

**ASISTENCIA TÉCNICA EN OBRAS CIVILES A DESARROLLAR EN EL  
MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS DE TUMACO**

**OSCAR MANUEL CIFUENTES GARCÍA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2010**

**ASISTENCIA TÉCNICA EN OBRAS CIVILES A DESARROLLAR EN EL  
MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS DE TUMACO**

**OSCAR MANUEL CIFUENTES GARCÍA**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**Director de proyecto  
Ing. JORGE HERNÁN BUITRAGO DÍAZ**

**Codirector  
Ing. EDUARDO MUÑOZ SANTANDER**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2010**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en el presente trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1° del acuerdo No.324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación.

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

-----

Firma del presidente del Jurado.

-----

Firma del Jurado

-----

Firma del Jurado.

San Juan de Pasto, Mayo de 2010.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por su grandeza y bondad.

A Maryluz, mi madre; por haber permitido que se cumpla este sueño.

A Floralba, mi tía (q.d.e.p.): quien fue el motor que me impulsó a salir adelante.

A Rubén, Hugo, Edgardo y Marco mis hermanos: por su apoyo y comprensión.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sinceros agradecimientos a:

La Universidad de Nariño, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, Docentes, Cuerpo Administrativo y Académico, por su colaboración y enseñanza.

Dr. Neftalí Correa Díaz, Alcalde Distrital de San Andrés de Tumaco.

El Ingeniero Jorge Hernán Buitrago, Jefe de la Oficina de Obras Distritales de San Andrés de Tumaco y director de éste trabajo de grado por sus consejos, orientación y ayuda para que éste trabajo se realizara de la mejor manera.

El ingeniero Eduardo Muñoz Santander, codirector del proyecto por sus consejos y apoyo.

El Arquitecto Orlando Bojo Moreno, por su asistencia y consejo.

El Ingeniero Guillermo Muñoz Ricaurte, Director del Departamento de Ingeniería Civil.

La Ingeniera Doris Martínez R, Secretaria Académica de la Facultad de Ingeniería por su amable y valiosa colaboración.

A Marlene, Milena, Teresa, Rocío y Emir, mis primas por prestarme su ayuda cuando fue necesaria.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN.....	20
1. ASPECTOS GENERALES DE LOS PUENTES PEATONALES HUMBERTO MANZI, BARRACÓN 1,3 Y 4. ....	23
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	24
2. CONTROL TÉCNICO DE LAS CONSTRUCCIONES.....	27
3. PROCESO CONSTRUCTIVO .....	42
3.1 CORTE, FIGURADO Y ARMADO DE REFUERZO PARA ZAPATAS, VIGAS DE CIMENTACION Y COLUMNAS. ....	42
3.2. FABRICACIÓN DE FORMALETAS .....	43
3.3 PRELIMINARES .....	44
3.3.1 Demolición de estructuras existentes .....	44
3.3.2. Desalojo de escombros.....	45
3.3.3 Construcción de puentes provisionales .....	46
3.3.4 Localización .....	47
3.4 CIMENTACIÓN.....	48
3.4.1 Hincado de pilotes .....	48
3.4.2. Excavación de tierra .....	49
3.5 ESTRUCTURA EN CONCRETO ARMADO. ....	50
3.5.1. Fundición de concreto de limpieza.....	50
3.5.2. Colocación de refuerzo para columnas.....	51
3.5.3 Fundición de zapatas:.....	52
3.5.4 Fundición de pedestales .....	53

3.5.5 Vigas de cimentación .....	55
3.5.6 Columnas.....	57
3.5.7 Viga aérea y losa maciza.....	58
3.5.8 Acabado final.....	60
4. CONCLUSIONES .....	66
5. RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS.....	69

## LISTADO DE ILUSTRACIONES

	<b>Pág.</b>
Ilustración 1. Localización Municipio de Tumaco.....	25
Ilustración 2. Ubicación general de los puentes peatonales Humberto Manzi, Barracón 1,3 y 4.....	26
Ilustración 3. Detalle de zapata.....	52
Ilustración 4. Detalle de pedestal.....	54
Ilustración 5. Detalle viga de cimentación.....	56
Ilustración 6. Detalle de viga aérea y losa maciza .....	59

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	<b>Pág.</b>
Fotografía 1. Puente Peatonal al terminar pasantía, Febrero 10 de 2009 .....	23
Fotografía 2. Puentes provisionales en guadua.....	29
Fotografía 3. Tronco de árbol presente en excavaciones.....	31
Fotografía 4. Llenado de pedestales.....	34
Fotografía 5. Armado y encofrado viga de cimentación.....	35
Fotografía 6. Encofrado y llenado de columnas.....	37
Fotografía 7. Transporte de concreto.....	39
Fotografía 8. Condiciones Iniciales.....	42
Fotografía 9. Corte, figurado y armado de refuerzo para zapatas, vigas de cimentación y columnas.....	43
Fotografía 10. Construcción de tableros para formaletas. ....	44
Fotografía 11. Demolición puente Barracón 1. ....	45
Fotografía 12. Desalojo de escombros puente Barracón 1.....	46
Fotografía 13. Construcción de puentes provisionales puente Barracón 1.....	47
Fotografía 14. Localización de ejes puente Barracón 1. ....	48
Fotografía 15. Hincado de pilotes en madera puente Barracón 3.....	49
Fotografía 16. Excavación manual de tierra puente Barracón 3. ....	50
Fotografía 17. Vaciado del concreto de limpieza puente Barracón 3.....	51
Fotografía 18. Figurado y armado de refuerzo para columnas puente Barracón 3	52
Fotografía 19. Fundición zapatas puente Barracón 4. ....	53
Fotografía 20. Fundición de pedestales puente Barracón 4. ....	55

Fotografía 21. Viga de cimentación puente Barracón 4. ....	57
Fotografía 22. Fundición de columnas puente Barracón 4. ....	58
Fotografía 23. Encofrado y armado vigas aéreas y losa puente Humberto Manzi. ....	59
Fotografía 24. Fundición vigas aéreas y losa puente Humberto Manzi. ....	60
Fotografía 25. Acabado final puente Humberto Manzi. ....	61

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Dimensiones y áreas.....	24
Tabla 2. Dimensiones y diámetros del acero de refuerzo.....	32
Tabla 3. Cantidades de Obra en el puente Humberto Manzi.....	62
Tabla 4. Cantidades de Obra en el puente Barracón 1.....	63
Tabla 5. Cantidades de Obra en el puente Barracón 3.....	64
Tabla 6. Cantidades de Obra en el puente Barracón 4.....	65

## LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A. PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES DE LOS PUENTES PEATONALES HUMBERTO MANZI, BARRACÓN 1, BARRACÓN 3 Y BARRACÓN 4. ....	70
---	----

## GLOSARIO

**Acero:** Hierro combinado con pequeñas cantidades de carbono y que adquiere con el temple gran dureza y elasticidad.

**Acta:** Relación escrita de lo tratado o acordado en una junta, en la cual intervienen y firman los responsables de dicho proceso.

**Acta de inicio de obra:** Documento por medio del cual se da oficialmente iniciado el desarrollo de una actividad.

**Acta de liquidación:** Escrito por medio del cual se da oficialmente terminada el desarrollo de una actividad o proceso.

**Aditivo de concretos o mortero:** Material diferente del cemento, de los agregados y del agua que se añade al concreto o a los morteros, antes o durante la mezcla, para modificar una o varias de sus propiedades, sin perjudicar su durabilidad ni su resistencia.

**Armadura:** conjunto de piezas sobre las que se arman una techumbre, vidriera, etc. Para alcanzar una gran longitud y profundidad con un mínimo uso de materiales.

**Bajamar:** mínimo nivel de mareas.

**Cimentación:** conjunto de vigas, zapatas, placas o pilotes que se encargan de transmitir las cargas generadas por el edificio al suelo.

**Columna:** elemento estructural de forma cilíndrica o cuadrada que sirve como pieza de apoyo.

**Estribo:** amarre de hierro que sostiene la armadura principal de un elemento y se ubica a una distancia calculada y será el elemento que asuma los esfuerzos cortantes, de torsión y para proveer confinamiento al elemento estructural.

**Formaleta:** conjunto de elementos generalmente en madera o metálicos diseñados para dar forma y resistir al concreto en su etapa de fundición y fraguado.

**Hormigón:** mezcla de materiales inertes formado a base de piedras menudas (arena, grava, etc.) con aglomerantes (cementos o cales) y agua.

**Hormigón armado o concreto reforzado:** estructura que se obtiene reforzando el hormigón con barras de acero, de esta forma se obtiene una gran resistencia a la compresión, debida al hormigón junto también con una gran resistencia a la tracción debida al acero.

**Losa:** capa moldeada de concreto simple o armado, plana, horizontal y de espesores variables ya sea apoyada sobre el terreno o soportada por vigas, columnas, muros u otros elementos.

**Mortero:** Es una mezcla de cemento, arena y agua con proporciones técnicamente controladas.

**Pleamar:** máximo nivel de mareas.

**Refuerzo:** barras de acero o malla electro soldada que trabajan en conjunto con el concreto.

**Residente de obra:** persona con conocimientos técnicos y administrativos encargada de vigilar y controlar las actividades durante la obra.

**Tensión:** fuerza o estado del cuerpo estirado que no presenta elasticidad, tiende a separar las partículas que componen un elemento.

**Vigas:** elemento estructural largo y posicionado de forma horizontal o inclinada, que soporta principalmente cargas transversales.

## **RESUMEN**

**TÍTULO:** ASISTENCIA TÉCNICA EN OBRAS CIVILES A DESARROLLAR EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRES DE TUMACO.

### **DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO:**

EL PRESENTE TRABAJO CONTIENE EL INFORME FINAL DE LAS ACTIVIDADES EJECUTADAS EN DESARROLLO DE LA PASANTÍA REALIZADA CON LA SECRETARÍA DE OBRAS MUNICIPALES DE SAN ANDRÉS DE TUMACO. EN EL PERÍODO COMPRENDIDO ENTRE EL 8 DE AGOSTO DEL 2008 AL 10 DE FEBRERO DEL 2009.

EL TRABAJO QUE SE DESARROLLO MIENTRAS DURÓ LA PASANTÍA CONSISTIÓ EN:

LA PARTICIPACIÓN COMO AUXILIAR TÉCNICO RESIDENTE DE INTERVENTORÍA EN LA OBRA DENOMINADA CONSTRUCCIÓN DE LOS PUENTES PEATONALES HUMBERTO MANZI, BARRACÓN 1, BARRACÓN 3 Y BARRACÓN 4 UBICADOS EN LA ZONA LACUSTRE DEL MUNICIPIO.

OBRA QUE BUSCA TENER UNA INFRAESTRUCTURA QUE PERMITA A LOS MORADORES DE DICHO SECTOR UNA MEJOR CALIDAD DE VIDA, DESARROLLO Y LIBRE TRANSITO, BRINDANDO SEGURIDAD EN SU DESPLAZAMIENTO.

