o pago por labores a destajo:** La justa remuneración por la labor realizada, motiva al obrero a aumentar la productividad de la mano de obra.
- **Ambiente de trabajo:** Las relaciones cordiales entre compañeros y entre personal obrero y jefes, sumado a un ambiente de trabajo con condiciones en las que se tengan en cuenta el factor humano, garantizan un mayor desempeño de la mano de obra.
- **Seguridad social:** La tranquilidad ofrecida por un sistema de seguridad social que cubra al trabajador y su familia, incentiva el rendimiento de la mano de obra.
- **Seguridad industrial:** La implementación y desarrollo de programas de seguridad industrial en los sitios de trabajo disminuyen los riesgos que afectan negativamente la productividad de la mano de obra.

c. **Clima**

Debe considerarse que el clima cumple un papel importante en el período de ejecución de una obra. Para ello es bueno tomar en cuenta las siguientes condicionantes: Estado del tiempo, temperatura, condiciones del suelo, cubierta.

- **Estado del tiempo:** Condiciones favorables del estado del tiempo en el momento de realizar las actividades, influyen positivamente en la obtención de mejores rendimientos.
- **Temperatura:** El exceso de calor afecta negativamente el desempeño del obrero ya que origina fatiga más rápidamente.
- **Condiciones del suelo:** Las lluvias ocasionan condiciones críticas del estado del suelo donde las cuadrillas realizan las actividades, viéndose afectadas negativamente en su desempeño bajo condiciones críticas.
- **Cubierta:** Los factores negativos de la condición del tiempo, pueden ser mitigados si se realizan las actividades bajo cubierta, en cuyo caso se favorece el rendimiento de la mano de obra.

d. **Actividad**

Las condiciones específicas de la actividad a realizar, las relaciones con otras actividades, el plazo para la ejecución de la misma, los medios para realizarla y el entorno general de la obra, son aspectos que pueden afectar los rendimientos de la mano de obra. Se mencionan los siguientes factores: Grado de dificultad, Riesgo, Discontinuidad, Orden y aseo, Tipicidad, Tajo.

- **Grado de dificultad:** La productividad se ve afectada al tener actividades con un alto grado de dificultad.
- **Riesgo:** El peligro al cual se ve sometido el obrero al realizar ciertas actividades, disminuye su rendimiento. Durante las observaciones realizadas a las actividades constructivas estudiadas, estas no presentan mayores riesgos excepto la asociada a la construcción de revoque en paredes externas ubicadas en el segundo piso, por encontrarse los obreros sobre andamios para ejecutar la actividad.
- **Discontinuidad:** Las interferencias e interrupciones en la realización de las actividades, disminuyen la producción de la mano de obra.

- **Orden y aseo:** El rendimiento se ve favorecido con sitios de trabajos limpios y organizados.
- **Tipicidad:** Los rendimientos se ven afectados positivamente si existe un alto número de repeticiones de actividades iguales, ya que facilita al obrero desarrollar una curva de aprendizaje.
- **Tajo:** Si se dispone de un trabajo limitado a pequeños espacios, el rendimiento del obrero disminuye.

e. **Equipamiento**

El disponer del equipo apropiado para la realización de las diferentes actividades, su estado general, su mantenimiento y la reparación oportuna, afectan el rendimiento de la mano de obra. Los principales factores dentro de esta categoría son los siguientes:

- **Herramienta y Equipo:** La calidad, estado y adecuación a la operación realizada afecta el rendimiento, debido a que un mal estado de las herramientas y equipos, o la utilización de las mismas para algo que no fueron diseñadas, afecta el rendimiento negativamente originando que los trabajos realizados con estas no sean óptimos y ocasionen posteriores correcciones.
- **Mantenimiento:** La oportunidad en el mantenimiento de equipos y herramientas afectan positivamente la productividad, debido a que se conservan aptos para cumplir con las especificaciones dadas por los fabricantes y optimizar así el rendimiento.
- **Suministro:** Disponer oportunamente del equipo y herramienta adecuada favorecen un alto desempeño del operario que utilice el equipo.
- **Elementos de protección:** Debe considerarse como parte del equipamiento, todos aquellos elementos de protección personal tendientes a garantizar la seguridad industrial, que como se dijo anteriormente, facilita la realización de actividades.

f. **Trabajador**

Los aspectos personales del operario deben considerarse, ya que afectan su desempeño. Los factores que se incluyen en esta categoría, son:

- **Situación personal:** La tranquilidad del trabajador y de su grupo familiar, generan un clima propicio para la realización de las actividades. Definir políticas de

recursos humanos y apoyo al trabajador, traerá como consecuencia efectos positivos sobre el rendimiento de la mano de obra

- **Ritmo de trabajo:** El trabajo exigente y continuado agota naturalmente a los seres humanos. Se requiere definir políticas sobre descansos que garanticen un normal rendimiento del trabajador en sus actividades.
- **Habilidad:** Algunos obreros poseen o desarrollan habilidades independientes del grado de capacitación alcanzado, favoreciendo la ejecución de las actividades y consecuentemente aumentando su productividad.
- **Conocimientos:** El nivel de capacitación alcanzado, así como su posibilidad de mejorarlo, favorecen en alto grado la mayor eficiencia de su labor.
- **Desempeño:** Algunas personas no ponen todo de sí en el desempeño de sus actividades. Esta situación debe ser controlable con un adecuado proceso de selección.
- **Actitud hacia el trabajo:** Se debe buscar tener trabajadores con actitudes positivas hacia la labor a realizar, para que dicha situación se refleje en un adecuado desempeño. Esta situación se logra con un buen sistema de selección de personal y con la existencia de buenas relaciones laborales⁹.

⁹ LUIS FERNANDO BOTERO BOTERO. Arquitecto constructor. Especialista en gerencia de empresas de ingeniería. Docente, Dpto. de ingeniería Civil, Universidad EAFIT.

3.1.5 Parámetros Estadísticos

a. Media aritmética o promedio. (Richard, 1997)

Es la medida más común de localización o centro de un grupo de datos, es decir el promedio aritmético ordinario.

$$X_{prom} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Dónde:

X_i = valor de rendimiento de cada evento.

n = número de eventos.

X_{prom} = Rendimiento promedio

b. Varianza (Richard, 1997)

Es el resultado de la división de la sumatoria de las distancias existentes entre cada dato y su media aritmética elevadas al cuadrado, y el número total de datos.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{prom})^2}{n - 1}$$

Dónde:

s^2 = varianza

c. Desviación estándar (Richard, 1997)

Se define como la raíz cuadrada de los cuadrados de las desviaciones de los valores de la variable respecto a su media.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{prom})^2}{n - 1}}$$

Dónde:

s = desviación estándar.

d. Coeficiente de variación (Richard, 1997).

Este coeficiente mide la variabilidad o grado de dispersión en forma porcentual de la relación existente entre la desviación estándar y la media aritmética.

$$V = \left[\left(\frac{s}{X_{prom}} \right) \times 100 \right]$$

Dónde:

V = Coeficiente de variación.

e. Error Estándar.

El error estándar de una estadística es la desviación estándar de su distribución de muestreo¹⁰

$$\bar{\sigma}_x = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Dónde:

$\bar{\sigma}_x$ = Error estándar.

3.1.6 Definiciones de términos básicos estadísticos¹¹.

- Experimento aleatorio: es aquel estudio que proporciona diferentes resultados, aun cuando este se repita de la misma manera en todas las ocasiones.
- Espacio muestral: es el conjunto de los resultados de un experimento aleatorio.
- Evento: es un subconjunto del espacio muestral de un experimento aleatorio, el cual representa los datos obtenidos en cada medición.

¹⁰ Montgomery, Runger, 2003

¹¹ **Richard Johnson** PROBABLIDAD Y ESTADISTICA PARA INGENIEROS DE MILLER Y FREUND [Libro]. - Mexico : Pretince Hall, 1997

3.2 Presentación de datos y cálculos.

A continuación se presenta los datos, cálculos y resultados, de los experimentos aleatorios para la toma de rendimientos de mano de obra en las actividades: repellos, estucos, cielos rasos y revestimientos cerámicos (enchapes muros y pisos).

3.2.1 Actividad en estudio: Repello

Se obtuvo los siguientes resultados de toma de rendimientos para la actividad de repello, analizando distintas cuadrillas. Se planteó un primer ensayo de tipo experimental en la toma de rendimientos, localizando la actividad en diferentes zonas de la casa, y con diferentes cuadrillas de trabajadores. Es claro indicar que este tiempo es solo el usado para el proceso de repello sin incluir la preparación previa de materiales y equipo en este caso como andamios o protectores.

El procedimiento utilizado consiste en tomar el tiempo al inicio de la actividad y una vez termine la jornada se detiene el tiempo y se mide el área real ejecutada por la cuadrilla.

Tabla 19 Toma de rendimientos en Repellos

TOMA DE RENDIMIENTOS ACTIVIDAD ESTUDIADA : REPELLOS (RESUMEN)						
numero obs	und	cuadrilla	cantidad ejecutada	tiempo empleado		rendimiento (m ² /h-hom)
				horas	minutos	
1	m ²	2:2	54,99	8	480	6,87375
2	m ²	2:2	50,754	8	480	6,34425
3	m ²	2:2	61,75	8	480	7,71875
4	m ²	2:2	28,27	4	240	7,0675
5	m ²	2:2	33,048	5	300	6,6096
6	m ²	2:2	34,379	5	300	6,8758
nota: sin tener en cuenta el tiempo usado en la colocacion de andamios						
					promedio	6,91

garantizando una observación detallada de la actividad, que permita confrontar las bases teóricas de factores de afectación y la realidad en la obra.

En algunos casos la medición se realizó informando al oficial sobre el experimento a realizar (por ejemplo prueba piloto), en otros se hizo a manera de seguimiento sin el conocimiento respectivo del oficial.

Para el registro de los factores de afectación, se presenta una metodología donde con una serie de formatos tipo test, se registra la información suministrada por los oficiales, (Véase, Anexo 3, Anexo 4, Anexo 5, Anexo 6, Anexo 6)

En la obra se contaba con dos cuadrillas (2:2), con dedicación exclusiva a los acabados de muros. Una liderada por el oficial Gilmer Castrillón y la otra por William Rueda.