SE TRATA DE LA CONSTRUCCIÓN DE CUATRO PUENTES EN CONCRETO CON UN DISEÑO APORTICADO Y ARQUITECTÓNICO CONVENCIONAL ESTRUCTURA EN HORMIGÓN ARMADO QUE CUMPLE CON TODOS LOS REQUISITOS DE DISEÑO SISMORRESISTENTE, CON APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES PROPIOS DE LA REGIÓN COMO LA MADERA, EMPLEADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE FORMALETAS Y EN PILOTAJE.

POSEE UN ÁREA TOTAL CONSTRUIDA DE 648.82 METROS CUADRADOS DISTRIBUIDOS DE LA SIGUIENTE MANERA:

PUENTE HUMBERTO MANZI: 109.72 METROS CUADRADOS.

PUENTE BARRACÓN 1: 226.20 METROS CUADRADOS.

PUENTE BARRACÓN 3: 86.70 METROS CUADRADOS.

PUENTE BARRACÓN 4: 26.20 METROS CUADRADOS.

ESTE PROYECTO FUE EJECUTADO BAJO LA FIRMA: JOSÉ HUMBERTO LOPEZ SANTOS. CONTRATOS NOS: 080, 086, 088 Y 090 DE 2007. CON UN COSTO DE \$ 409'414.772.

EL PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE LOS PUENTES PEATONALES HUMBERTO MANZI, BARRACÓN 1, BARRACÓN 3 Y BARRACÓN 4 RECIBIÓ UNA FINANCIACIÓN TOTAL POR PARTE DE LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL, PARA DAR INICIO A LA CONSTRUCCIÓN DE LO QUE ES HOY LA OBRA.

LA INTERVENTORÍA COMO LA VEEDURÍA FUE REALIZADA POR PARTE DE LA ALCALDÍA MUNICIPAL DE SAN ANDRÉS DE TUMACO, A TRAVÉS DE LA DIVISIÓN DE OBRAS PÚBLICAS MUNICIPALES.

## ABSTRACT

THIS WORK CONTAINS THE FINAL REPORT OF ACTIVITIES IMPLEMENTED IN DEVELOPING THE INTERNSHIP CONDUCTED WITH THE MINISTRY OF MUNICIPAL WORKS OF SAN ANDRÉS DE TUMACO. IN THE PERIOD FROM AUGUST 8, 2008 TO FEBRUARY 10, 2009.

THE WORK WAS DEVELOPED FOR THE DURATION OF THE INTERNSHIP CONSISTED OF:

PARTICIPATION AS A RESIDENT TECHNICAL ASSISTANT IN THE WORK CALLED INTERVENTORÍA CONSTRUCTION OF PEDESTRIAN BRIDGES HUMBERTO MANZI, BARRACÓN 1, BARRACÓN 3 AND BARRACÓN 4 LOCATED IN THE LAKE DISTRICT OF THE MUNICIPALITY.

WORK THAT AIMS TO HAVE AN INFRASTRUCTURE THAT ALLOWS RESIDENTS OF THIS SECTOR A BETTER QUALITY OF LIFE, DEVELOPMENT AND FREE TRANSIT, PROVIDING SECURITY FOR THOSE TRAVELING.

THIS IS THE CONSTRUCTION OF FOUR BRIDGES IN CONCRETE ARCHWAYS AND ARCHITECTURAL DESIGN CONVENTIONAL REINFORCED CONCRETE STRUCTURE THAT MEETS ALL SEISMIC DESIGN REQUIREMENTS, USING EITHER THE MATERIALS OF THE REGION SUCH AS WOOD, USED IN THE CONSTRUCTION OF FORMWORK AND PILOTING.

IT HAS A TOTAL BUILT AREA OF 648.82 SQUARE METERS DISTRIBUTED AS FOLLOWS:

BRIDGE HUMBERTO MANZI:	109.72 SQUARE METERS.
BRIDGE BARRACÓN 1:	226.20 SQUARE METERS.
BRIDGE BARRACÓN 3:	86.70 SQUARE METERS.
BRIDGE BARRACÓN 4:	226.20 SQUARE METERS.

THIS PROJECT WAS EXECUTED UNDER THE SIGNATURE: JOSÉ HUMBERTO LOPEZ SANTOS. CONTRACT US: 080, 086, 088 AND 090 OF 2007. AT A COST OF

\$ 409'414.772

THE PROJECT CONSTRUCTION OF PEDESTRIAN BRIDGES HUMBERTO MANZI, BARRACÓN 1, BARRACÓN 3 AND BARRACÓN 4 RECEIVED A TOTAL FUNDING BY THE LOCAL GOVERNMENT TO BEGIN CONSTRUCTION OF WHAT IS TODAY THE WORK.

THE INTERVENTORÍA AS THE OVERSIGHT WAS CONDUCTED BY THE MUNICIPAL MAYOR DE SAN ANDRÉS DE TUMACO, THROUGH THE MUNICIPAL PUBLIC WORKS DIVISION.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo con los cambios que exige el mundo moderno, la sociedad esta buscando innovar y mejorar la calidad de vida de esta misma con proyectos de infraestructura que vayan de la mano con los adelantos técnicos y modernos en cuanto a construcciones se refiere.

Es por eso que un proyecto de construcción, exige de un grupo de profesionales los cuales vayan a la vanguardia con los adelantos técnicos y científicos para garantizar una construcción económica, segura y eficiente haciendo cumplir los parámetros en cuanto a diseños arquitectónicos y estructurales.

El municipio de San Andrés de Tumaco esta ubicado en el sur occidente colombiano a 300 km de San Juan de Pasto en el departamento de Nariño. Con una altura sobre el nivel del mar de 2 metros y una temperatura promedio de 27 grados. Posee una población de 265.000 habitantes. Ver ilustración 1.

De acuerdo al incremento poblacional de los últimos años, las personas han ido construyendo sus viviendas en la zona lacustre del municipio, viéndose en la necesidad de construir puentes rudimentarios para acceder a estas.

La administración municipal buscando mejorar la calidad de vida de estas familias ha puesto a disposición de la comunidad crear puentes peatonales que cumplan con los parámetros exigidos por la norma colombiana de construcción para reemplazar los ya existentes contruidos de manera rudimentaria por los mismos pobladores de dichas zonas.

Para lograr esta tarea la Universidad de Nariño en convenio con la Alcaldía Municipal de San Andrés de Tumaco y la secretaría de obras esta desarrollando trabajos que permiten que sus egresados apliquen los conocimientos integrales, desarrollen los valores humanos y sociales adquiridos en la institución, prestando un servicio comunitario y contribuyendo de esta manera con el progreso de la región y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

## JUSTIFICACIÓN

La Universidad de Nariño, en especial la Facultad de Ingeniería a través del Programa de Ingeniería Civil presta su colaboración a los diferentes municipios del Departamento por medio de los estudiantes egresados quienes cuentan con la formación técnica requerida para prestar su apoyo en la asistencia técnica de las diversas obras programadas y ejecutadas en la modalidad de pasantías, las cuales permiten desarrollar actividades de control y seguimiento de los procesos que se llevan a cabo en la ejecución de proyectos, considerándose una labor importante en la vida del egresado por la experiencia adquirida con su permanencia en obra y los beneficios de las poblaciones donde se realizan los proyectos; familiarizándose de esta manera con el ambiente de trabajo para en un futuro hacer un correcto ejercicio de su profesión.

De esta manera se establece una relación de mutua cooperación entre la Universidad y el estudiante.

Este tipo de proyectos son enriquecedores para el estudiante debido a que tiene la oportunidad de confrontar, enriquecer y profundizar los conocimientos adquiridos, con la ayuda y los aportes de los profesionales que intervienen en ellos.

El trabajo realizado durante el periodo de la pasantía consiste en evaluar y revisar de una manera técnica y apropiada el proceso constructivo de los puentes peatonales.

- Humberto Manzi intersección puente las Flores.
- Barracón 1.
- Barracón 3.
- Barracón 4.

Estos proyectos se realizan con el propósito de facilitar el tránsito seguro de las familias que habitan la zona palafítica del municipio.

Las actividades ejecutadas son:

- Demolición de las estructuras existentes.
- Desalojo de escombros.
- Localización y replanteo.
- Excavación.
- Pilotaje.
- Fundición de zapatas.

- Fundición de pedestales.
- Fundición de vigas de cimentación.
- Fundición de columnas.
- Fundición de vigas de carga
- Fundición de losas macizas.

Las actividades de corte y figurado del acero de refuerzo se hacen en forma simultánea con las otras actividades.

La labor realizada durante el periodo de la pasantía no implica un control técnico riguroso por tratarse de obras pequeñas como el caso de los puentes peatonales de la zona palafítica del municipio, sin embargo se hizo un seguimiento muy detallado y claro de los procesos constructivos de las mismas.

## **OBJETIVOS**

**Objetivo general:** Acompañar, Controlar e Inspeccionar las actividades a desarrollar en el cumplimiento de los procesos constructivos de las obras de infraestructura que se realizan en el municipio de San Andrés de Tumaco.

### **Objetivos específicos:**

- Vigilar, Controlar e Inspeccionar diariamente las actividades de construcción.
- Participar soluciones adecuadas para los problemas presentados durante la ejecución de las obras como normas técnicas cumpliendo con los diseños propuestos.
- Supervisar diariamente el cumplimiento del cronograma de actividades acorde con los diseños.
- Verificar y aplicar las normas de calidad, cantidades de obras, materiales y tiempos de ejecución de las actividades mediante el registro diario en la bitácora de las obras.
- Verificar y aplicar las normas de seguridad en las obras.
- Supervisar el buen aprovechamiento de los materiales mediante el control en el suministro.

## 1. ASPECTOS GENERALES DE LOS PUENTES PEATONALES HUMBERTO MANZI, BARRACÓN 1,3 Y 4.



**Fotografía 1. Puente Peatonal al terminar pasantía, Febrero 10 de 2009**

El desarrollo de las actividades como auxiliar técnico residente de interventoría en la construcción de los puentes peatonales para determinados sectores del municipio, consiste en brindarles a los habitantes de dichos sectores una mejor calidad de vida considerando los constantes accidentes que se presentan en la zona por el mal estado de las construcciones existentes.

Estas actividades consisten en la demolición y construcción de cuatro (4) nuevos puentes en dichos sectores que cumplen con todas las especificaciones técnicas y con los requerimientos que expresa el código de construcciones sismo resistente.

Una vez firmadas las correspondientes actas de inicio de obras, se procede con un reconocimiento de la zona por parte del Arquitecto Contratista, el Arquitecto Residente de obra, la Interventoría realizada por la Alcaldía Distrital

(Estudiante Egresado) y los Representantes de las Juntas de Acción Comunal de dichos sectores.

Se hace una revisión y coordinación de las especificaciones técnicas, planos estructurales con el arquitecto contratista, el arquitecto residente de obra y la interventoría de la obra. Ver Anexo No 1.

## 1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Los puentes peatonales ubicados en la zona palafítica del municipio de San Andrés de Tumaco, inicialmente fueron elaborados en madera de una manera rudimentaria por los moradores de dichos sectores.

A comienzos de 1985 fueron construidos en concreto para dar una mejor calidad de vida a los moradores de dicho sector.