Tabla 21 Cuadro resumen para cálculos estadísticos

Nombre del oficial	Rendimiento (m²/h-h)	Edad (años)	Método de mezcla	Área (m²)
OSCAR	2,44	62	batea	7,22
OSCAR	3,3	62	batea	8
ALEX	3,51	22	batea	12,94
ALEX	3,91	22	batea	10,143
ALEX	3,97	22	batea	5,22
ALEX	4,29	22	batea	10,6143
ALEX	4,81	22	batea	10,5985
ALEX	4,99	22	batea	14,3234
GILMER	4,38	40	tarro	5,22
JIMMY	5	35	tarro	11,435
GILMER	5,49	40	tarro	36,9065
JIMMY	7,07	35	tarro	4,655
GILMER	7,08	40	tarro	10,6
JUAN CARLOS	7,58	25	tarro	40
GILMER	8,63	40	tarro	35
WILLIAM	8,84	32	tarro	10,2672
GILMER	9,49	40	tarro	5,6608
GILMER	9,94	40	tarro	4,097
JIMMY	9,98	35	tarro	6,728
GILMER	10,14	40	tarro	26,4328

Tabla 22 Hoja electrónica para la toma de rendimientos de mano de obra en la actividad del estuco

#	descripcion	inicio	fin		h	min	total minutos	area (m2)	(m2/min)	rend (m2/h)	obs	fecha
1	muros segundo piso	08:22	09:11	0:49:00	0	49	49	7,22	0,15	8,84	PRUEBA PILOTO	01-nov-11
2	muro en alcoba de la 1/2 hacia arriba	08:28	11:45	3:17:00	3	17	197	8	0,04	2,44	batea mas el factor x edad	
3	muro largo sala -comedor	08:20	09:50	1:30:00	1	30	90	12,94	0,14	8,63		01-nov-11
4	garaje muro largo izq	10:00	11:00	1:00:00	1	0	60	10,143	0,17	10,14		28-oct-11
5	garaje muro frontal	11:02	11:35	0:33:00	0	33	33	5,22	0,16	9,49	tiene 4 cajas dificulta la labor	28-oct-11
6	garaje muro corto izq	07:30	09:00	1:30:00	1	30	90	10,6143	0,12	7,08		18-nov-11
7	garaje muro frontal	09:18	10:15	0:57:00	0	57	57	5,22	0,09	5,49		18-nov-11
8	garaje muro largo der	10:16	11:20	1:04:00	1	4	64	10,5985	0,17	9,94		18-nov-11
9	alcoba ampliacion	08:30	12:10	3:40:00	3	40	220	14,3234	0,07	3,91	batea	18-nov-11
10	alcoba ampliacion	07:00	09:40	2:40:00	2	40	160	11,435	0,07	4,29	batea	18-nov-11
11	muros garaje + algunos muros en la sala	09:48	12:10	2:22:00	4	52	292	36,9065	0,13	7,58		29-nov-11
		02:30	05:00	2:30:00								30-nov-11
12	muro sala ampliacion	09:20	09:48	0:28:00	0	28	28	4,655	0,17	9,98		02-dic-11
13	garaje muro largo izq	10:48	12:18	1:30:00	1	30	90	10,6	0,12	7,07		02-dic-11
14	muros				8	0	480	40	0,08	5,00		
15	muros				8	0	480	35	0,07	4,38		
16	muros alcoba	08:10	10:45	2:35:00	2	35	155	10,2672	0,07	3,97	batea	29-dic-11
17	muros 1er piso	07:40	08:48	1:08:00	1	8	68	5,6608	0,08	4,99	batea	03-ene-12
18	muro de ventanal	09:00	10:10	1:10:00	1	10	70	4,097	0,06	3,51	batea (zona con muchos detalles)	03-ene-12
19	muro 1er piso	10:20	11:44	1:24:00	1	24	84	6,728	0,08	4,81	batea	03-ene-12
20	muros garaje	07:00	12:00	5:00:00	8	0	480	26,4328	0,06	3,30	batea	26-ene-12
		14:00	17:00	3:00:00								

Tabla 23 Toma de rendimientos de mano de obra para el estuco plástico

descripcion	inicio	fin		h	min	total minutos	area (m2)	(m2/min)	rend (m2/h)	obs
<i>estuco plastico</i>	08:44	10:17	1:33:00	0	93	93	3,2	0,03	2,06	11min por capa 30 x secado

3.2.3 Actividad en estudio: Cielo Raso

Instalación solo del panel yeso.

Cuadrilla 1:1

TOMA DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA

Se mide el área total de la zona donde se instalara el cielo raso en panel yeso, en este caso la zona es la sala-comedor (con y sin ampliación) con un área de 23,352m², a la cual se le descontara un sector, donde aún no se instala panel yeso, esto por la necesidad de hacer un chequeo posterior a las tuberías sanitarias y de agua potable, descolgadas por debajo de la losa de entrepiso.

Tabla 24 Instalación del panel yeso

descripcion	inicio	fin		h	min	total min	area (m2)	(m2/min)	rend (m2/h)	zona
instalacion panel yeso	10:20	11:20	1:00:00	1	0	60	18,7273	0,31	18,73	sala-comedor (sin ampliacion)
instalacion panel yeso	08:43	10:15	1:32:00	1	32	92	28,5898	0,31	18,65	sala-comedor (con ampliacion)
instalacion panel yeso	10:02	10:58	0:56:00	0	56	56	17,42	0,31	18,66	garaje
instalacion panel yeso	11:17	12:15	0:58:00	0	58	58	17,42	0,30	18,02	garaje

Aplicando los parámetros estadísticos de Excel se obtiene:

Tabla 25 Parámetros estadísticos panel yeso

<i>instalacion solo panel yeso</i>	
Media	18,51
Error típico	0,165513077
Mediana	18,65490373
Moda	#N/A
Desviación estándar	0,331026153
Varianza de la muestra	0,109578314
Curtosis	3,791970918
Coefficiente de asimetría	-1,931978129
Rango	0,706610345
Mínimo	18,02
Máximo	18,73
Suma	74,05779711
Cuenta	4
Nivel de confianza(95,0%)	0,526736479

El promedio de rendimiento de mano de obra para esta actividad fue de 18,51 m² / h-H.

3.2.4 Actividad en estudio: Enchapes

3.2.4.1 Enchape de piso tipo “tablón” en garaje.

Cuadrilla 1:1

TOMA DE RENDIMIENTO MANO DE OBRA

En este caso se determinó la toma de rendimientos en el garaje de las casa, siendo este el sitio más representativo, el procedimiento se realizó igual al descrito para la prueba piloto, solamente se hizo el seguimiento a una cuadrilla de las que estaban encargadas de dicha actividad. Para esta actividad solo se presentan los resultados de 3 pruebas pilotos, que sirven de referencia para futuras investigaciones, de toma de rendimientos de esta actividad.

Tabla 26 Rendimiento en enchapes de piso tipo tablón

descripcion	inicio	fin		h	min	total min	area (m2)	(m2/min)	rend (m2/h)	obs
instalacion enchape en piso tipo "tablon" en el garaje	07:00	12:00	5:00:00	5	0	300	11,375	0,04	2,28	rectangulo donde va el carro
	14:00	17:30	3:30:00	3	30	210	6,36	0,03	1,82	"L" porche entrada a la casa
	09:00	11:52	2:52:00	2	52	172	3,64	0,02	1,27	solo entrada a la casa (PRUEBA PILOTO)

nota: el proceso de fragua o emboquillado toma aproximada 3 h-hom para todo el garaje

Tabla 27 Parámetros estadísticos enchape tablón

<i>enchape piso tablon</i>	
Media	1,79
Error típico	0,290568935
Mediana	1,817142857
Desviación estándar	0,503280158
Varianza de la muestra	0,253290917
Coeficiente de asimetría	-0,2658666
Rango	1,01
Mínimo	1,27
Máximo	2,28
Suma	5,361910299
Cuenta	3
Nivel de confianza(95,0%)	1,25021722

El promedio de rendimiento de mano de obra para esta actividad fue de 1,79 m² / h-H.

3.2.4.2 Enchape de muros en cocina y baños.

Cuadrilla 1:1

TOMA DE RENDIMIENTO MANO DE OBRA

Se observó el proceso constructivo de enchape de muros, en diferentes zonas de la casa, además con dos tipos de enchape, pero con igual proceso de instalación.

Para la determinación del área, el procedimiento es medir en el sitio, el área correspondiente a enchape del muro en cada zona, luego se compara con el área que se mida en los planos; esto permite reducir el margen de error inducido a la hora de calcular la cantidad de obra.

Se realiza la presentación del resultado de la prueba piloto:

Tabla 28 Áreas y tipo de enchape

ZONA	tipo de enchape	AREA (m2)
baño social		2,5315
cocina	relieve 35*25	3,25
	blanco 20*20	1,743
lavadero	blanco 20*20	3,103
baño de servicio	blanco 20*20	7,5499
	total	18,1774

Tabla 29 Rendimientos en enchapes de muros

descripcion	inicio	fin		h	min	total min	area (m2)	(m2/min)	rend (m2/h)	obs
instalacion enchape en muros	07:30	12:00	4:30:00	8	0	480	18,1774	0,04	2,27	incluye (limpieza, preparacion de la pasta, instalacion del enchape) no incluye fragua
	02:00	05:30	3:30:00							

El resultado para rendimiento de mano de obra (prueba piloto) para esta actividad fue de 2,27 m² / h-H.

3.3 Resultados

3.3.1 Factores de Afectación.

Ejemplo para indicar la metodología usada en el cálculo de los factores de afectación.

El mecanismo para calificar la afectación del rendimiento de la mano de obra, por los factores descritos anteriormente, consiste básicamente en llenar un formulario tipo test donde se registra con una "X" en cada una de las casillas la información específica para cada aspecto (véase Tabla 30).

El cálculo para afectar la productividad, se procede así: en este caso se inicia con una eficiencia en la productividad normal igual a 70%; este porcentaje o valor será afectado positiva o negativamente por los diferentes factores, obteniendo así, rendimientos mayores o menores al promedio respectivamente.

Como se tomaron en cuenta, solo 5 aspectos que son: aspecto laboral, clima, actividad, equipamiento y trabajador; cada uno se le asigna igual porcentaje de participación de afectación al rendimiento (cada uno será del 20%), a su vez como cada aspecto presenta sub-factores, estos también presentan igual participación dentro este campo (así para los aspectos con 6 subdivisiones el porcentaje será de 16,67% y para las de 4 subdivisiones será de 25%).

Se presenta los datos obtenidos para la prueba piloto de aplicación de estuco realizada por el oficial William.

Como resultado de este análisis y teniendo en cuenta cada uno de los factores de afectación de la mano de obra (véase Tabla 31), se obtiene el rendimiento de mano de obra promedio de 7,06 m²/h-H para la prueba piloto de aplicación de estuco en muros interiores de las casas del proyecto Tulipanes de la Hacienda.

El implementar estrategias y medidas de seguridad industrial en el manejo de las sustancias y materiales de construcción, usados en el área de los acabados tales como: el estuco, fijamix, ácidos, paneles de yeso, etc; nos permiten garantizar la buena salud del trabajador, además de incidir en una calificación positiva, para el respectivo factor de afectación del rendimiento de la mano de obra, para la actividad estudiada.