Teniendo en cuenta que el periodo de vida de dichas estructuras es de veinte (20) años, estos se encuentran en un alto grado de deterioro (corrosión del acero de refuerzo en vigas, columnas y hundimiento de las losas) Ver fotografía 8. razón por la cual se toma la decisión de demolerlos para ser reemplazados por nuevas estructuras que cumplan con las especificaciones y que se ajusten a las normas de construcción.

Los puentes peatonales son estructuras en concreto reforzado y diseño aporticado, con columnas y vigas de sección rectangular; y losas macizas en concreto reforzado con una área de construcción de 648.82 mtr<sup>2</sup> repartidos de la siguiente manera. Tabla No 1.

<b>PUENTE</b>	<b>LONGITUD (m)</b>	<b>ANCHO (m)</b>	<b>AREA (m<sup>2</sup>)</b>
Humberto Manzi	42.40	2.60	109.72
Barracón 1	75.40	3.00	226.20
Barracón 3	51.00	1.70	86.70
Barracón 4	75.40	3.00	226.20

**Tabla 1. Dimensiones y áreas**

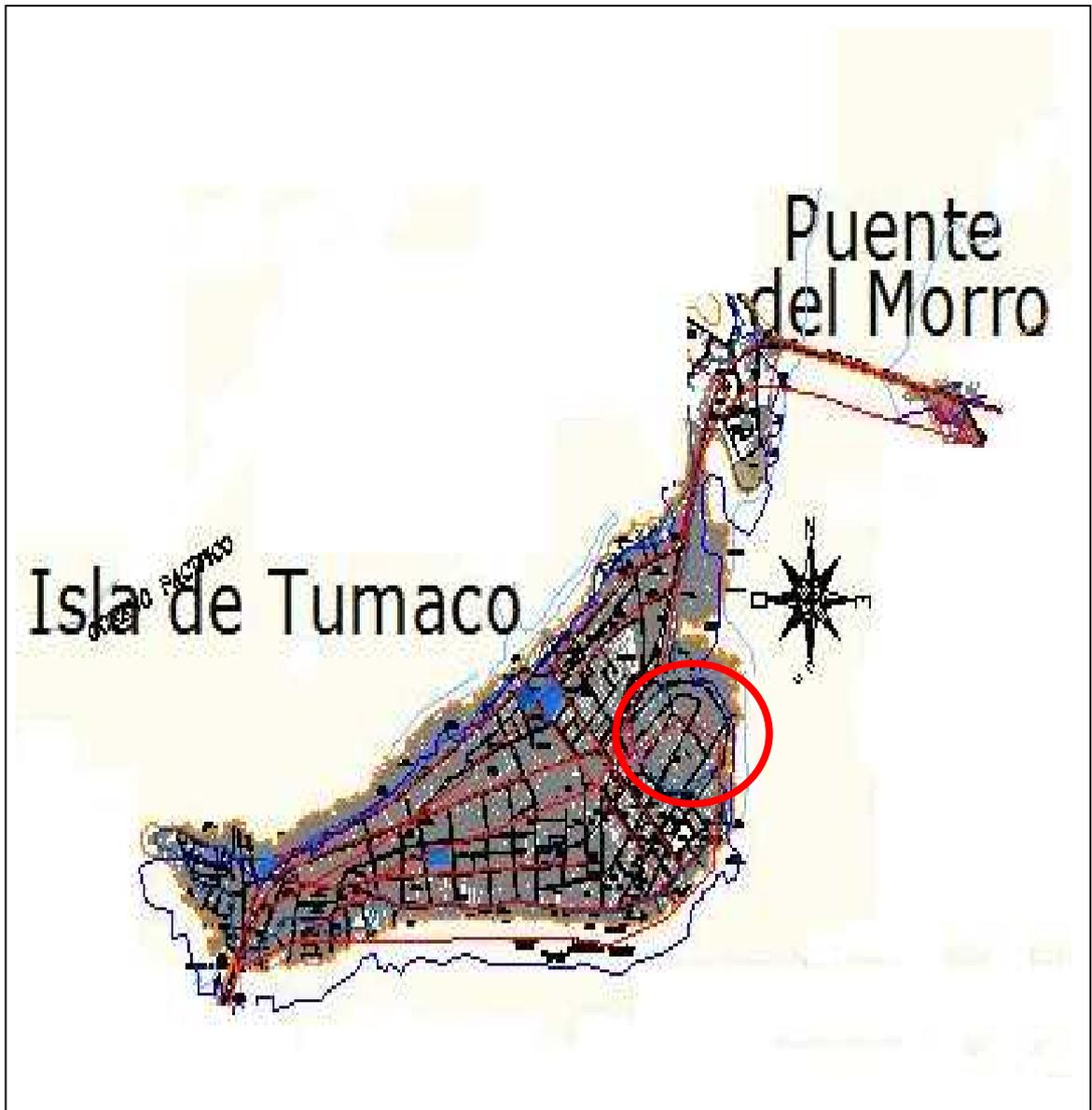
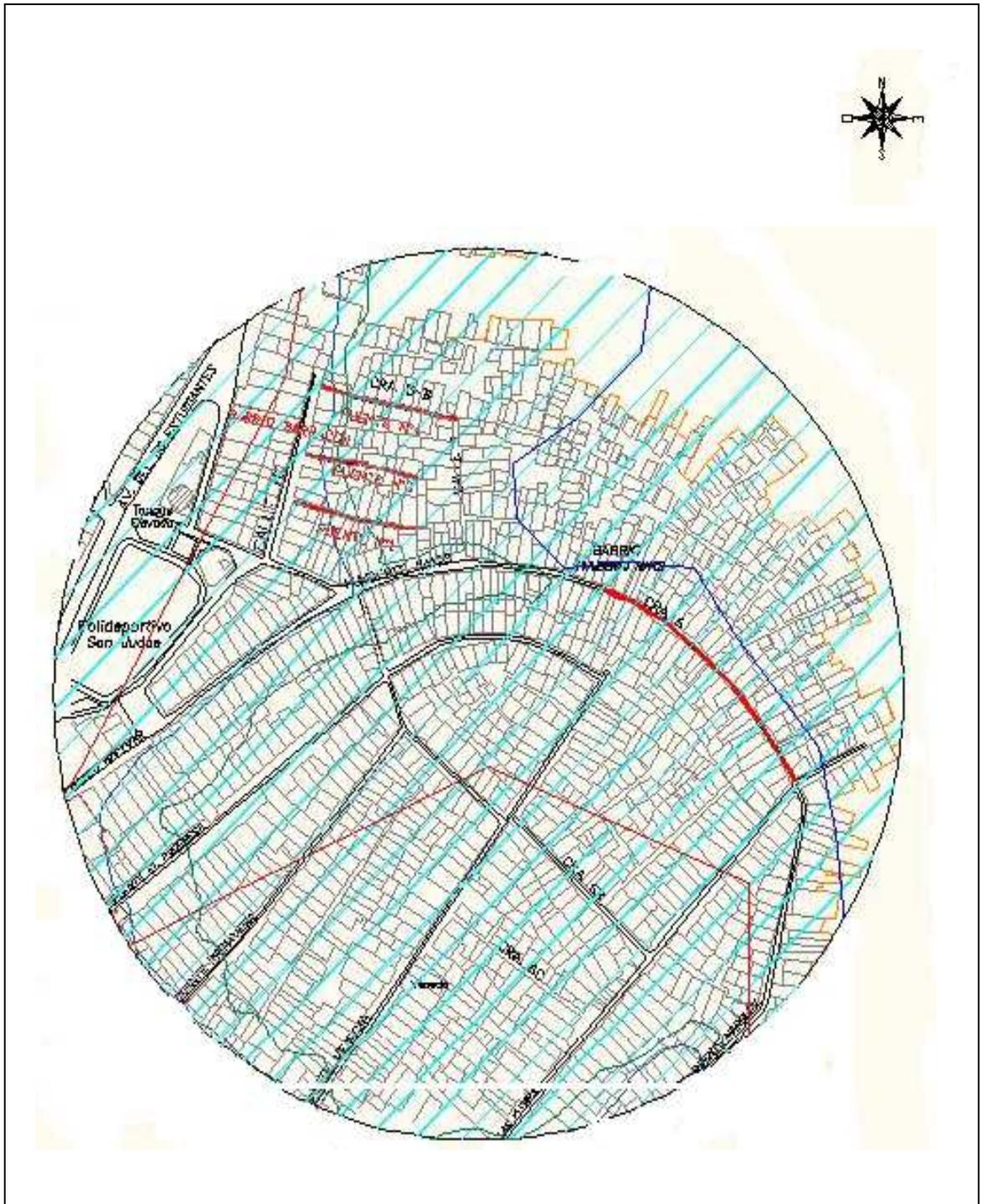


Ilustración 1. Localización Municipio de Tumaco.



**Ilustración 2. Ubicación general de los puentes peatonales Humberto Manzi, Barracón 1,3 y 4**

## **2. CONTROL TÉCNICO DE LAS CONSTRUCCIONES.**

El control técnico es una de las labores más importante en toda obra, y es el ingeniero quien debe tomar decisiones al momento para solucionar las dificultades que a diario se presentan, las decisiones del residente deben contar con la aprobación del director de obra, además, cada decisión debe contar con sus conocimientos técnicos para evitar que cualquier actividad que se desarrolle afecte negativamente la obra.

El control técnico se relaciona con el desarrollo que deben tener las distintas actividades de construcción en cuanto a verificar la calidad de los materiales, especificaciones técnicas, arquitectónicas y procedimientos constructivos.

Bajo esta pasantía se realiza la interventoría en la construcción de los puentes peatonales y para ello es necesario llevar a cabo la supervisión técnica de la obra, para esto se lleva un registro de las diferentes actividades realizadas en la obra tanto en la parte constructiva como legal y administrativa. En lo técnico y constructivo se inicia con la revisión de las especificaciones técnicas las cuales fueron entregadas en su momento tanto al ingeniero constructor como a los interventores, dentro de estas se puede detallar todo lo concerniente al proceso constructivo para todas las actividades o ítems contratados. Las especificaciones de construcción no tuvieron adendos durante el proceso licitatorio.

El ingeniero constructor no presenta su programa de control de calidad sin embargo en reuniones o comités técnicos realizados al inicio y durante la ejecución del contrato se presentan los cronogramas de obra ajustados a los requerimientos encontrados en la obra. En general el control consiste en la toma de cilindros para revisar y garantizar una resistencia del concreto hidráulico de 3000 psi.

Para la toma de decisiones en campo se recurre a dos instrumentos de registro, el primero es la bitácora en donde se consignan el día a día de las actividades realizadas en la obra las cuales son firmadas tanto por el ingeniero constructor como por el interventor. El segundo recurso son oficios que se cruzan entre el constructor y la interventoría donde se aclaran situaciones no previstas dentro de las especificaciones técnicas como ocurre en el momento que el proveedor no puede suministrar acero de refuerzo diámetro 3/8 y se solicita a la interventoría autorice el uso de acero grafilado de 8 mm el cual es aceptado y colocado en una longitud de 40 metros lineales de viga. Otra solicitud es el uso de agua subterránea para la mezcla de concreto dado que en Tumaco no existe un suministro de agua potable continuo y esto acarrea demoras en la obra. La interventoría también acepta el uso de agua subterránea para la mezcla.