Tabla 30 Recolección de la información de los factores de afectación para la prueba piloto en estuco

Aspectos Laborales												
Nombre del Oficial	Tipo de contrato		Sindicalismo		Incentivos		Ambiente de trabajo		Seguridad Social		Seguridad Industrial	
	Destajo	Administración	Si	No	Si	No	Bueno	Malo	Si	No	Si	No
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
WILLIAM	X			X	X	X	X		X			X
Clima												
Nombre del Oficial	Estado del tiempo		Temperatura		Condición del suelo		Cubierta					
	Favorable	Desfavorable	Frio ó caliente	Normal	Seco	Humedo	Si	No				
	+	-	-	+	+	-	+	-				
WILLIAM	X			X	X		X					
Actividad												
Nombre del Oficial	Grado de Dificultad		Riesgo		Discontinuidad		Orden y aseo		Tipicidad		Trabajo en espacio reducido	
	Alta	Baja	Alta	Baja	Si	No	Si	No	Alta	Baja	Si	No
	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+
WILLIAM		X	X		X		X		X			X
Equipamento												
Nombre del Oficial	Herramienta y Equipo						Elementos de protección					
	Uso y Calidad		Mantenimiento		Suministro							
	Optimo	Pesimo	Optimo	Pesimo	Optimo	Pesimo	Si	No				
	+	-	+	-	+	-	+	-				
WILLIAM	X		X		X			X				
Trabajador												
Nombre del Oficial	Situación Personal		Ritmo de trabajo		Habilidad		Conocimientos		Desempeño		Actitud hacia el trabajo	
	Estable	Inestable	Alto ó Bajo	Normal	Alta	Baja	Si	No	Alta	Baja	Positiva	Negativa
	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-
WILLIAM	X			X	X		X		X		X	

Tabulando los datos y la información recogida en la anterior tabla, se procede a realizar los cálculos para determinar el valor del rendimiento ajustado por los factores de afectación, discriminado de forma que se tenga en cuenta cada aspecto, así:

Tabla 31 Calculo de los factores de afectación para la prueba piloto en estuco.

Aspectos Laborales	% por Sub-indicador	positivos	negativos	diferencia	factor sub-indicador	por el % del aspecto	factor de afectacion por aspecto	eficiencia en la productivida	Nombre	Rendimiento (m2/h-H)	rendimiento ajustados por el factor de afectacion
0,2	0,1667	5	2	3	0,5	0,100	1,100	0,77	WILLAM	8,84	6,81
Clima	% por Sub-indicador	positivos	negativos	diferencia	factor sub-indicador	por el % del aspecto	factor de afectacion por aspecto	eficiencia en la productivida d obtenida	Nombre	Rendimiento (m2/h-H)	rendimiento ajustados por el factor de afectacion
0,2	0,2500	4	0	4	1	0,200	1,200	0,84	WILLAM	8,84	7,43
Actividad	% por Sub-indicador	positivos	negativos	diferencia	factor sub-indicador	por el % del aspecto	factor de afectacion por aspecto	eficiencia en la productivida	Nombre	Rendimiento (m2/h-H)	rendimiento ajustados por el factor de afectacion
0,2	0,1667	4	2	2	0,333333	0,067	1,067	0,75	WILLAM	8,84	6,60
Equipamento	% por Sub-indicador	positivos	negativos	diferencia	factor sub-indicador	por el % del aspecto	factor de afectacion por aspecto	eficiencia en la productivida	Nombre	Rendimiento (m2/h-H)	rendimiento ajustados por el factor de afectacion
0,2	0,2500	3	1	2	0,5	0,100	1,100	0,77	WILLAM	8,84	6,81
Trabajador	% por Sub-indicador	positivos	negativos	diferencia	factor sub-indicador	por el % del aspecto	factor de afectacion por aspecto	eficiencia en la productivida	Nombre	Rendimiento (m2/h-H)	rendimiento ajustados por el factor de afectacion
0,2	0,1667	6	0	6	1	0,200	1,200	0,84	WILLAM	8,84	7,43
										PROMEDIO	7,06

3.3.2 Análisis estadístico para el espacio muestral (Estuco)

3.3.2.1 Rendimiento promedio para la actividad del estuco

Análisis estadístico del total de eventos del espacio muestral usando el software Statgraphics, para la actividad en este caso: Aplicación de estuco en muros interiores.

El primer paso a desarrollar en el análisis estadístico es llevar a cabo el análisis exploratorio de los datos; para lo cual se sugiere la siguiente estructura:

Tabla 32 Estructura para el análisis estadístico

Tipo de Variable	Procedimiento	Objetivo
Cualitativa	Frecuencias simples	Detectar errores en la digitación, códigos no válidos
Cuantitativa	Estadísticas descriptivas, gráficos de tallos y hojas-caja y sesgo, prueba de normalidad	Detectar valores atípicos y extremos, validar supuestos de normalidad

Lo anterior es fundamental, ya que, en caso contrario se podrían realizar procedimientos y por ende interpretaciones erróneas, debido a la cualificación de los datos. Algunos problemas que se detectan con este método son: errores de digitación, valores atípicos y/o extremos.

El objetivo es detectar valores fuera de lo común, para ello se hace una reflexión sobre los valores máximos y mínimo de los datos, además, del promedio y la desviación típica, así como de los diferentes parámetros estadísticos.

3.3.2.2 Procedimiento a seguir para el análisis estadístico.

- Exportación de los datos desde Microsoft Excel hacia Statgraphics.
Incluyendo todos los datos de identificación de la actividad como: nombre oficial, área de la zona de aplicación del estuco, método usado para la mezcla, tiempo utilizado en la actividad, rendimientos (m^2/min y $m^2/h-H$) y observaciones.
- Obtención de estadísticas básicas sobre el rendimiento de mano de obra.
Procesando todos los datos hallados en la toma de rendimiento de mano de obra en la actividad constructiva de aplicación del estuco, se determina para la muestra: el promedio, mediana, moda, desviación estándar, varianza, rango, curtosis.

- Determinar si la muestra seleccionada se distribuye normalmente.
Para determinar si la muestra seleccionada se distribuye normalmente; se utiliza el criterio de que muestras en las cuales la curtosis tenga valores por fuera del rango de (-2 a 2) pueden alejarse de la normalidad y tienden a invalidar cualquier prueba estadística con relación a la desviación estándar, se define entonces si es o no necesario eliminar datos extremos.
- Eliminación de datos extremos.
Si el primer análisis estadístico arroja que los datos del rendimiento se apartan de una distribución normal, se procede a eliminar datos extremos, utilizando el siguiente criterio:
Límite superior = cuartil superior + 1,5 desviación estándar
Límite inferior = cuartil inferior - 1,5 desviación estándar
Se eliminan los datos por encima del dato superior y bajo el límite inferior. Nuevamente y sin datos extremos se procede a verificar que el rendimiento corresponda a una distribución normal.

Una vez comprobado que los datos de rendimientos obtenidos, se ajustan a la distribución Gaussiana o normal, se procede a presentar los resultados de los parámetros estadísticos obtenidos para la actividad de aplicación del estuco.

Como segunda parte del análisis estadístico, se plantea hacer una predicciones con ecuaciones matemáticas ayudados por los análisis de regresión simple entre el rendimiento y la edad del oficial; usando para ello el software Statgraphics y la información obtenida anteriormente. Este análisis de regresión permite establecer modelos ajustados expresados como ecuaciones que describen como se relaciona el valor medio o esperado de una variable dependiente, con una o varias variables independientes.

Tabla 33 Edades de los oficiales para la actividad del estuco

Tabla de edades de los oficiales		
Nombre	Edad	Metodo de mezcla
William	32	tarro
Juan Carlos	25	tarro
Alex	22	batea
Oscar	62	batea
Gilmer	40	tarro
Jimmy	35	tarro

3.3.2.3 Resultados estadísticos para el total del espacio muestral

A continuación se presentan los resultados obtenidos, después de aplicar el programa STATGRAPHICS, al total de datos del espacio muestral para la actividad de aplicación del estuco.

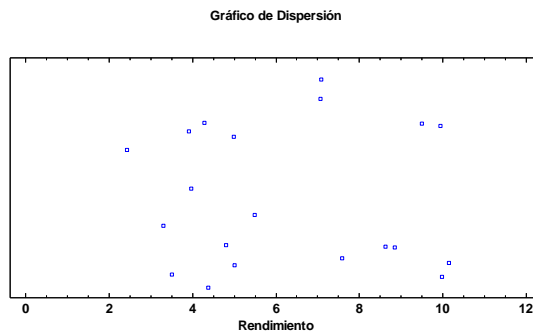
Análisis de Una Variable - Rendimiento

Datos/Variable: Rendimiento (m²/h-H)

20 valores con rango desde 2,44 a 10,14

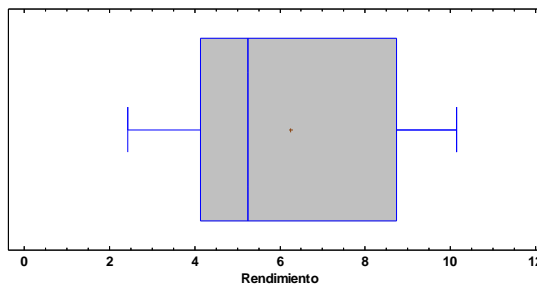
Este procedimiento está diseñado para resumir una sola muestra de datos. A continuación se presentan los cálculos y parámetros estadísticos además de sus gráficas estadísticas.

Gráfico 1 Dispersión en los datos de la muestra



A través del gráfico se puede observar el grado de dispersión que presenta el espacio muestral estudiado, además se puede determinar que hay una mayor concentración de los datos alrededor de 4 y 5 (m²/h-H).

Gráfico de Caja y Bigotes



Explicación para interpretar el gráfico de caja y bigotes:

En el diagrama se debe observar: la forma de los rectángulos que forman la caja (cuanto más estrechos sean, indicarán una mayor concentración de datos); la posición de la

media, marcada con una cruz, respecto de la mediana, línea central de la caja (la coincidencia de ambas indica simetría de la distribución), y la existencia de valores áticos (quedan fuera de los segmentos de longitud 1,5 veces el rango inter-cuartílico colocados a derecha a izquierda) (Richard, 1997).

Tabla 34 Tabla de frecuencias para rendimientos de mano de obra (estuco)

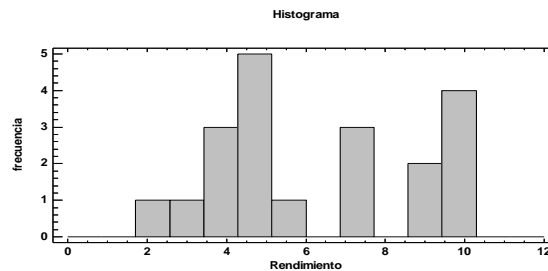
	Límite	Límite			Frecuencia	Frecuencia	Frecuencia
Clase	Inferior	Superior	Punto Medio	Frecuencia	Relativa	Acumulada	Rel. Acum.
	menor o igual	0		0	0,0000	0	0,0000
1	0	0,857143	0,428571	0	0,0000	0	0,0000
2	0,857143	1,71429	1,28571	0	0,0000	0	0,0000
3	1,71429	2,57143	2,14286	1	0,0500	1	0,0500
4	2,57143	3,42857	3,0	1	0,0500	2	0,1000
5	3,42857	4,28571	3,85714	3	0,1500	5	0,2500
6	4,28571	5,14286	4,71429	5	0,2500	10	0,5000
7	5,14286	6,0	5,57143	1	0,0500	11	0,5500
8	6,0	6,85714	6,42857	0	0,0000	11	0,5500
9	6,85714	7,71429	7,28571	3	0,1500	14	0,7000
10	7,71429	8,57143	8,14286	0	0,0000	14	0,7000
11	8,57143	9,42857	9,0	2	0,1000	16	0,8000
12	9,42857	10,2857	9,85714	4	0,2000	20	1,0000
13	10,2857	11,1429	10,7143	0	0,0000	20	1,0000
14	11,1429	12,0	11,5714	0	0,0000	20	1,0000
	mayor de	12,0		0	0,0000	20	1,0000

Media = 6,242 Desviación Estándar = 2,54641

Explicación para la interpretación de la tabla de frecuencias:

Se tabula las frecuencias dividiendo el rango de Rendimiento en intervalos del mismo ancho, y contando el número de datos en cada intervalo. Las frecuencias muestran el número de datos en cada intervalo, mientras que las frecuencias relativas muestran las proporciones en cada intervalo.