Una vez revisados los planos de diseño entregados para la obra se encuentra que son claros, entendibles y completos y esto se puede constatar durante la ejecución de la misma por cuanto no es necesario solicitar al diseñador aclaración alguna parte de la consignada en sus planos originales.

En todo caso toda la documentación que cursa durante la ejecución incluyendo la bitácora y demás documentos legales del contrato reposan en la secretaría de obras de la Alcaldía municipal de Tumaco.

En cuanto a los controles de los materiales estructurales se puede decir que se hacen solo por simple inspección visual dado que la secretaria de obras de Tumaco no facilita los recursos para realización de ensayos de materiales, además en las especificaciones técnicas no se contempla el control de obra con ensayos razón por la cual no se puede exigir al contratista que a su costo los realice. Sin embargo, para esta obra se cuenta con personal con mucha experiencia y que ha trabajado con los materiales de la región que si bien no es lo más apropiado para una obra, también lo es que de alguna manera nos a una garantía de que existe una experiencia previa en la construcción de este tipo de obras.

La mano de obra calificada y no calificada utilizada en la construcción corresponde a personal procedente de la región y comunidad vecina del sector. Maestros de obra con experiencia de 20 y 30 años y albañiles y obreros de menor experiencia. Los equipos utilizados suministrados por el constructor constan básicamente de mezcladora de 1 bulto, vibradores, tanqueta para transporte de agua, volquetas para transporte de materiales y herramienta menor la mayoría de estas en buen estado, el contratista adquiere para esta obra equipo nuevo garantizando su buen funcionamiento durante toda la ejecución.

En cuanto el procedimiento constructivo se puede afirmar que la demolición de placa, vigas y columnas existente se realiza con manualmente con macetas o porras, obreros protegidos con cascos, guantes y gafas golpean hasta romper los elementos existentes, el ítem de pago se realiza por metro lineal de viga o columna demolida y metro cuadrado de placa demolida.

Una vez hecha la demolición se desaloja el material así obtenido haciendo una acarreo en buggys desde el sitio de la demolición en bajamar hasta la volqueta, para ello se requieren obreros que utilizan guantes y botas pantaneras, además es necesario generar un corredor en tablonés de madera para el fácil desplazamiento de las carretas, el material de demolición es depositado en sitios autorizados por la administración municipal para el relleno de calles en mal estado.

El replanteo lo realiza el maestro de obra junto con el ingeniero residente y el supervisor técnico de interventoría, dotados con elementos de protección como cascos y botas se tiene en cuenta la utilización de herramienta menor

suministrada por el contratista; en esta actividad no es necesaria la intervención de un topógrafo ya que el personal en obra esta calificado para la realización de ésta y no requiere de un exhaustivo control.

Como el sitio de ejecución del proyecto es un sector habitado es necesario la elaboración de unos puentes provisionales para el desplazamiento de las personas que habitan en el sector durante el tiempo de marea alta, para esto se utilizan troncos de mangle los cuales sirven de columnas y guaduas para armar el corredor. Ver fotografía 2.



**Fotografía 2. Puentes provisionales en guadua.**

Durante el tiempo de marea baja el desplazamiento de las personas es por la parte de abajo para no intervenir en las labores de construcción y prevenir algún tipo de accidente.

La actividad de hincado de los pilotes es realizada por personal calificado para este tipo de trabajo, en la zona es predominante el uso de recursos naturales para dichas actividades razón por la cual se utilizan troncos de madera de mangle lo cuales son transportados desde el sitio de tala hasta el lugar de la obra por medio

de camiones. Para transportarlos al lugar donde van a ser hincados se utilizan rodillos de madera los cuales se colocan y quitan de manera simultanea sobre un corredor de vigas en madera y se los lleva rodados ya que en la zona no es posible que entren carros.

El hincado se realiza en momentos donde la marea es baja para no interferir en el proceso, se hace por medio de licuación del terreno utilizando para ello una motobomba a la cual se coloca una manguera sujeta a una zonda en metal que impulsa un chorro de agua a presión y permite la licuación del terreno facilitando el hincado de estos elementos.

En todo momento se verifica que el personal se encuentre dotado de elementos de seguridad como cascos, botas y guantes.

En cuanto a excavación se realiza de manera manual por parte de los obreros utilizando para ello elementos de protección para mantener siempre un control de seguridad dentro de la obra, esto se realiza con palas y picas. El material proveniente de las excavaciones es suelo orgánico el cual no es necesario transportarlo dejándolo en el sitio.

Se encuentra en las excavaciones que las personas residentes en el sector hacen las deposiciones de desechos en el mar donde se encuentran restos de mayas de pesca, colchones en mal estado y una serie de elementos que hacen la labor mas tardía razón por la cual ésta actividad toma más tiempo del programado para su ejecución y que el fenómeno intermareal no permite tiempos largos de trabajo.

Como las construcciones hechas para viviendas en el sector son en madera, en el momento de las excavaciones se encuentra un tronco de árbol de un diámetro aproximado de 10 pulgadas el cual por su gran tamaño es imposible su remoción y se decide con aceptación de interventoría dejarlo enterrado haciendo parte de la cimentación. Ver fotografía 3.

Para realizar la actividad de excavación es necesario entibar ya que por las características del terreno, tiende a un constante deslizamiento. Esto se realiza con madera proveniente de la región con áreas y profundidades que permitan una fácil labor.

Fue necesario suspender excavaciones durante tres días en que las altas mareas no permitieron realizar dichas actividades ocasionando atrasos en la culminación de esta actividad y por ende sobre costos en cuanto a salarios para las cuadrillas de trabajo.



**Fotografía 3. Tronco de árbol presente en excavaciones.**

Realizadas las actividades de excavación se procede a la elaboración de un concreto de limpieza para aislar los posibles contaminantes en la elaboración de zapatas y demás elementos estructurales que hacen parte del proyecto ocasionados por el tipo de suelo sobre el cual esta realizando.

Para esto se utiliza un concreto pobre vaciado en toda el área de la zapata la cual se hace dentro de una formaleta construida en madera la cual tiene sección de 1.00 \* 1.00 metros, con una profundidad de 0.10 metros para este concreto.

Este concreto es mezclado en equipo mecánico con capacidad de un saco de cemento a una distancia de 200 metros lineales del sitio de colocación, transportado por los obreros dotados de guantes, cascos y botas pantaneras por medio de buggys a través de un corredor de madera elaborado con tablonés para el fácil desplazamiento de estos, el cual es colocado con palas por parte de los obreros y alistado por el maestro de obra.

Esta actividad es realizada de manera rápida ya que se presenta el fenómeno de marea alta y se pretende avanzar lo más pronto posible en ésta, además el nivel freático es alto en la zona razón por la cual se utiliza una motobomba en el sitio de

vaciado para ir eliminando los excesos de agua de mar presente en las excavaciones.

No se presenta atrasos de ninguna índole terminando la actividad de manera rápida y eficiente.

La labor en cuanto a colocación de refuerzo para las columnas se procede de la siguiente manera, se arma el refuerzo utilizando cuatro varillas  $\varnothing 5/8''$  para el refuerzo principal y 50 estribos por cada columna de  $\varnothing 3/8''$  separados cada 0.15 metros, el corte, flejado y armado del refuerzo para columnas se hace en la bodega utilizada como deposito de materiales y luego son transportados por el personal al sitio de trabajo sobre los hombros. La fijación de los estribos se hace con alambre de amarre por el personal de la obra utilizando el bichiroque y en materia de seguridad los respectivos guantes y gafas de protección, luego se unen al refuerzo de la zapata que consta de una parilla armada con refuerzo de  $\varnothing 5/8''$  separados cada 0.20 metros y de sección 1.00 \* 1.00 metros, estos se alinean sujetándolos a la formaleta de la zapata por medio de alambre de amarre, los diámetros del acero de refuerzo están relacionados en la tabla No 2..

La colocación del refuerzo se hace de igual manera basados en los niveles de mareas puesto que ésta actividad solo es posible cuando la marea esta baja.

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm <sup>2</sup>	Perímetro mm	
Nº 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
Nº 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
Nº 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
Nº 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
Nº 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
Nº 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
Nº 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
Nº 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
Nº 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
Nº 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
Nº 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
Nº 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

**Tabla 2. Dimensiones y diámetros del acero de refuerzo.**

En cuanto a la fundición de las zapatas se hace con concreto de 3000 psi el cual es mezclado en equipo mecánico para un saco de cemento a 200 metros del área de colocación, el cemento utilizado es el de tipo uno el cual según las

características del producto y el fabricante cumple con los parámetros de resistencia a los sulfatos; los agregados utilizados son obtenidos del río Mira el cual es un material mixto y el agua es utilizada del mismo río, el transporte de este concreto se hace por medio de buggys utilizando los elementos de protección para el personal a través de un corredor elaborado en tablones de madera para el tránsito de las carretas.

Se coloca vertiendo la mezcla directamente sobre el concreto de limpieza sacando de manera previa el agua de mar producto de la marea del día anterior, haciendo un lavado con agua de río para quitar los restos de sulfatos presentes en la formaleta.

El área de vaciado o fundición de las zapatas es de 1.00 \* 1.00 metros con una profundidad de 0.45 metros, fundiendo 10 zapatas por día debido a las condiciones de marea alta y controlando en todo momento la colocación del concreto y su alistamiento con una llana de madera.

Por motivos de desniveles en el terreno es necesaria la elaboración de pedestales para el asentamiento de las vigas de cimentación. Los pedestales son estructuras en concreto los cuales son una prolongación de las columnas, los cuales tienen secciones de 0.30 \* 0.30 metros y diferentes alturas. Esto se hace con previa autorización de interventoría.

Realizada la labor de fundición de zapatas se procede con el encofrado de los pedestales, se hacen con madera basta controlando en todo momento los niveles y los alineamientos requeridos para cada caso.

El concreto utilizado es de 3000 psi el cual es mezclado a 200 metros del sitio de colocación para su posterior transporte utilizando para esto buggys los cuales transitan por un corredor elaborado en tablones, una vez el concreto es llevado al sitio se procede con el vaciado utilizando para esto palas y palustres para las zonas de difícil acceso, se funden uno a uno los pedestales teniendo cuidado de no generar bolsas de aire utilizando un vibrocompactador para un mejor acomodo de las partículas y reducir las posibilidades de la creación de hormigueros. Ver fotografía 4.

En todo momento se verifica que el recubrimiento sea de 0.05 metros como lo indican las especificaciones dadas en los planos. Se garantiza la protección del personal en obra con sus respectivos elementos de seguridad, chequeando su perfecto estado y utilización de los mismos.

El residente de interventoría realiza una inspección minuciosa en cuanto al mezclado del concreto, transporte y colocación.



**Fotografía 4. Llenado de pedestales.**

Se procede con el armado de los tableros para las vigas de cimentación las cuales van soportadas sobre los pedestales fundidos con anterioridad.

Se apoyan los tableros inferiores sobre los pedestales y colocando unos tacos de guadua para su nivelación, obteniendo de esta manera las alturas requeridas y se procede con el armado y colocado del refuerzo, este es colocado directamente sobre los tableros inferiores colocando para el refuerzo longitudinal cuatro varillas de  $\varnothing 5/8''$  y 50 estribos por luces entre columnas de  $\varnothing 3/8''$  separados cada 0.15 metros cuidando que el refuerzo no quede pegado a la formaleta y de esta manera garantizar el recubrimiento de 0.05 metros, luego se procede con la colocación de los tableros laterales y su posterior atraque o aseguramiento los cuales van clavados con viguetas de madera en una forma transversal cuidando en todo momento la sección de las vigas y el respectivo recubrimiento.

En el momento de empezar con la actividad, se verifica que el refuerzo quede colocado en su sitio controlando el recubrimiento especificado en los planos ya que por razones de marea y el oleaje se corre el riesgo que se mueva la formaleta y no se garantice el respectivo recubrimiento. Ver fotografía 5.



**Fotografía 5. Armado y encofrado viga de cimentación.**

Para la fundición de la viga de cimentación se tiene en cuenta el fenómeno de mareas ya que requiere de una fundición continua en toda el área de trabajo, por tal razón se procede a las cinco de la mañana aprovechando que no hay marea alta y se presta para cumplir con dicha labor, además hay la necesidad de utilizar personal y equipo mecánico adicional para esta actividad.

Este personal consta de una cuadrilla y un equipo mecánico con capacidad de un saco de cemento y vibrador de concreto ya que requiere de un buen vibrado para reducir los hormigueros en la estructura a fundir.

Una vez coordinada la labor y verificando que todo el personal cuente con la dotación en cuanto a seguridad en obra, se realiza un lavado de el refuerzo y las formaletas con agua dulce para eliminar los excesos de sulfatos ocasionados por la marea del día anterior, se organiza un corredor en tablonas para el fácil desplazamiento de los buggys y se da inicio a la fundición.

El concreto es mezclado a 200 metros del sitio de colocación el cual se transporta y es vaciado por medio de baldes dentro de las formaletas, una vez llenado se vibra el concreto con cortos periodos de vibrado para no causar segregación del material y obtener un buen acomodo de las partículas en toda el área de la fundición,

Los controles en cuanto a ensayos se hacen por simple inspección visual ya que no se cuenta con laboratorios destinados para dicho control en la zona y no se encuentran estipulados dentro del pliego de condiciones además la secretaria de obras no dota de los recursos para dichos controles y el contratista no puede asumirlos como suyos.

Se toma controles en cuanto a diseño de mezclas para garantizar las respectivas resistencias, así mismo se controla asentamientos.

Terminada la actividad se procede con el lavado de los equipos, se retira el corredor elaborado en tablonos y se recoge todos los desechos ocasionados en la zona por motivos de fundición dejando el área de trabajo limpia y en condiciones propicias para las labores del día siguiente.

Realizadas las labores de fundición de vigas, se procede en el lapso de veinticuatro horas a desencofrar las vigas de cimentación para el armado de las columnas.

Esta actividad se realiza sacando los tableros laterales y dejando los inferiores para que el concreto cumpla con su periodo de fraguado y evitar posibles colapsos de la estructura.

Los tableros sacados son reutilizados para armar las columnas ya que son de la misma sección.

Para el encofrado de las columnas se procede en primera estancia con la limpieza del refuerzo, esta se realiza aplicando un producto químico llamado pintóxido el cual elimina el óxido presente en el refuerzo producto de la oxidación por su exposición al medio ambiente. Se deja actuar el pintóxido y luego es lavado con agua potable para eliminar los excesos.

Realizada la operación de limpieza se procede a verificar alineación y rectificación de ejes.

Las formaletas son apuntaladas con guaduas tomando como soporte las vigas de cimentación por sus cuatro caras para garantizar su verticalidad utilizando plomada para dicha actividad y se verifica el alineamiento entre estas así como niveles.

Para este elemento estructural se utiliza cuatro varillas de  $\varnothing 5/8''$  y de 20 a 50 estribos por columnas de  $\varnothing 3/8''$  dependiendo la longitud de las mismas separados cada 0.15 metros.

Durante el proceso de encofrado se verifica que el refuerzo quede centrado en su totalidad para garantizar el recubrimiento especificado por las cuatro caras de la columna el cual es de 0.05 metros por cada cara.

El proceso de fundición de las columnas es el mismo para toda la obra, el concreto es mezclado a 200 metros de el sitio de colocación y de igual manera es transportado en buggys hasta su destino final por medio de un corredor de tablonces por el personal en obra dotados de todos los elementos de seguridad que se requieren para dicha labor. Ver fotografía 6.



**Fotografía 6. Encofrado y llenado de columnas.**

Como son columnas de menos de dos metros de longitud no hay la necesidad de crear ventanas de fundición puesto que por la altura de las mismas el concreto se coloca de manera que no haya segregación de materiales.

En el momento de vaciado se procede a elaborar una especie de embudo el cual cubre toda la sección de la columna evitando con esto que haya desperdicio de materiales, el concreto es vaciado dentro del embudo el cual se coloca directamente en el interior de la formaleta, luego se procede con el respectivo vibrado de el concreto para reducir los hormigueros

Por razones de marea alta se elabora seis columnas por día para garantizar el cumplimiento del cronograma y que no haya atrasos en la ejecución de cada actividad.

Los días en que la marea permite realizar labores nocturnas se hacen para reducir el tiempo de culminación del proyecto y que sea a satisfacción de todos, sin excederse en las labores para que el personal tenga su respectivo descanso.

Durante el tiempo de ejecución de esta actividad hubo la necesidad de parar unas horas la fundición debido a que llovió y era imposible continuar bajo estas condiciones, una vez ceso la lluvia se retomo la actividad hasta llegar a su terminación.

El proceso de desencofrado de las columnas se realiza dos días después de la fundición para evitar que haya desportillamiento de estas, la actividad se realiza utilizando una barra de metal, la cual se coloca dentro de las formaletas anteriormente aflojados los clavos, se hace una ligera presión en las caras de las formaletas y estas son desprendidas.

En el proceso de encofrado se utiliza un desmoldante en las formaletas para facilitar el desencofrado, en este caso aceite quemado.

En cuanto al proceso de armado de armado y encofrado de las vigas de carga y la losa se procede de la siguiente manera.

Una vez terminado con el proceso de desencofrado de columnas se procede con el armado de las vigas de carga y la losa.

Para esto se utiliza tableros en madera común de 0.30 \* 2.50 metros los cuales son colocados de manera que se arme una especie de cama soportados sobre tacos de guaduas, sobre estos tacos se colocan varengas o listones de madera sobre los cuales van apoyados los tableros.

Luego se procede con el armado del refuerzo de las vigas para las cuales se requiere cuatro varillas corrugadas de Ø5/8" para las vigas longitudinales colocando 50 estribos de Ø3/8" cada 0.15 metros entre luces y cuatro varillas corrugadas de Ø5/8" para las vigas transversales, colocando 15 estribos de Ø3/8" cada 0.15 metros.

Para el armado de el refuerzo se utiliza los elementos de protección como guantes y gafas, el amarre de los estribos se realiza utilizando alambre de amarre apretándolo con bichiroque.

Para el armado de la parrilla de la losa se utiliza varillas de acero corrugado de Ø1/2" colocado en ambas direcciones y separado cada 0.20 metros y un espesor de placa de 0.12 metros.

El personal de interventoría controla en todo momento los niveles, medidas y separaciones del refuerzo tanto en las vigas como en la parrilla de la losa. Realizadas las labores de encofrado y armado se programa la fundición de las vigas y las losas, esto se demoró por motivos de fuerza mayor puesto que los días programados para la fundición fueron de excesiva lluvia y no permitió que se cumpliera con lo programado.

Para la fundición se contrata personal adicional así mismo un equipo mecánico extra puesto que requiere agilidad en la colocación, ya que al concreto se adiciona un aditivo "SIKASET-L" para acelerar el proceso de fraguado y darle utilización lo más pronto posible a la estructura.

El proceso de mezcla se realiza a 200 metros del sitio de depósito, para el cual se toman las mismas proporciones que garanticen los 3000 psi de resistencia, el concreto es transportado por los obreros en buggys a través de un corredor elaborado en tablonés para el fácil transporte, y evitar que los buggys se pinchen con los alambres. Ver fotografía 7.



**Fotografía 7. Transporte de concreto.**

A la parrilla de la losa se le coloca unas panelas elaboradas en concreto para aislar la losa de la formaleta y garantizar el recubrimiento del refuerzo.

El concreto es vaciado directamente en la formaleta y acomodado con palas luego es vibrado para garantizar el acomodo de las partículas.

Terminado el proceso de fundición se procede a dar el acabado final de la placa utilizando para esto un codal para nivelar, luego se hace un barrido con un cepillo de cerdas gruesas para darle cierta rugosidad.

En todo momento se verifica la colocación del concreto, el correcto vibrado y que el personal cuente con los respectivos elementos de seguridad como cascos, botas, guantes, gafas protectoras y tapa bocas.

Se elaboran juntas de dilatación cada cuarenta metros en las placas de los respectivos puentes.

En cuanto a ensayos y pruebas del concreto y materiales se realizan por inspección visual.

Como el suministro de agua en la zona es deficiente, se utiliza para el curado de la losa un aditivo "ANTISOL" para garantizar la humedad y evitar cuarteos en la placa.

Los aditivos utilizados en la elaboración del concreto cuentan con la aprobación del supervisor técnico garantizando en todo momento que no se altere la composición y comportamiento mostrado en la dosificación del concreto.

En cuanto al almacenamiento de los materiales, este se realiza de manera muy controlada para evitar la contaminación de los mismos por partículas y agentes extraños a estos.

Para almacenar el cemento se cuenta con una casa en la misma zona utilizada como bodega la cual cuenta con ventilación y protegida de humedad. Este se hace sobre un entibado o cama de madera para evitar el contacto con el piso de la bodega, se arma en bloques de cinco sacos por columnas de diez arrumado cincuenta sacos por columna.

Como es una bodega pequeña con capacidad para 200 sacos en promedio, cuando se va terminando se solicita nuevamente cemento para evitar el desabastecimiento y con esto la suspensión de la obra.

El acero de refuerzo es almacenado en la misma bodega separando los diámetros en secciones y colocando las varillas sobre listones de madera para evitar que queden en contacto con el piso y evitar con esto la corrosión excesiva.

Los flejes elaborados son separados en atados de cincuenta y guardados en una habitación contigua.

Los agregados son colocados en la entrada a la obra, organizados de tal manera que no afecte el tránsito de las personas que viven en el sector. Son traídos en volquetas con capacidad para doce metros cúbicos y se traen dos viajes por día.

Al llegar al sitio de almacenamiento se lo cubre con un plástico para evitar la contaminación y el lavado del mismo ocasionado por la lluvia.

Además como existen niños en la zona estos se suben sobre el agregado ocasionando que se riegue y esto ocasiona demoras en la construcción puesto que se tiene que recoger el material previamente.

Para el agua se cuenta con una cisterna (zorra para el almacenamiento del agua) la cual es transportada en ocasiones del río mira cuando no se cuenta con bombeo en la zona y dos tanques con capacidad de 500 litros para el llenado y contar con el líquido permanentemente.