Gráfico 2 Histograma de frecuencias



El Gráfico 2 Histograma de frecuencias, nos indica lo antes expuesto, en el cual la mayor cantidad de datos se ubican entre los rendimientos de 4 y 5 (m²/h-H).

Tabla 35 Resumen estadístico general para rendimientos de mano de obra (estuco)

Recuento	20
Promedio	6,242
Mediana	5,245
Moda	
Media Geométrica	5,73872
Media Recortada 5%	6,23667
Media Winsorizada 5%	6,277
Varianza	6,48422
Desviación Estándar	2,54641
Coefficiente de Variación	40,7948%
Error Estándar	0,569395
Sigma Winsorizada 5%	2,61392
DAM	1,83
Sbi	2,78858
Mínimo	2,44

Máximo	10,14
Rango	7,7
Cuartil Inferior	4,13
Cuartil Superior	8,735
Rango Intercuartílico	4,605
1/6 sextil	3,91
5/6 sextil	9,49
Rango Intersextil	5,58
Sesgo	0,299775
Sesgo Estandarizado	0,547312
Curtosis	-1,41155
Curtosis Estandarizada	-1,28857
Suma	124,84
Suma de Cuadrados	902,451

Explicación para la interpretación de la tabla del resumen estadístico:

Esta tabla muestra los datos estadísticos de resumen para Rendimiento de mano de obra para la actividad de aplicación del estuco. Incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar cualquier prueba estadística con referencia a la desviación estándar.

Conclusión:

En este caso, el valor del sesgo estandarizado se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes una distribución normal. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Intervalos de Confianza para Rendimiento de mano de obra

Intervalos de confianza del 95,0% para la media: 6,242 +/- 1,19176 [5,05024, 7,43376]

Intervalos de confianza del 95,0% para la desviación estándar: [1,93652, 3,71922]

En términos prácticos, puede establecerse con 95,0% de confianza, que la media verdadera de Rendimiento se encuentra en algún lugar entre 5,05024 y 7,43376, en tanto que la desviación estándar verdadera está en algún lugar entre 1,93652 y 3,71922¹².

Conclusión final para el análisis estadístico para el total de datos del espacio muestral.

Una vez se ha garantizado la calidad de los datos, se presenta el parámetro estadístico en este caso el promedio del rendimiento de mano de obra para la actividad de aplicación de estuco en muros de vivienda para el conjunto residencial TULIPANES DE LA HACIENDA, el cual tiene como resultado de **6,24 m²/h-H**.

¹² Información aportada por el programa Statgraphics, en la ventana del Statvisor.

Como ejercicio se analiza si existe alguna relación estadística entre las variables de rendimiento y edad, para el total de la muestra estudiada, para ello se hace necesario plantear una regresión simple con las variables a estudiar, así:

Regresión Simple - Rendimiento vs. Edad

Variable dependiente: Rendimiento (m²/h-H)

Variable independiente: edad (años)

Inversa-Y Cuadrado-X: $Y = 1/(a + b \cdot X^2)$

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	0,149066	0,0310366	4,80292	0,0001
Pendiente	0,0000308274	0,0000189304	1,62846	0,1208

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0,0171115	1	0,0171115	2,65	0,1208
Residuo	0,116146	18	0,00645257		
Total (Corr.)	0,133258	19			

Coefficiente de Correlación = 0,358342

R-cuadrada = 12,8409 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 7,9987 por ciento

Error estándar del est. = 0,0803279

Error absoluto medio = 0,068241

Estadístico Durbin-Watson = 1,53658 (P=0,1287)

Auto-correlación de residuos en retraso 1 = 0,206675

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo Y-inversa X-cuadrada para describir la relación entre Rendimiento y edad. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Rendimiento} = 1/(0,149066 + 0,0000308274 \cdot \text{edad}^2)$$

Conclusión:

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es mayor o igual a 0,05, **no hay una relación estadísticamente significativa** entre Rendimiento y edad con un nivel de confianza del 95,0% ó más. El coeficiente de correlación es igual a 0,358342, indicando una relación relativamente débil entre las variables¹³.

¹³ Información aportada por el programa Statgraphics, en la ventana del Statvisor.

3.3.2.4 Resultados estadísticos diferenciando el método de mezcla

Como ejercicio, se realiza el mismo procedimiento de análisis estadístico, pero separando los datos según el método utilizado para realizar la mezcla del estuco y el agua.

a. Método de batea

Se toman solo los datos obtenidos de rendimiento de mano de obra para el método de mezcla antes denominado “método de batea”.

Análisis de Una Variable - Rendimiento

Datos/Variable: Rendimiento (m²/h-H)
8 valores con rango desde 2,44 a 4,99

Tabla 36 Resumen estadístico para rendimientos con el método de batea

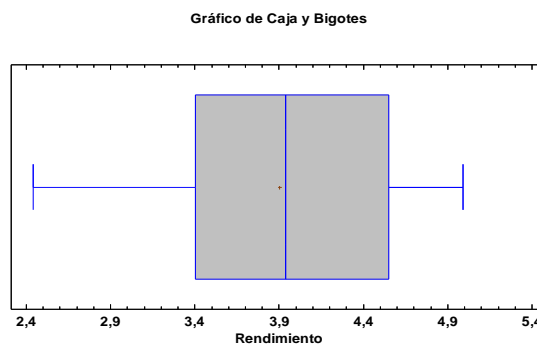
Recuento	8
Promedio	3,9025
Mediana	3,94
Moda	
Media Geométrica	3,81821
Varianza	0,688136
Desviación Estándar	0,829539
Coficiente de Variación	21,2566%
Error Estándar	0,293286

Mínimo	2,44
Máximo	4,99
Rango	2,55
Cuartil Inferior	3,405
Cuartil Superior	4,55
Sesgo	-0,438895
Sesgo Estandarizado	-0,506792
Curtosis	0,0451596
Curtosis Estandarizada	0,0260729

Conclusión:

En este caso, el valor del sesgo estandarizado se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes una distribución normal. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Gráfico 3 Caja y Bigotes para el método de batea



Se obtiene un rendimiento promedio de mano de obra para aplicación de estuco por el método de batea de 3,9 m²/h-H.

Como experimento se inicia con un análisis de la correlación entre las variables, en este caso se plantea si existe alguna relación entre las variables de rendimiento, edad y área. Una herramienta habitual para comenzar el análisis de la regresión es el procedimiento Análisis de variables múltiples.

Análisis Multivariado

Datos/Variables: Rend batea, Edad, área

Existen 8 casos completos a utilizarse en los cálculos. Este procedimiento está diseñado para resumir varias columnas de datos cuantitativos. Calculará varios estadísticos, incluyendo correlaciones, covarianzas y correlaciones parciales. En el procedimiento también están incluidas una serie de gráficas multivariadas, que proporcionan vistas interesantes de los datos.

Tabla 37 Resumen estadístico del análisis multivariado

	<i>rend batea</i>	<i>edad</i>	<i>área</i>
Recuento	8	8	8
Promedio	3,9025	32,0	9,8824
Desviación Estándar	0,829539	18,5164	2,98945
Coefficiente de Variación	21,2566%	57,8638%	30,2502%
Mínimo	2,44	22,0	5,22
Máximo	4,99	62,0	14,3234
Rango	2,55	40,0	9,1034
Sesgo Estandarizado	-0,506792	1,66296	-0,0818618
Curtosis Estandarizada	0,0260729	0	-0,320096

Tabla 38 Correlaciones entre variables

	<i>rend batea</i>	<i>edad</i>	<i>area</i>
rend batea		-0,7682 (8)	0,5345 (8)
		0,0260	0,1723
edad	-0,7682 (8)		-0,4692 (8)
		0,0260	0,2409
área	0,5345 (8)	-0,4692 (8)	
	0,1723	0,2409	

Explicación para la interpretación de la tabla de correlaciones:

Esta tabla muestra las correlaciones momento producto de Pearson, entre cada par de variables. El rango de estos coeficientes de correlación va de -1 a +1, y miden la fuerza de la relación lineal entre las variables. También se muestra, entre paréntesis, el número de pares de datos utilizados para calcular cada coeficiente. El tercer número en cada bloque de la tabla es un valor-P que prueba la significancia estadística de las correlaciones estimadas. Valores-P abajo de 0,05 indican

correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95,0%. Los siguientes pares de variables tienen valores-P por debajo de 0,05: **rend batea y edad**¹⁴.

Conclusión:

Con los resultados anteriores se observa que la correlación más fuerte se produce con las variables de rendimiento para método de batea y edad. Por lo tanto, se realiza el análisis por regresión simple entre estas dos variables, para así presentar una ecuación o gráfico que nos relacione las dos variables.

Regresión Simple - Rendimiento vs. Edad

Variable dependiente: Rendimiento (m²/h-H)

Variable independiente: edad (años)

Inversa-Y Raíz Cuadrada-X: $Y = 1/(a + b*\sqrt{X})$

Resultados:

Coefficientes

	<i>Mínimos Cuadrados</i>	<i>Estándar</i>	<i>Estadístico</i>	
<i>Parámetro</i>	<i>Estimado</i>	<i>Error</i>	<i>T</i>	<i>Valor-P</i>
Intercepto	0,065962	0,0614083	1,07416	0,3240
Pendiente	0,0368899	0,0108555	3,39825	0,0145

Análisis de Varianza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Modelo	0,020689	1	0,020689	11,55	0,0145
Residuo	0,0107493	6	0,00179155		
Total (Corr.)	0,0314384	7			

Coefficiente de Correlación = **0,811223**

R-cuadrada = **65,8083** por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = **60,1097** por ciento

Error estándar del est. = **0,0423267**

Error absoluto medio = **0,0322436**

Estadístico Durbin-Watson = **2,15634** (P=**0,4489**)

Auto-correlación de residuos en retraso 1 = **-0,28009**

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo Y-inversa raíz cuadrada-X para describir la relación entre Rendimiento y edad. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Rendimiento} = 1/(0,065962 + 0,0368899*\sqrt{\text{edad}})$$

Conclusión:

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, **existe una relación estadísticamente significativa** entre Rendimiento y edad con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 65,8083% de la variabilidad en Rendimiento después de transformar a una escala de raíz cuadrada para linearizar el modelo. El coeficiente de

¹⁴ Información aportada por el programa Statgraphics, en la ventana del Statvisor

correlación es igual a 0,811223, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables. El error estándar del estimado indica que la desviación estándar de los residuos es 0,0423267. El error absoluto medio (MAE) de 0,0322436 es el valor promedio de los residuos¹⁵.

Escogencia del modelo alternativo a aplicar:

Tabla 39 Comparación de Modelos alternos

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Inversa-Y Raíz Cuadrada-X	0,8112	65,81%
Inversa-Y Log-X	0,8112	65,81%
Inversa de Y	0,8112	65,81%
Doble Inverso	-0,8112	65,81%
Inversa-Y Cuadrado-X	0,8112	65,81%
Exponencial	-0,7974	63,59%
Logarítmico-Y Raíz Cuadrada-X	-0,7974	63,59%
Multiplicativa	-0,7974	63,59%
Log-Y Cuadrado-X	-0,7974	63,59%
Curva S	0,7974	63,59%
Raíz Cuadrada de Y	-0,7846	61,56%
Raíz Cuadrada-X Cuadrado-X	-0,7846	61,56%
Raíz Cuadrada-Y Inversa de X	0,7846	61,56%
Raíz Cuadrada-Y Log-X	-0,7846	61,56%
Raíz Cuadrada de X	-0,7682	59,02%
Lineal	-0,7682	59,02%
Cuadrado de X	-0,7682	59,02%
Inversa de X	0,7682	59,02%
Logaritmo de X	-0,7682	59,02%
Cuadrado-Y Raíz Cuadrada-X	-0,7272	52,89%
Cuadrado Doble	-0,7272	52,89%
Cuadrado de Y	-0,7272	52,89%
Cuadrado-Y Log-X	-0,7272	52,89%
Cuadrado-Y Inversa de X	0,7272	52,89%

Esta Tabla 39 Comparación de Modelos alternos, muestra los resultados de ajustar varios modelos curvilíneos a los datos. De los modelos ajustados, el modelo Y-inversa raíz cuadrada-X es el que arroja el valor más alto de R-Cuadrada con 65,8083%. Por tanto este es el modelo seleccionado para el análisis.

Residuos Atípicos

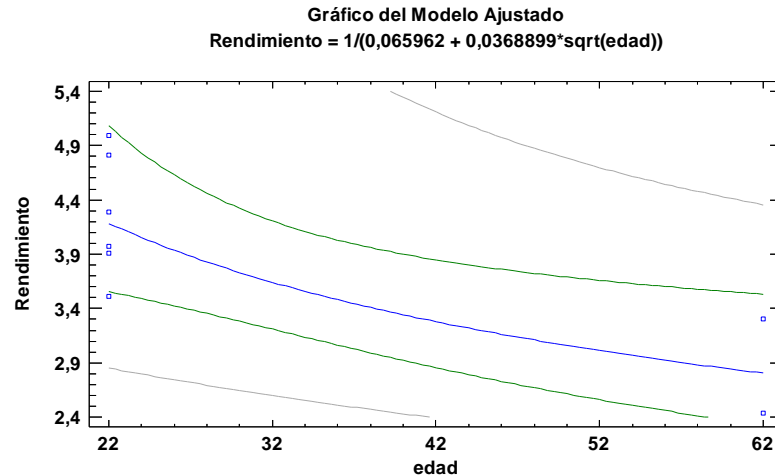
		<i>Predicciones</i>		<i>Residuos</i>	
<i>Fila</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>Y</i>	<i>Residuos</i>	<i>Estudentizados</i>
5	62,0	2,44	2,80557	-0,365575	2,38
6	62,0	3,3	2,80557	0,494425	-2,38

Explicación para la interpretación de la tabla de residuos atípicos:

La tabla de atípicos enlista todas las observaciones que tienen residuos Studentizados mayores a 2, en valor absoluto. En este caso, hay 2 residuos Studentizados mayores que 2, pero ninguno mayor que 3.

¹⁵ Información aportada por el programa Statgraphics, en la ventana del Statvisor.

Gráfico 4 Modelo ajustado para rendimiento en mano de obra (método de batea) vs edad



Finalmente, se obtiene el Gráfico 4 Modelo ajustado para rendimiento en mano de obra (método de batea) vs edad; el cual nos permite entrar en la gráfica con el dato de la variable conocida y encontrar el valor de la variable incógnita, con un nivel de confianza del 95 %.

b. Método de tarro

Se toman solo los datos obtenidos de rendimiento de mano de obra para el método de mezcla denominado “método de Tarro”.

Análisis de Una Variable - Rendimiento
 Datos/Variable: Rendimiento (m2/h-H)
 12 valores con rango desde 4,38 a 10,14

Tabla 40 Resumen estadístico para rendimientos con el método de tarro

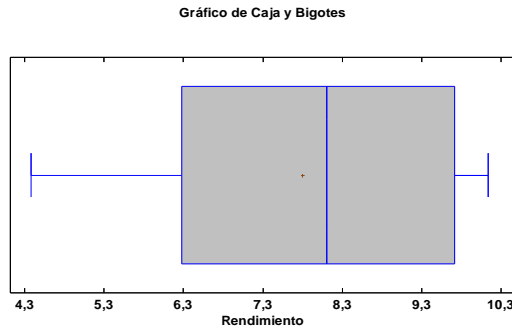
Recuento	12
Promedio	7,80167
Mediana	8,105
Moda	
Media Geométrica	7,52983
Varianza	4,12785
Desviación Estándar	2,03171
Coefficiente de Variación	26,042%
Error Estándar	0,586505

Mínimo	4,38
Máximo	10,14
Rango	5,76
Cuartil Inferior	6,28
Cuartil Superior	9,715
Sesgo	-0,465458
Sesgo Estandarizado	-0,658257
Curtosis	-1,15836
Curtosis Estandarizada	-0,819082

Conclusión:

En este caso, el valor del sesgo estandarizado se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes una distribución normal. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una **distribución normal**.

Grafico 5 Caja y Bigotes para el método del tarro



Como experimento se inicia con un análisis de la correlación entre las variables, en este caso se plantea si existe alguna relación entre las variables de rendimiento, edad y área. Una herramienta habitual para comenzar el análisis de la regresión es el procedimiento Análisis de variables múltiple.

Análisis Multivariado

Datos/Variables: rend tarro, edad, área.

Tabla 41 Resumen Estadístico análisis multivariado método tarro

	<i>rend tarro</i>	<i>Edad.</i>	<i>Área.</i>
Recuento	12	12	12
Promedio	7,80167	37,25	16,4169
Desviación Estándar	2,03171	4,7506	13,9583
Coefficiente de Variación	26,042%	12,7533%	85,0241%
Mínimo	4,38	25,0	4,097
Máximo	10,14	40,0	40,0
Rango	5,76	15,0	35,903
Sesgo Estandarizado	-0,658257	-2,64685	1,22153
Curtosis Estandarizada	-0,819082	2,35186	-0,802684

Esta Tabla 41 muestra el resumen estadístico para cada una de las variables seleccionadas. Incluye medidas de tendencia central, de variabilidad, y de forma. De particular interés aquí es el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden usarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal.

Conclusión:

En este caso, las siguientes variables muestran valores de sesgo estandarizado y de curtosis estandarizada fuera del rango esperado: edad.

Las siguientes variables muestran curtosis estandarizada fuera del rango esperado: edad¹⁶.

¹⁶ Información aportada por el programa Statgraphics, en la ventana del Statvisor.

Tabla 42 Correlaciones entre variables

	rend tarro	Edad.	Área.
rend tarro		-0,1151	-0,0664
		(12)	(12)
		0,7218	0,8376
Edad.	-0,1151		-0,2705
	(12)		(12)
	0,7218		0,3952
Área.	-0,0664	-0,2705	
	(12)	(12)	
	0,8376	0,3952	

De la Tabla 42 se puede concluir que como de los siguientes pares de variables tienen valores-P por debajo de 0,05: <ninguno>. Por tal motivo, no se realiza ningún análisis de regresión simple, para las variables en estudio, **ya que estadísticamente no se relacionan.**

3.3.3. Comparación con resultados obtenidos de la bibliografía

Tabla 43 Antecedentes de rendimientos mano de obra para la actividad de aplicación del estuco

Resultados para rendimientos de mano de obra en la actividad de estuco					
#	Rendimiento (m ² /h-H)	Autor o fuente	Tomado del libro o pagina	año	OBSERVACIONES
1	4,29	Luis Orlando Muñoz Muñoz	Los costos de la construcción	1991	estuco tradicional, cuadrilla 2:1
2	4,29	Hugo Eduardo Muñoz Muñoz	Hoja electronica recibida en el curso de "costos" Unicauca	2009	cuadrilla 1:1 incluye la colocacion de andamios
3	6,7	SENA	Curso de construcción de casas sismoresistentes	2000	Con estucor, preparación estuco y superficie filetes y ranuras.
4	2,875	Carlos Suarez Salazar	Costos y tiempo de Edificacion	1976	estuco tradicional
5	6,97	Jhon S. Page	Estimator's General Construction Man-Hour Manual	1997	Plastering: Scrath coat, regular surface; cuadrilla 1:1
6	5,78	Jhon S. Page	Estimator's General Construction Man-Hour Manual	1997	Plastering: White finish coat, regular surface; cuadrilla 1:1
7	6,53	Jhon S. Page	Estimator's General Construction Man-Hour Manual	1998	Stucco: Scrath coat, regular surface; cuadrilla 1:1
8	5,57	Jhon S. Page	Estimator's General Construction Man-Hour Manual	1998	Stucco: Brown coat, regular surface; cuadrilla 1:1
9	3,82	Jhon S. Page	Estimator's General Construction Man-Hour Manual	1998	Stucco: Plain float finish; cuadrilla 1:1

La bibliografía consultada sobre el tema dio como resultado conclusiones importantes, que se detallan a continuación:

- Varios de los trabajos realizados por diferentes autores en el tema de mediciones de rendimientos para la actividad de la aplicación de estuco sobre muros, obedecen a condiciones características de un proyecto determinado, es decir, su medición se realizó en un tiempo y lugar definido además enlazado a una cuadrilla determinada, que no permiten aplicar los resultados en otros proyectos constructivos.
- Los rendimientos obtenidos no contemplan un factor de ajuste que permita ser utilizados bajo otras condiciones diferentes, es decir, no se toma en cuenta los factores inherentes a proyectos tales como son los aspectos: laborales, clima, trabajador, sociales, culturales, económicos, etc.
- La mayoría de los estudios de rendimientos fueron obtenidos hace más de 10 años, por tanto no toma en cuenta los cambios que ha sufrido la industria de la construcción como lo es la introducción de mano de obra mejor capacitada, el surgimiento de nuevas tecnologías, la existencia de nuevos materiales y técnicas constructivas, etc.