Se tiene un riguroso control en la elaboración del concreto en su elaboración ya que se puede utilizar materiales que estén deteriorados o con indicios de contaminación.

En cuanto a equipos se cuenta con una mezcladora de concreto con capacidad de un saco de cemento, una motobomba, dos vibradores de concreto y una camioneta para transporte de materiales los cuales son propiedad del constructor.

Los equipos utilizados como extras son contratados por el constructor cuando la obra así los requiera.

### 3. PROCESO CONSTRUCTIVO



**Fotografía 8. Condiciones Iniciales**

#### **3.1 CORTE, FIGURADO Y ARMADO DE REFUERZO PARA ZAPATAS, VIGAS DE CIMENTACION Y COLUMNAS.**

Se realizó el corte, figurado y armado de refuerzo para vigas de cimentación y columnas con su respectivas parrillas para zapatas, de acuerdo a las especificaciones de los planos estructurales utilizando para las vigas y columnas 4 varillas  $\text{Ø}5/8''$  para el refuerzo principal y refuerzo  $\text{Ø}3/8''$  para estribos separados cada 0.15m. para las zapatas se utilizó refuerzo  $\text{Ø}5/8''$  en ambas direcciones, separados cada 0.20m. Ver fotografía 9.



**Fotografía 9. Corte, figurado y armado de refuerzo para zapatas, vigas de cimentación y columnas.**

### **3.2. FABRICACIÓN DE FORMALETAS**

La fabricación de tableros en madera basta se realizó continuamente con el figurado del acero de refuerzo para vigas y columnas, los cuales fueron utilizados como formaletas en los diferentes elementos estructurales de los proyectos, esto se hizo en la fabrica del contratista y luego se transporto al sitio de obra donde se arrumo para su posterior utilización. Ver fotografía 10.



**Fotografía 10. Construcción de tableros para formaletas.**

### **3.3 PRELIMINARES**

**3.3.1 Demolición de estructuras existentes.** La demolición de losas y vigas aéreas de las estructuras existentes en los puentes Humberto Manzi, Barracón 1,3 y 4 (construidos en concreto con graves deterioros estructurales), se llevó a cabo manualmente. Vale resaltar que el sector del puente Humberto Manzi existía un poste de energía el cual presentaba un alto grado de deterioro lo cual dificultaba la labor de los obreros, razón por la que hubo la necesidad de remplazarlo por uno nuevo con la ayuda técnica de las Centrales Eléctricas de Nariño (CEDENAR). . Ver fotografía 11.



**Fotografía 11. Demolición puente Barracón 1.**

**3.3.2. Desalojo de escombros.** Realizada la demolición parcial de las estructuras se procedió con el desalojo de los escombros ocasionados por estos trabajos y posteriormente se los llevó al sitio de depósito. Ver fotografía 12.



**Fotografía 12. Desalojo de escombros puente Barracón 1.**

**3.3.3 Construcción de puentes provisionales.** La construcción de puentes o andamios provisionales en guaduas, se realizó con el fin de facilitar el tránsito de los habitantes del sector y de igual forma, para facilitar el desarrollo de las actividades en el sitio de las obras. Ver fotografía 13.



**Fotografía 13. Construcción de puentes provisionales puente Barracón 1.**

**3.3.4 Localización.** Se efectuó la localización de las obras, se tuvieron en cuenta los planos estructurales y arquitectónicos, ésta actividad fue realizada por el arquitecto residente de obra con la ayuda del maestro de construcción, debido a que no era una actividad compleja hay necesidad de que ésta localización la realice un topógrafo. Ver fotografía 14.



**Fotografía 14. Localización de ejes puente Barracón 1.**

### **3.4 CIMENTACIÓN**

**3.4.1 Hincado de pilotes.** Esta actividad se realiza por el método de inyección de agua a presión que consiste en licuar el terreno con la ayuda de una motobomba conectada a una sonda (tubo de acero de 2") los cuales actúan por punta y fuste. En cada punto localizado para zapata se hincaron 4 pilotes de madera (mangle) de Ø5" y 5 metros de longitud.

Al hincar los pilotes a 5 metros de profundidad, se garantizó un estrato profundo y firme para soportar la estructura. Ver fotografía 15.



**Fotografía 15. Hincado de pilotes en madera puente Barracón 3.**

**3.4.2. Excavación de tierra.** La excavación para zapatas se realizó manualmente hasta obtener una profundidad de desplante de 0.60 metros, a esta profundidad se logro encontrar la cabeza de los pilotes. Ver fotografía 16.



**Fotografía 16. Excavación manual de tierra puente Barracón 3.**

### **3.5 ESTRUCTURA EN CONCRETO ARMADO.**

**3.5.1. Fundición de concreto de limpieza.** Se llevó a cabo la fundición de solado de limpieza para las zapatas con  $e= 10\text{cm}$ , este solado fue realizado en concreto pobre y vaciado en toda la base de las excavaciones que para este caso fueron de  $1.00*1.00$  metros. Ver fotografía 17.



**Fotografía 17. Vaciado del concreto de limpieza puente Barracón 3.**

**3.5.2. Colocación de refuerzo para columnas.** Se realiza el figurado y armado de refuerzo para columnas, el refuerzo es armado de acuerdo a las especificaciones dadas en los planos estructurales, utilizando para estos 4 barras  $\text{Ø}5/8''$  para el refuerzo principal y para los estribos  $\text{Ø}3/8''$  cada 0.15 metros.

Debido a la dinámica intermareal (pleamar) máximo nivel de mareas, se dificultan las labores, ya que el sitio de obra se encuentra localizado en zona de bajamar, razón por la cual se trabaja con las tablas de mareas facilitadas por la Dirección General Marítima (DIMAR), donde se obtiene información con respecto al horario de marea alta y marea baja, con el fin de organizar el horario de trabajo con la cuadrilla para el desarrollo de las actividades. Ver fotografía 18.



Fotografía 18. Figurado y armado de refuerzo para columnas puente Barracón 3

3.5.3 Fundición de zapatas:

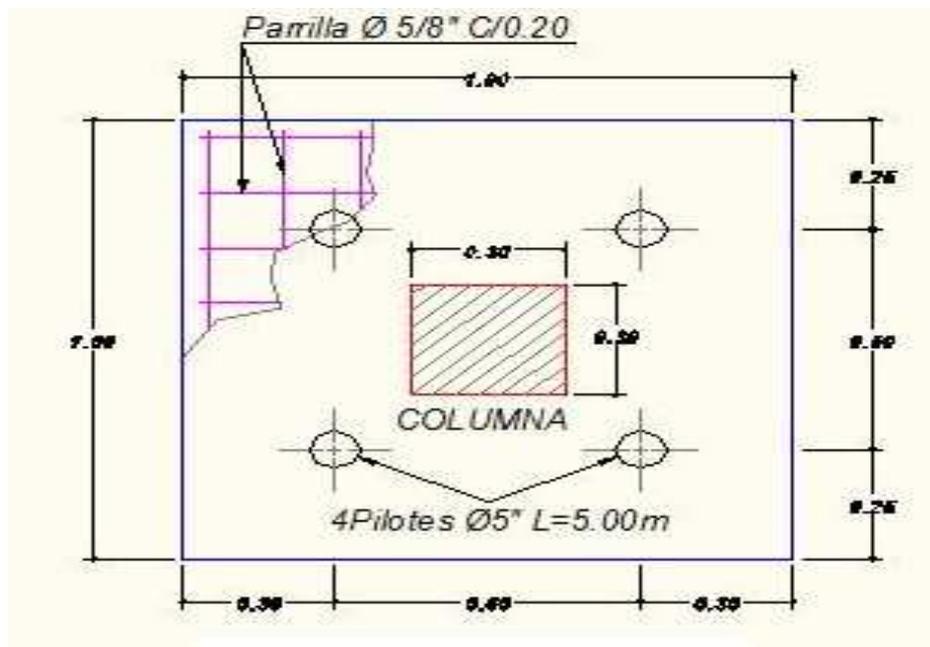


Ilustración 3. Detalle de zapata.

Para llevar a cabo esta actividad primero se amarraron los castillos para columnas en las parrillas para zapatas, se ratificaron los ejes centrando los castillos sembrados y posteriormente se fundieron las zapatas con dimensiones 1.00x1.00x0.45 metros, utilizando concreto de 3000 psi, con acero de refuerzo de  $\text{Ø}5/8''$  separados cada 0.20mtrs tal como lo indica el despiece en el diseño estructural. Ver ilustración 3.

Las cabezas de los pilotes quedaron embebidas en las zapatas a la hora de ser fundidas, esto con el fin de garantizar un apoyo homogéneo para la estructura. Ver fotografía 19.



**Fotografía 19. Fundición zapatas puente Barracón 4.**

**3.5.4 Fundición de pedestales.** Debido a la topografía del terreno se realizaron pedestales para garantizar la altura de las vigas de cimentación para las diferentes estructuras. Los pedestales presentan alturas diferentes, para el caso de los puentes peatonales se tomaron alturas entre 0.30 y 0.60 metros con sección de 0.30x0.30 metros, los pedestales fueron fundidos en concreto de 3000 psi, con recubrimiento de 0.05 metros, de acuerdo a las especificaciones dadas en los planos estructurales. Ver ilustración 4 y fotografía 20.

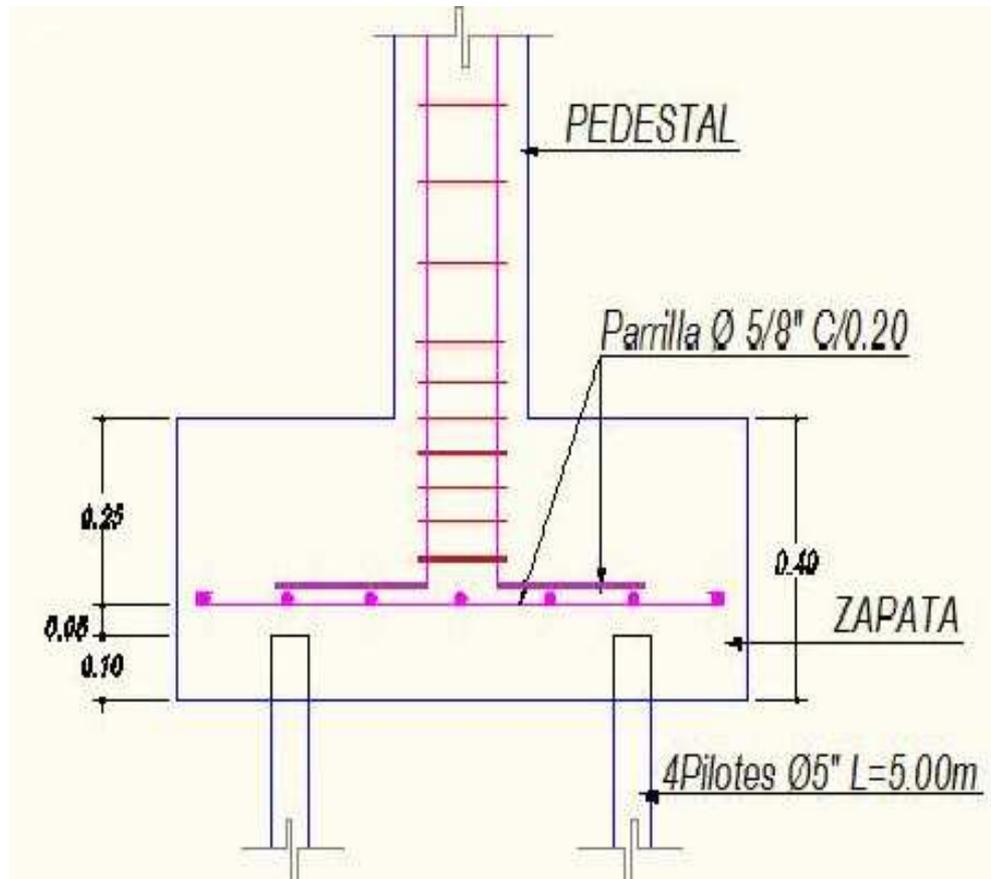


Ilustración 4. Detalle de pedestal.



**Fotografía 20. Fundición de pedestales puente Barracón 4.**

**3.5.5 Vigas de cimentación.** El armado de las vigas de cimentación se realiza empezando con la colocación de los tableros inferiores apoyados en los pedestales para obtener las alturas requeridas, luego se lleva a cabo el figurado, armado del refuerzo, colocación de los tableros laterales y posteriormente su respectiva fundición, para estos elementos estructurales se utiliza 4 varillas  $\text{Ø}5/8''$  para refuerzo longitudinal, y para los estribos  $\text{Ø}3/8''$  separados cada 0.15 metros con recubrimiento de 0.05 metros de concreto, tal como lo indican las especificaciones dadas en los planos estructurales, y sección 0.30x0.30 metros, el concreto utilizado fue de 3000 psi. Ver ilustración 5 y fotografía 21.

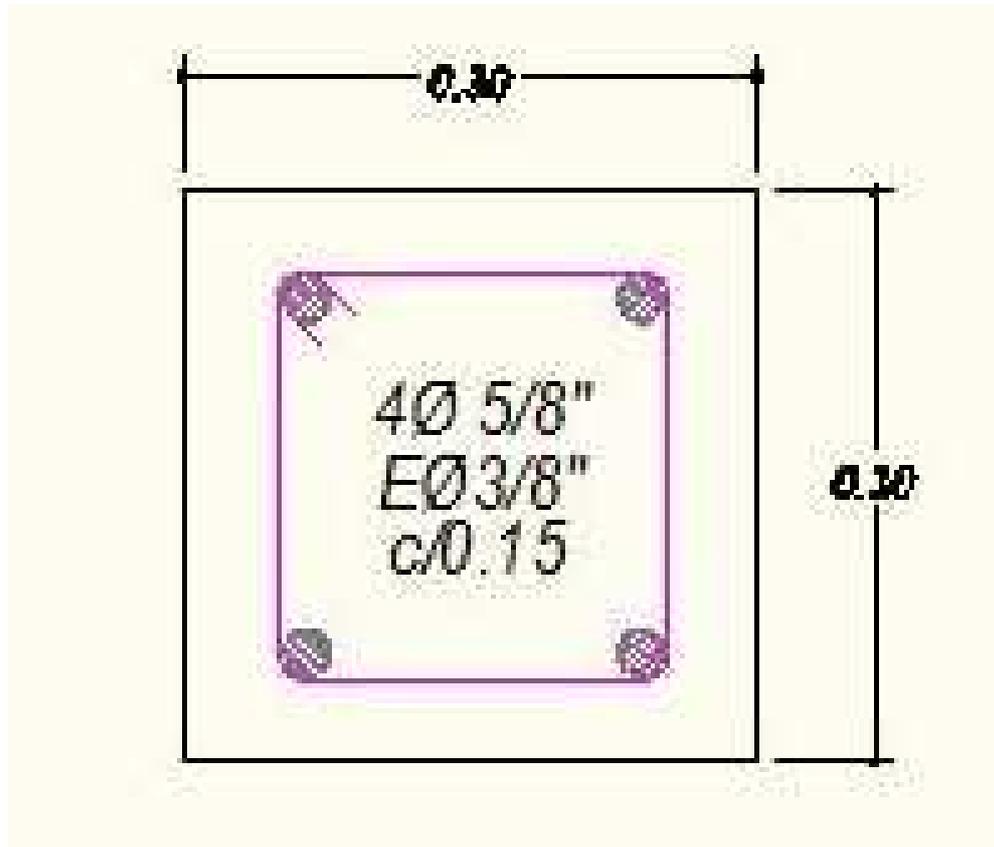


Ilustración 5. Detalle viga de cimentación.



**Fotografía 21. Viga de cimentación puente Barracón 4.**

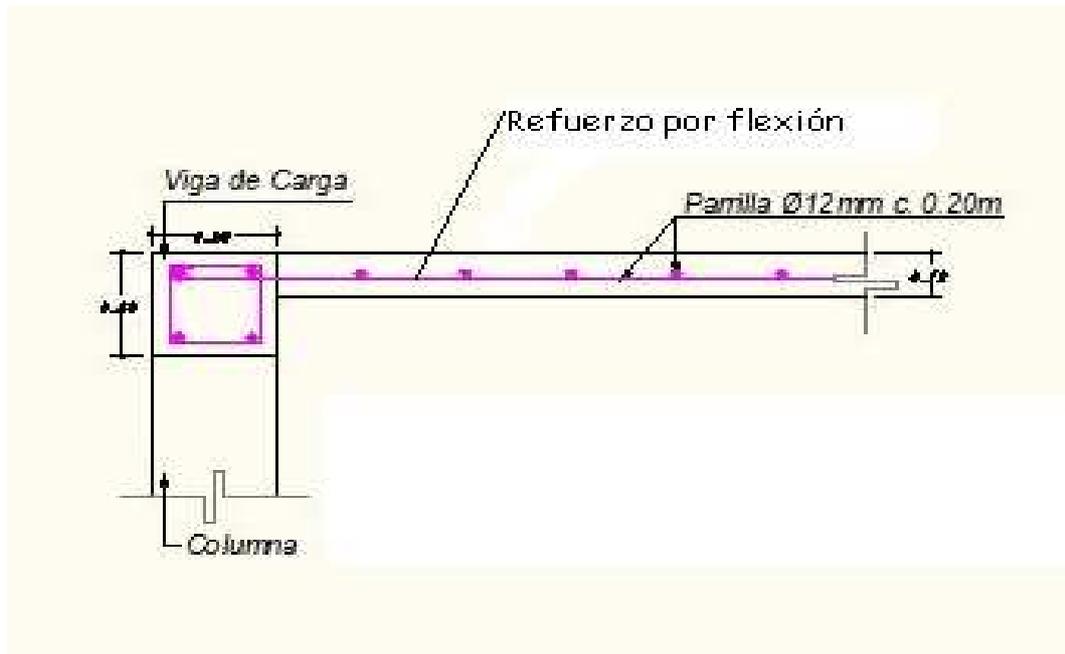
**3.5.6 Columnas.** Para realizar el encofrado de las columnas es necesario rectificar los ejes de las mismas, las formaletas se apuntalan con guaduas por las cuatro caras de la columnas para garantizar su verticalidad y se verifica el alineamiento entre estas, para este elemento estructural se utiliza 4 barras  $\text{Ø}5/8''$  para el refuerzo principal y refuerzo  $\text{Ø}3/8''$  para los estribos con separación de 0.15 metros, durante la fundición se busca siempre que el refuerzo quede centrado garantizando que el recubrimiento en concreto sea el mismo en los cuatro lados de 0.05 metros. Las columnas se funden con concreto de 3000 psi, sección de  $0.30 \times 0.30$  metros y longitud de 2 metros, como lo indican las especificaciones dadas en los planos estructurales. Ver fotografía 22.



**Fotografía 22. Fundición de columnas puente Barracón 4.**

**3.5.7 Viga aérea y losa maciza.** El inicio de esta actividad se da con el encofrado de las vigas aéreas y losa maciza, luego se realiza el armado de las vigas aéreas en las cuales se utiliza 4 varillas de  $\text{Ø}5/8''$  para el refuerzo principal y para los estribos se utilizó refuerzo de  $\text{Ø}3/8''$  separados cada 0.15 metros, una vez terminado el armado de las vigas se da inicio al armado de la losa con en la cual se utiliza refuerzo de  $\text{Ø}1/2''$  separados cada 0.20 metros y colocado en ambas direcciones. La fundición de vigas y losa se realiza continuamente en cada uno de los puentes de acuerdo al cronograma de actividades, fundiendo inicialmente las vigas aéreas con sección de 0.30\*0.30 metros, y posteriormente la losa con un espesor de 0.12 metros y las áreas específicas para cada uno de ellos. Ver ilustración 6 y fotografía 23.

Para la fundición se utiliza concreto de 3000 psi, tal como lo indican las especificaciones dadas en los planos estructurales. Ver fotografía 24.



**Ilustración 6. Detalle de viga aérea y losa maciza**



**Fotografía 23. Encofrado y armado vigas aéreas y losa puente Humberto Manzi.**



**Fotografía 24. Fundición vigas aéreas y losa puente Humberto Manzi.**

**3.5.8 Acabado final.** Terminada la fundición y con el concreto sin fraguar se da inicio al acabado de las obras dándole cierta rugosidad a las losas de los cuatro puentes con un cepillo de cerdas gruesas y en los extremos de las placas se da un acabado fino con una llana para embellecer la obra. Ver fotografía 25.



**Fotografía 25. Acabado final puente Humberto Manzi.**

CONDICIONES CONTRACTUALES VIGENTES				OBRA EJECUTADA			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	MODIFICACIONES Y ADICIONES		CANTIDAD	%
				CANTIDAD +	CANTIDAD -		EJECUTADO
1	PRELIMINARES						
1,1	Demolición	M2	110.24	0	0	110.24	100,0
1,2	Localización y replanteo	M2	110.24	0	0	110.24	100,0
2	CIMENTACIONES						
2,1	Suministro e hincada de Pilotes en mangle D=5", Long.= 5 m.	UNIDAD	120,00	0	0	120.00	100,0
2,2	Excavación manual para zapatas	M3	32.40	0	0	32.40	100.00
2,3	Zapata de 1*1*0,45 m. concreto reforzado	M3	13.50	0	0	13.50	100,0
2,4	Vigas de cimentación 0.30x0.30 m. concreto reforzado, 3000 PSI.	ML	123.80	0	0	123.80	100,0
3	ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO						
3,1	Columnas 0.30x0.30 m. concreto reforzado, 3000 PSI.	ML	54.00	0	0	54.00	100,0
3,2	Vigas aérea 0.30x0.30 m. concreto reforzado, 3000 PSI.	ML	129.80	0	0	129.80	100,0
3,3	Losa maciza e=0,12m, concreto reforzado, 3000 PSI.	M2	110.24	0	0	110.24	100,0