CAPITULO IV. CONTROLES DE INTERVENTORÍA

4.1 Controles en la fundición de columnas y pantallas de concreto.

Revisar y dar visto bueno a las columnas, cintas de amarre y viga- alfajía antes de iniciar con la fundición de cada una, esta tarea consiste en chequear que todos los aceros estén correctamente amarrados, que tengan las dimensiones y traslapos tal como lo indican los planos estructurales; se debe verificar que formaletas de las columnas y vigas cumplan con: localización, orientación, dimensiones, hilo, plomo, nivel, estanqueidad, apuntalamiento y seguridad, además como parte de la calidad en el concreto la formaleta debe ser utilizada máximo 3 veces, se debe limpiar muy bien después de cada uso, y usar algún tratamiento que facilite el desencofrado.

Cuando se levantan los muros, cada 4 hiladas se coloca un conector de 3/8" que atraviesa el castillo de acero de la columna, el conector queda embebido en el mortero de pega y sirve de amarre del muro con la columna (mampostería confinada).

Foto 161 Estribos de la columneta



Foto 162 Pantallas en concreto



Foto 163 Fundición de las columnas



Foto 164 Apuntalamientos de columnas



Por ser un concreto elaborado en obra, es importante mantener la dosificación, y controlar la cantidad de agua. Al momento de la fundición se controla que el concreto vaciado, recubra todo el acero de refuerzo, esto se hace a través de golpear con un mazo de caucho la formaleta y con una varilla introducida por el hueco de vaciado de la formaleta inducir en el concreto una vibración; con el fin de que no se presente hormigueros o vacíos en el concreto, que no garantizan la condición de trabajo como un conjunto monolítico.

4.2 Chequeo tuberías y revisión de las cajas de alcantarillado.

La revisión de la tuberías de aguas servidas y aguas lluvias, además de las cajas de alcantarillado interiores y exteriores de las casas. Es una tarea muy importante de la interventoría que permite garantizar la correcta instalación y funcionamiento del sistema de alcantarillado de la casa.

Con la ayuda de un trabajador se inicia colocando la manguera en cada uno de los sifones de la casa haciendo correr el agua se va observando si se presentan fugas en la tubería, además se chequea que no se encuentren tapados u obstruidos por material de construcción los tubos de descarga; se chequea que el agua salga por el lado correspondiente, por normatividad se tiene que en la caja de alcantarillado por el lado derecho salen aguas residuales (AR) y por el izquierdo aguas lluvias (ALL) ubicándose de frente a la casa. En caso de presentarse alguna obstrucción en la tubería se identifica el sitio, luego se inserta una sonda en la tubería hasta remover la obstrucción agregando agua continuamente; si esto no soluciona el problema se hace necesario romper hasta llegar a la tubería y remplazarla por una nueva.

Foto 165 Caja sin cayuelas



Foto 166 Caja con cayuelas y separador



4.3 Control para los repellos terminados.

Ya en el proceso de chequeos por parte de la interventoría, la ingeniera me explico de modo práctico, como se hace el chequeo de repellos, el cual consiste en revisar con plomada, escuadra y metro, a cada uno de los muros (repellados) de la vivienda, con el fin de garantizar la verticalidad, ángulos rectos y dimensiones de los mismos; además esto nos ayuda a no tener problemas a la hora de instalar el enchape.

En los repellos hay que cuidar la granulometría de las mezclas, la textura y homogeneidad del repello; así pues si el espesor es superior a lo necesario ocasionara un desperdicio de material y de mano de obra, con la consiguiente elevación del costo.

Es preciso revisar las carteras donde se ubicaran los marcos de ventanas y puertas para garantizar que a la hora de instalar se vayan a presentar problemas. La tolerancia en medidas es aproximadamente de ± 3 mm.

Tabla 44 Formato para chequeo de repellos

CHEQUEO DE REPELLOS

CASA #	PLOMO	ESCUADRA	CODAL	CARTERAS
1ER PISO				
COCINA				
GARAJE				
CUARTO SERVICIO				
BAÑO SERVICIO				
PATIO ROPA				
BAÑO SOCIAL				
SALA-COMEDOR				
ESTUDIO				
MURO GRADAS				
2DO PISO				
FACHADA INTERNA				
FACHADA EXTERNA				
ALEROS				
MURO GRADAS				
CUARTO PRINCIPAL				
BAÑO PRINCIPAL				
CUARTO 1				
CUARTO 2				
CUARTO AMPLIACIÓN				
BAÑO FAMILIAR				
HALL				

Fuente; Ing. Natalie Cerón Meléndez. (2011)

4.4 Chequeo de revisión a la estructura metálica de soporte del panel.

El chequeo para la estructura metálica que será la que soporte el panel yeso el cual servirá como cielo falso en el primer piso, se hace a través del procedimiento que consiste en colocar unos hilos suspendidos a 10 cm de la estructura anclados a los muros con clavos, partiendo de un nivel que se toma en este caso desde el piso.

El procedimiento de chequeo inicia así:

1. Se pasa nivel con manguera, de tal forma que quede a 1 metro de la estructura partiendo de un nivel que se toma en este caso desde el piso. (en este caso del ángulo (L)), localizándolo en las esquinas del muro.
Se pide al oficial que pase la cimbra entre los dos puntos antes localizados, dejando así cimbrado el muro, esto nos permite determinar el nivel de dinteles, chequeando y anotar si se llega a presentar diferencias mayores a 0,5 cm entre dos medidas.
2. Se pasa a revisar, la medida entre el ángulo (L) y el clavo donde se encuentra amarrado el hilo cuya medida debe ser de 10 ± 0.3 cm.
3. Se inicia un recorrido midiendo la distancia de la omega al hilo y esta debe ser de 10 ± 0.3 cm, estos se hace solo en los puntos de intersección de la omega y el perfil. Este recorrido se hace con la ayuda de una banca o un sistema de andamios de 80 cm de altura que permite medir cómodamente y se garantiza la verticalidad del metro.
4. Se va chequeando, en este caso se van a revisar las zonas de la casa que tendrán este tipo de cielo falso, como son: garaje, sala-comedor, cocina, zona de servicio, baño de servicio y en algunas casas que tengan ampliación. Se va dando visto bueno, las omegas que presenten una medida fuera del rango, se le pide al oficial que la corrija inmediatamente, y se vuelve a chequear.

Después de dar el visto bueno de la interventoría a la instalación de la estructura metálica, la cuadrilla inicia el proceso de instalación del panel yeso.

Foto 167 Estructura metálica de soporte para el panel yeso



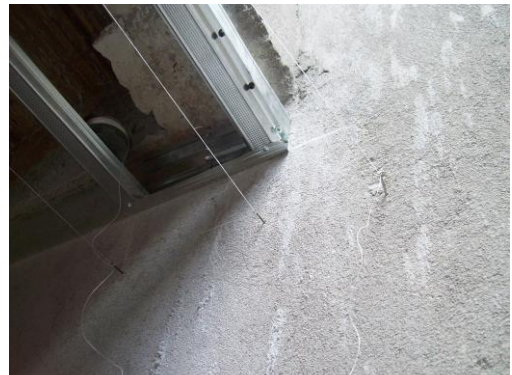
Foto 168 Ajuste y verificación de las omegas



Foto 169 Hilos de chequeo entre muros



Foto 170 Hilos de chequeo en bordes



4.5 Revisión de muros en búsqueda de fisuras.

En los muros de los patios de las casas, se identificaron fisuras verticales producto de posiblemente asentamientos diferenciales, en conjunto con la ingeniera residente de interventoría se procedió a hacer un seguimiento a las fisuras, esto se realizó con la ayuda de una plantilla, tomando la medida del ancho de la fisura. Además se hizo unas marcas en el muro registrando la medida en el sitio donde se puso la plantilla y marcando el final en donde aproximadamente termina la fisura. Se realizó el seguimiento tomando lecturas cada 8 días.

A continuación se presentan algunas imágenes del tipo de fisura encontrado en los muros de las casas.

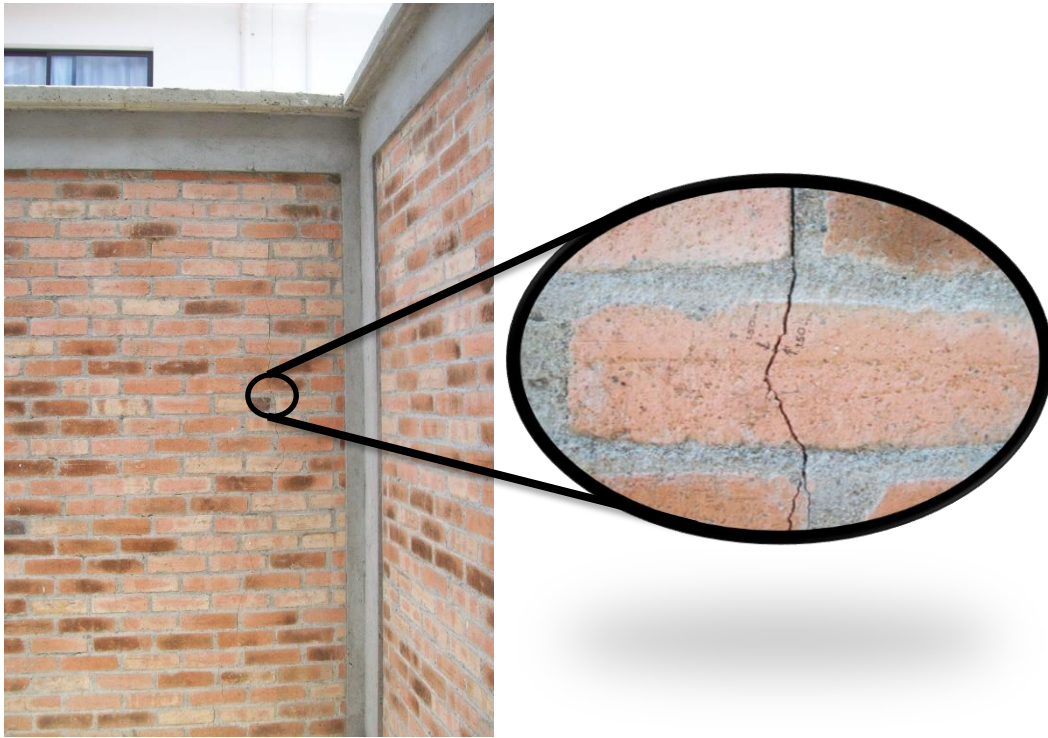


Ilustración 10 Fisura en muro en zona del patio

Se realizó un recorrido por las casas que conforman la segunda etapa del conjunto, encontrando en ellas una serie de detalles como por ejemplo fisuras en muros interiores, los cuales ya se encontraban estucados y pintados; se le aviso a la ingeniera residente de interventoría de estas observaciones. Es evidente que estas fisuras que ocurren en el repello son ocasionadas posiblemente por no hacer un correcto curado del mismo.

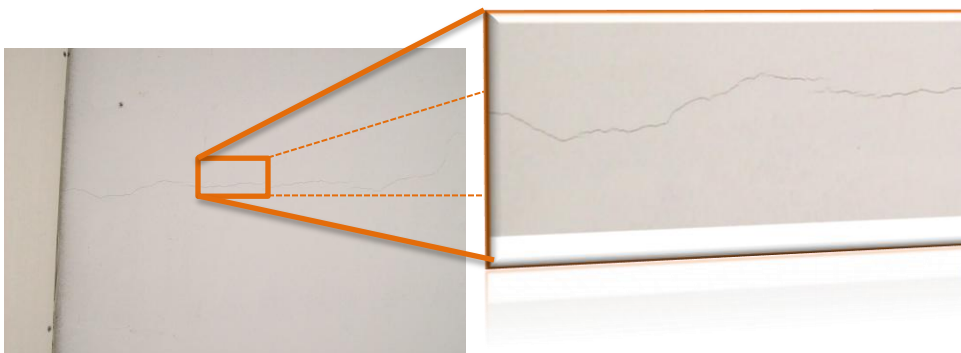


Ilustración 11 Fisura en muro interior

Solución a las fisuras en los muros de patios de algunas casas. En la casa donde se presentaba una fisura vertical, la cual hizo parte del seguimiento de la interventoría, se indica al constructor que realice el respectivo arreglo a los muros, una vez se ha

determinado que la fisura se ha detenido, y no presentan más dilataciones procedemos a iniciar con la reparación del muro, elementalmente consiste en el cambio de los ladrillos fisurados por unos nuevos a los cuales se les coloca con una nueva pega de mortero y se hace el mismo tratamiento de ladrillo a la vista, dando una apariencia uniforme al muro. Se debe humedecer la zona como requisito previo a la colocación de los ladrillos.

Se realiza después un seguimiento a los muros arreglados para verificar que no se presentaran fisuras nuevamente, en este caso no se presentó ninguna fisura posterior al arreglo, todo indica que al parecer los posibles asentamientos diferenciales se habían detenido.

Foto 172 Zona del muro en reparación



Foto 171 Romper ladrillos por donde se presenta la fisura



Foto 173 Reemplazar los ladrillos y pegar con mortero



Foto 174 Muro limpio y reparado



4.6 Chequeos previos a la entrega de la casa.

Para la interventoría, es muy importante el acabado perfecto de las casas, con eso se garantiza la satisfacción al cliente que es lo más importante, además se obtiene un beneficio para la constructora representado en la construcción de unas casas con calidad y respetando las exigencias del código sismo-resistente.

Con la ayuda de un oficial se hace el chequeo de revisión, el cual se hace días antes de la entrega de la casa al cliente, el procedimiento consiste en ir inspeccionando y anotando detalles presentes en todas los sectores de la casa, se revisa como por ejemplo la parte hidráulica que no existan fugas, que todas las llaves funcionen correctamente, se revisa toda la parte de acabados en madera, muebles en la cocina, se chequean puertas, closets, marcos; se inspeccionan los muros que estos no presenten fisuras, se detalla que la pintura este pareja en todo los muros; se hacen unas pruebas en la cerámica de piso verificando que todas estén al mismo nivel (prueba de la moneda), observando además que todos lo enchapes instalados no tengan problemas de fichas sueltas, rotas, o desalineadas.

El oficial con la lista de detalles, procede reparar cada uno de ellos y después de realizados los trabajos se hace una nueva visita chequeando y dando visto bueno a cada uno de los detalles. Para esta labor el ingeniero debe tener mucha experiencia y ojo clínico a la hora de revisar cada uno de los sectores de la casa.

La limpieza final y el retoque de los defectos evidentes debe constituir la parte final en la realización de cualquier trabajo de terminado.

Foto 175 Sala-comedor



Foto 176 Cocina integral



Foto 177 Closet en alcoba



Foto 178 Ventanas



Foto 179 Cielo del segundo piso en la alcoba



Foto 180 Alcoba principal



Foto 181 Baño principal

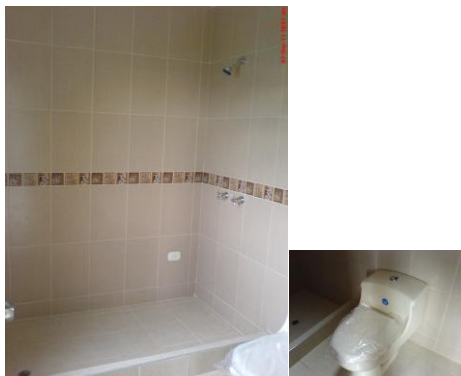


Foto 182 Cubierta en teja de barro



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con los resultados presentados en el Capítulo III. Rendimiento de mano de obra, se contribuye al conocimiento de la productividad y el rendimiento de la mano de obra en trabajos constructivos especialmente en el tema de acabados, y particularmente al caso del proceso de aplicación del estuco en muros interiores de una vivienda, la cual podrá servir para situar el desempeño de la empresa constructora y el rendimiento de los trabajadores empleados en la obra.

Haciendo un análisis de tales resultados pueden hacerse las siguientes conclusiones:

- Para el proceso de análisis empleado se usaron técnicas que permitieron evaluar cada aspecto del trabajo humano aplicado en el proceso constructivo y los factores que afectaron los índices de productividad, con el objetivo de obtener beneficios administrativos para mejorar y alcanzar un buen control y organización dentro del sistema de construcción.
- Con el estudio de rendimientos de mano de obra, se encuentra el tiempo estándar que invierte un trabajador calificado en realizar una actividad, en este caso en el tema de acabados. En base a los resultados obtenidos para la actividad de aplicación del estuco, se pueden implementar planes o tareas que ayuden a transformar positivamente factores de afectación que se registren en las encuestas como negativos. Por otra parte, al momento de planear los plazos en futuras obras, se puede acercar el tiempo estimado al tiempo real de ejecución de la actividad.
- El rendimiento de mano de obra en este caso para la actividad de aplicación del estuco en muros interiores, en las casas del conjunto residencial Tulipanes de la Hacienda fue de (6,24 m²/h-H); en contraste con lo encontrado por Ing. Luis Orlando Muñoz Muñoz (4,29 m²/h-H) en 1991 y el Ing. Hugo Eduardo Muñoz (4,29 m²/h-H) en 2009; nos indica la incidencia e importancia de realizar más estudios para lograr unificar una tabla de rendimientos de mano de obra que valore los factores afectación de cada una de las actividades constructivas en Colombia. No obstante, el resultado encontrado es más cercano a lo reportado por el SENA que fue de 6,7 m²/h-H en 2000. Esta cercanía quizá pueda tener explicación en dos particularidades en la actividad, aun por demostrar:
 1. La utilización del mismo material para estucar en este caso se usó ESTUCOR de Corona, además de la utilización de un posible resultado promedio entre los dos métodos de mezcla del estuco y el agua.
 2. La implementación de personal calificado, en la ejecución de la actividad.

Con respecto a los resultados reportados por John S. Page en los Estados Unidos, en su manual de rendimientos de mano de obra del año 1997 (véase Anexo 7), se puede observar que son rendimientos altos comparados con los de Colombia para ese mismo año, estos resultados son propios de un país con mayor desarrollo y nivel de organización que el nuestro.

- El empleo de un sistema de pago por unidad de trabajo terminado que en teoría propicia un mayor rendimiento, pero puede traer consigo una desmejora en la calidad del producto terminado. Además al no tener metas ni incentivos, el obrero promedio solamente pretende producir lo necesario para asegurar su remuneración semanal.
- Se comprobó que el método de tarro, tiene un rendimiento de mano de obra mayor al que tiene el método de batea, aproximadamente el doble. El rendimiento de mano de obra con el método de mezcla en batea se presenta una fuerte relación estadística con respecto a la variable de la edad del trabajador, es así pues, que se muestra gráficamente unas predicciones además de una ecuación matemática de dicha relación; las cuales permiten conocer el valor de rendimiento de mano de obra para la actividad estudiada simplemente entrando con el valor de la edad del trabajador a la gráfica o reemplazando en la ecuación.

Tener una visión más amplia sobre la realidad de la productividad y el rendimiento de la mano de obra en cada una de las actividades, conllevará a encontrarse nuevas prácticas de administración que permitan un mejor control sobre los factores de afectación del rendimiento de la mano de obra, además de la búsqueda de rutas que lleven a una mejora continua de la calidad tanto en sus productos como en los procesos constructivos, sin que ello implique un aumento en los costos.

Con respecto a la ejecución de la pasantía presentada en el Capítulo II de este informe, se puede concluir que desarrollaron los objetivos y compromisos pactados desde un comienzo, entre las diferentes partes interesadas. En la labor como auxiliar de ingeniera residente de interventoría en el conjunto residencial Tulipanes de la Hacienda; se lograron desempeñar actividades propias de la actividad de interventoría entre ellas los controles necesarios a los procesos constructivos como: chequeos de repellos, chequeos previos a la fundición de columnas, chequeos para recibir la estructura metálica de cielo raso, chequeos a las tuberías, chequeos de cielos rasos, revisión de muros y fachadas, además de poder visualizar diferentes procesos constructivos realizados en las zonas comunes como son la construcción del salón común y la piscina, logrando hacer un seguimiento paso a paso de los mismos.

ANEXOS

ANEXO 1 RELACIÓN HORARIA EN OBRA.....	138
ANEXO 2 FORMATO PARA REGISTRAR FACTOR DE AFECTACIÓN: ASPECTO LABORAL	139
ANEXO 3 FORMATO PARA REGISTRAR FACTOR DE AFECTACIÓN: CLIMA.....	139
ANEXO 4 FORMATO PARA REGISTRAR FACTOR DE AFECTACIÓN: ACTIVIDAD.....	140
ANEXO 5 FORMATO PARA REGISTRAR FACTOR DE AFECTACIÓN: EQUIPAMIENTO	140
ANEXO 6 FORMATO PARA REGISTRAR FACTOR DE AFECTACIÓN: TRABAJADOR.....	141
ANEXO 7 RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA LA APLICACIÓN DEL ESTUCO	142
ANEXO 8 PLANO DE LA CASA VISTA EN PLANTA PRIMER PISO	143
ANEXO 9 PLANO DE LA CASA VISTA EN PLANTA SEGUNDO PISO	143
ANEXO 10 PLANO URBANÍSTICO GENERAL DEL PROYECTO.....	144
ANEXO 11 PLANO ZONAS COMUNES: PISCINA, SALÓN COMÚN, JUEGOS INFANTILES.....	144
ANEXO 12 PLANOS ARQUITECTÓNICOS DEL SALÓN COMÚN	145

Popayán, 01 de Febrero de 2012

**TULIPANES DE LA HACIENDA – II ETAPA
CONSTRUCTORA ANGLO ANGULO**

RELACIÓN HORARIA EN OBRA DEL PASANTE:

ADRIAN OSORIO BETANCOURT

Anexo 1 Relación horaria en obra

MES	HORAS
Septiembre	120
Octubre	120
Noviembre	128
Diciembre	136
Enero	136
TOTAL	640

Visto Bueno:

ING. NATALIE CERÓN MELÉNDEZ
Residente Interventoría

Anexo 2 Formato para registrar factor de afectación: Aspecto laboral

Aspectos Laborales			A cada factor de afectacion se le asigna un porcentaje igual para cada uno									
Nombre del Oficial	Tipo de contrato		Sindicalismo		Incentivos		Ambiente de trabajo		Seguridad Social		Seguridad Industrial	
	Destajo	Administracion	Si	No	Si	No	Bueno	Malo	Si	No	Si	No
	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-

Anexo 3 Formato para registrar factor de afectación: Clima

Clima								
Nombre del Oficial	Estado del tiempo		Temperatura		Condicion del suelo		Cubierta	
	Favorable	Desfavorable	Frio ó caliente	Normal	Seco	Humedo	Si	No
	+	-	-	+	+	-	+	-

Anexo 6 Formato para registrar factor de afectación: Trabajador

Trabajador												
Nombre del Oficial	Situación Personal		Ritmo de trabajo		Habilidad		Conocimientos		Desempeño		Actitud hacia el trabajo	
	Estable	Inestable	Alto ó Bajo	Normal	Alta	Baja	Si	No	Alta	Baja	Positiva	Negativa
	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-

Anexo 7 Rendimientos de mano de obra para la aplicación del estuco¹⁷

240 SPECIAL WALLS & CEILINGS

PLASTERING

MANHOURS PER UNITS LISTED

Item	Unit	Manhours		
		Plasterer	Helper	Total
Scratch Coat				
Regular surface	100 sq yd	6.00	6.00	12.00
Irregular or curved	100 sq yd	9.90	9.00	18.90
Brown Coat				
Regular surface	100 sq yd	7.75	7.25	15.00
Irregular or curved	100 sq yd	10.00	9.25	19.25
White Finish Coat				
Regular surface	100 sq yd	8.20	6.25	14.45
Irregular or curved	100 sq yd	12.80	8.00	20.80
On beams	100 sq yd	16.00	13.00	29.00
Ornamental	100 sq yd	24.00	17.00	41.00
Sand Finish Coat				
Regular surface	100 sq yd	9.80	6.50	16.30
Irregular or curved	100 sq yd	14.40	8.25	22.65
On beams	100 sq yd	16.80	14.00	30.80
Ornamental	100 sq yd	24.80	18.00	42.80
Keene's Cement	100 sq yd	18.50	7.50	26.00
Add for following if necessary.				
To simulate tiling	100 sq yd	12.80	1.50	14.30
Running arises	100 lin ft	6.40	—	6.40
Planting on mouldings	100 lin ft	27.20	—	27.20
Planting on base-relief	100 lin ft	40.00	—	40.00

Manhours cover handling, mixing with automatic mixer and placing of plaster of the type and coat as listed above and include all operations as may be necessary.

Manhours do not include the installation of furring, grounds or lath or scaffolding. See respective tables for these charges.

SPECIAL WALLS & CEILINGS 241

STUCCO

MANHOURS PER HUNDRED (100) YARDS

Item	Manhours		
	Plasterer	Helper	Total
On Frame Construction			
Scratch coat	6.40	6.40	12.80
Brown coat	8.00	8.00	16.00
Plain float finish	12.00	9.90	21.90
Special Finishes			
Pebble dash	14.80	10.80	25.60
Broomed	14.40	10.35	24.75
Rough cast	16.00	9.00	25.00
Wash with Acid	5.85	5.85	11.70
On Masonry Construction			
Scratch coat	5.10	5.10	10.20

Manhours include handling, mixing with automatic mixer and placing of items as outlined above.

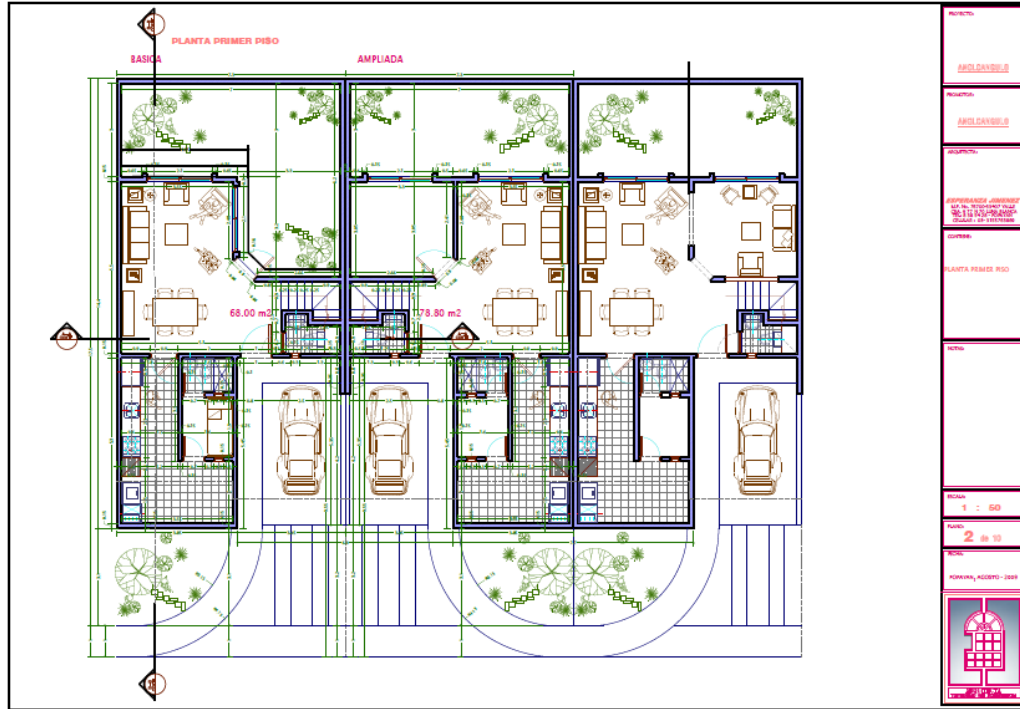
If special finishes above are used, substitute in place of plain float finish.

Manhours for brown and plain or special finish coats on masonry construction are same as those shown above for frame construction.

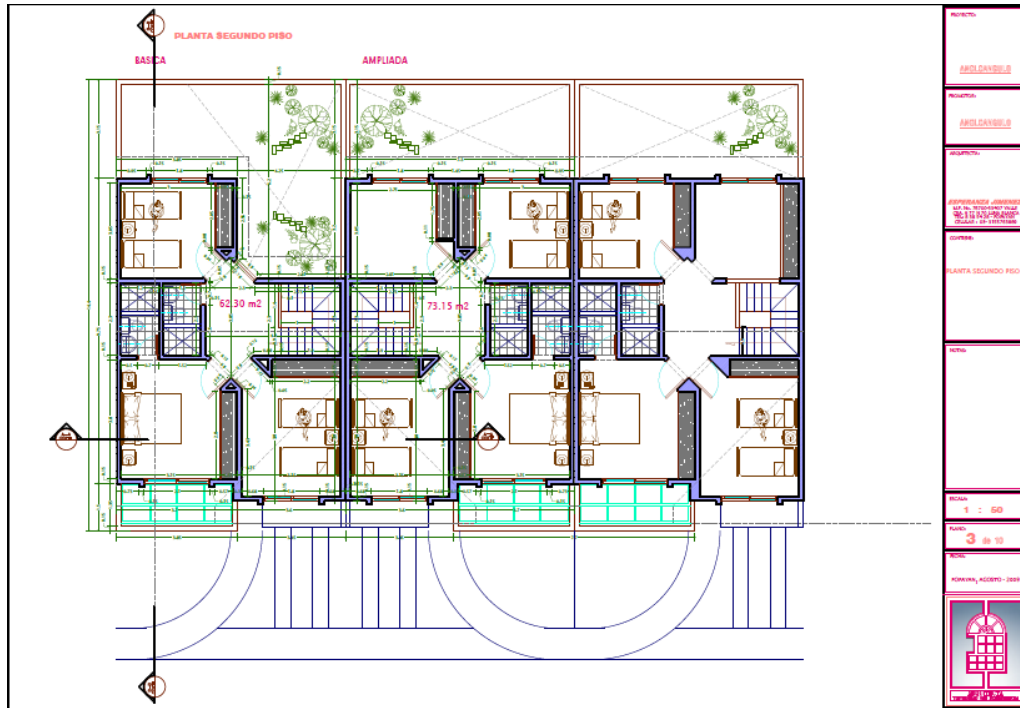
Manhours do not include the installation of furring, grounds, lathing or scaffolding. See respective tables for these charges.

¹⁷ Tomado directamente del libro Estimator's General Construction Man-Hour Manual. Jhon S. Page. 1997

Anexo 8 Plano de la casa vista en planta primer piso



Anexo 9 Plano de la casa vista en planta segundo piso



BIBLIOGRAFÍA

Aguirre Claudia y Guaña Sandra RENDIMIENTOS REALES DE MANO DE OBRA Y EQUIPOS PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL DESARROLLADOS EN LA URBANIZACION VILLA DEL VIENTO, POPAYÁN CAUCA // Tesis de Grado. - Popayan : [s.n.], 2002.

Botero Botero Luis Fernando ANALISIS DE RENDIMIENTOS Y CONSUMOS DE MANO DE OBRA EN ACTIVIDADES DE LA CONSTRUCCION [Publicación periódica] // Revista Universidad EAFIT. - 2002. - pág. 21.

Consuegra Juan Guillermo PRESUPUESTOS DE CONSTRUCCION [Libro].

Grynbaum Samuel Reifer APUNTES DEL CURSO DE CONSTRUCCION I. Factores de consistencia de costos y precios unitarios [Libro]. - Mexico : UNAM, 1972.

Lesur Luis MANUAL DEL RESIDENTE DE OBRA: Una guia paso a paso [Libro]. - Mexico : TRILLAS, 2007. - pág. 80.

Muñoz Muñoz Hugo COSTOS Y PRESUPUESTOS EN CONSTRUCCION DE OBRAS [Libro]. - Popayan : HEMM, 2009.

Muñoz Muñoz Luis Orlando LOS COSTOS DE LA CONSTRUCCION [Libro]. - Popayan : Universidad del Cauca, 1991.

Newman William H. PROGRAMACION, ORGANIZACION Y CONTROL [Libro]. - 3 Edicion.

Page Jhon S. ESTIMATOR'S GENERAL CONSTRUCTION MAN- HOUR MANUAL [Libro]. - Houston : Gulf Publishing Company, 1997. - pág. 252.

Polanco Luis Fernando CONSTRUCCION 1 [Libro]. - Popayan : Universidad del Cauca, 2008.

Richard Johnson PROBABLIDAD Y ESTADISTICA PARA INGENIEROS DE MILLER Y FREUND [Libro]. - Mexico : Pretince Hall, 1997.

Salazar Carlos Suarez COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION [Libro]. - Mexico : Limusa, 1994.

Vargas John y Arcila Alejandro RENDIMIENTOS DE LA MANO DE OBRA PARA LA CONSTRUCCION DE LA PRIMERA ETAPA DEL BLOQUE ADMINISTRATIVO DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES Y ECONOMICAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA // Tesis de Grado. - Popayan : [s.n.], 2006.