**Tabla 3. Cantidades de Obra en el puente Humberto Manzi.**

CONDICIONES CONTRACTUALES VIGENTES				OBRA EJECUTADA			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	MODIFICACIONES Y ADICIONES		CANTIDAD	%
				CANTIDAD +	CANTIDAD -		EJECUTADO
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>						
1,1	Demolición	M2	160.44	0	0	160.44	100
1,2	Localización y replanteo	M2	214.30	0	0	214.30	100
<b>2</b>	<b>CIMENTACIONES</b>						
2,1	Suministro e hincada de Pilotes en mangle D=5", Long.= 5 m.	UNIDAD	168.00	0	0	168.00	100
2,2	Excavación manual para zapatas	M3	48.92	0	0	48.92	100
2,3	Zapata de 1*1*0,45 m. concreto reforzado	M3	18.90	0	0	18.90	100
2,4	Vigas de cimentación 0.30x0.30 m. concreto reforzado, 3000 psi.	ML	131.90	0	0	131.90	100
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO</b>						
3,1	Columnas 0.30x0.30 m. concreto reforzado, 3000 psi.	ML	38.00	0	0	38	100
3,2	Vigas aérea 0.30x0.30 m. concreto reforzado, 3000 psi.	ML	167.10	0	0	167.10	100
3,3	Losa maciza e=0,12m, concreto reforzado, 3000 psi.	M2	160.44	0	0	160.44	100

**Tabla 4. Cantidades de Obra en el puente Barracón 1.**

CONDICIONES CONTRACTUALES VIGENTES				OBRA EJECUTADA			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	MODIFICACIONES Y ADICIONES		CANTIDAD	% EJECUTADO
				CANTIDAD +	CANTIDAD -		
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>						
1,1	Demolición	M2	86.70	0	0	86.70	100
1,2	Localización y replanteo	M2	86.70	0	0	86.70	100
<b>2</b>	<b>CIMENTACIONES</b>						
2,1	Suministro e hincada de Pilotes en mangle D=5", Long.= 5 m.	UNIDAD	148.00	0	0	148.00	100
2,2	Excavación manual para zapatas	M3	33.70	0	0	33.70	100
2,3	Zapata de 1*1*0,45 m. concreto reforzado	M3	16.65	0	0	16.65	100
2,4	Vigas de cimentación 0.30x0.30 m. concreto reforzado, 3000 psi.	ML	85.90	0	0	85.90	100
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO</b>						
3,1	Columnas 0.30x0.30 m. concreto reforzado, 3000 psi.	ML	37.70	0	0	37.70	100
3,2	Vigas aérea 0.30x0.30 m. concreto reforzado, 3000 psi.	ML	122.05	0	0	122.05	100
3,3	Losa maciza e=0,12m, concreto reforzado, 3000 psi.	M2	95.20	0	0	95.20	100

**Tabla 5. Cantidades de Obra en el puente Barracón 3.**

CONDICIONES CONTRACTUALES VIGENTES				OBRA EJECUTADA			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	MODIFICACIONES Y ADICIONES		CANTIDAD	% EJECUTADO
				CANTIDAD +	CANTIDAD -		
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>						
1,1	Demolición	M2	225.80	0	0	225.80	100
1,2	Localización y replanteo	M2	225.80	0	0	225.80	100
<b>2</b>	<b>CIMENTACIONES</b>						
2,1	Suministro e hincada de Pilotes en mangle D=5", Long.= 5 m.	UNIDAD	248.00	0	0	248.00	100
2,2	Excavación manual para zapatas	M3	57.70	0	0	57.70	100
2,3	Zapata de 1*1*0,45 m. concreto reforzado	M3	27.90	0	0	27.90	100
2,4	Vigas de cimentación 0.30x0.30 m. concreto reforzado, 3000 psi.	ML	207.10	0	0	207.10	100
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA EN CONCRETO REFORZADO</b>						
3,1	Columnas 0.30x0.30 m. concreto reforzado, 3000 psi.	ML	84.30	0	0	84.30	100
3,2	Vigas aérea 0.30x0.30 m. concreto reforzado, 3000 psi.	ML	254.70	0	0	254.70	100
3,3	Losa maciza e=0,12m, concreto reforzado, 3000 psi.	M2	225.80	0	0	225.80	100

**Tabla 6. Cantidades de Obra en el puente Barracón 4.**

#### **4. CONCLUSIONES**

Se vigiló, controló e inspeccionó diariamente el proceso constructivo de los puentes llevando la obra a un feliz término.

Los problemas presentados durante la ejecución del proyecto se solucionaron de manera rápida y eficiente cumpliendo con las normas técnicas.

Se cumplió a cabalidad el cronograma de actividades cumpliendo con el tiempo de ejecución de la obra.

En todo momento se contó con los elementos de seguridad en la obra razón por la cual no se tubo ningún accidente.

En la excavación del puente Barracón 1, se encontró un tronco de mangle el cual debido a las condiciones físicas en las cuales se encontraba se decidió dejarlo como parte de la cimentación.

Fue necesario aplicar aditivos como (SIKASET-L) en la construcción de los puentes para acelerar el fraguado, y (PLASTOCRETE-DM), debido a la exposición al mar para reducir la permeabilidad y la formación de hormigueros.

Por tratarse de obras con influencia del mar fue necesario aplicar pintóxido en el refuerzo para evitar la corrosión del mismo.

## **5. RECOMENDACIONES**

Verificar en todo momento que las empresas constructoras en el municipio cumplan con todos los requisitos en cuanto a seguridad industrial y el buen uso de los elementos de protección para con el personal que labora en las obras, ya que la accidentalidad en las obras suele ocurrir con frecuencia y generalmente las empresas que realizan actividades de construcción en el municipio de Tumaco no brindan las condiciones necesarias de seguridad.

Garantizar el curado del concreto utilizando aditivos para tal fin, ya que el municipio no cuenta con un eficiente servicio de agua potable y esto dificulta de manera drástica la labor del buen curado para adquirir las resistencias requeridas en las obras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

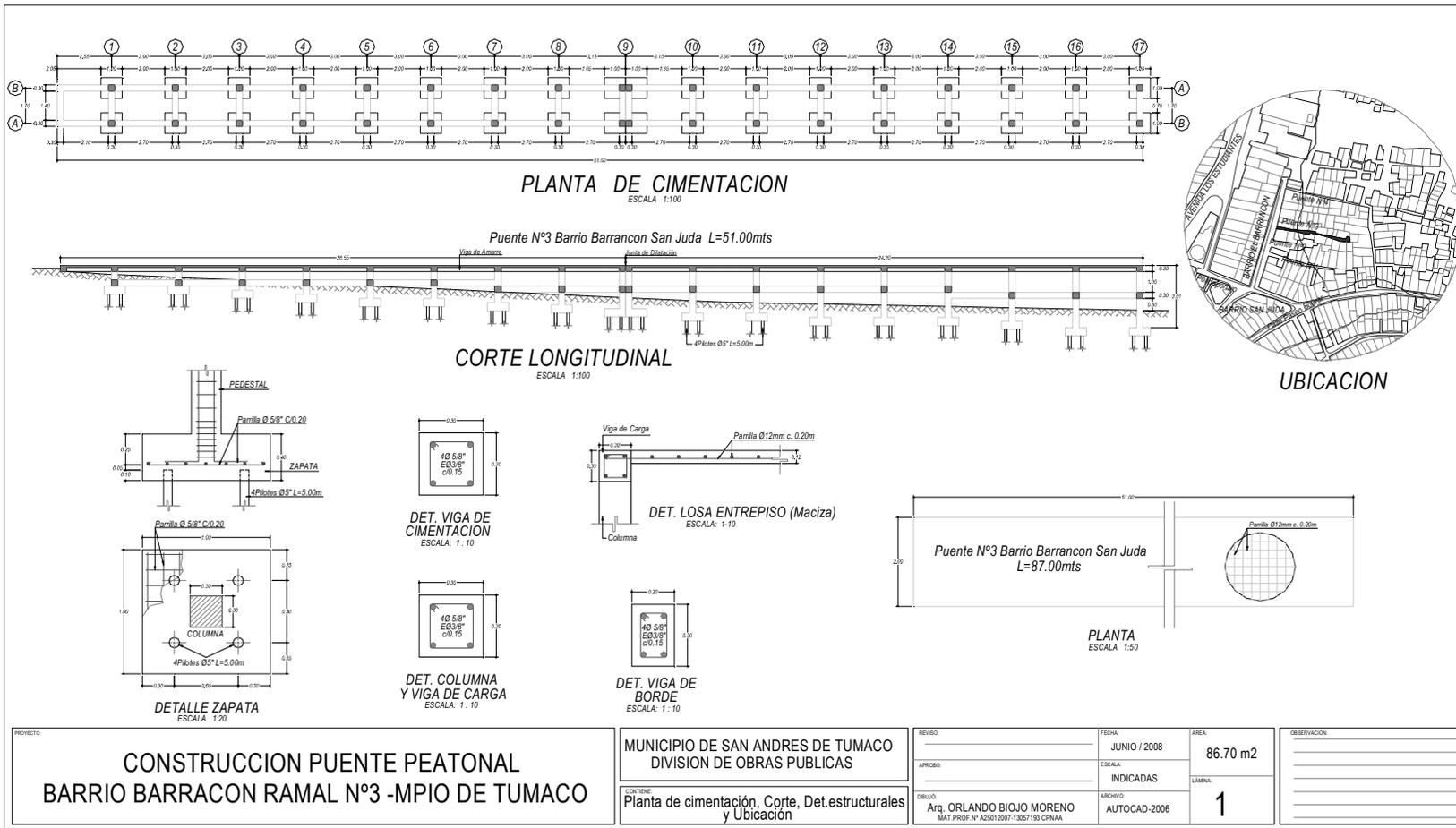
INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Trabajos escritos, presentación y referencias bibliográficas. Sexta Actualización. Santafé de Bogotá: ICONTEC, 2008.

NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE, Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Santafé de Bogotá.

SIKA ANDINA S.A. Manual de productos. 3 ed. Santafé de Bogotá, D.C.: SIKA ANDINA S.A. 2001.

## **ANEXOS**

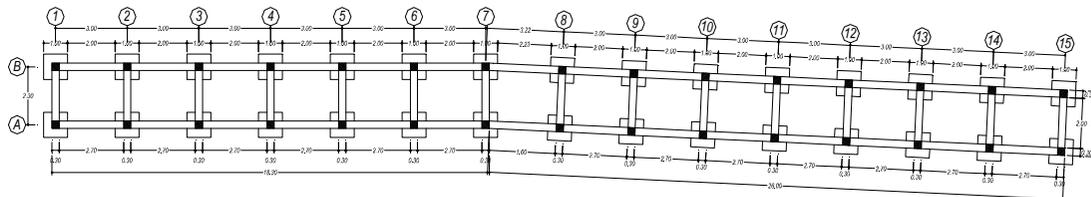
**ANEXO A. PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y ESTRUCTURALES DE LOS  
PUENTES PEATONALES HUMBERTO MANZI, BARRACÓN 1, BARRACÓN 3 Y  
BARRACÓN 4.**



PROYECTO:  
**CONSTRUCCION PUENTE PEATONAL  
 BARRIO BARRACON RAMAL N°3 -MPIO DE TUMACO**

MUNICIPIO DE SAN ANDRES DE TUMACO  
 DIVISION DE OBRAS PUBLICAS  
 CONTENIDO:  
 Planta de cimentación, Corte, Det.estructurales  
 y Ubicación

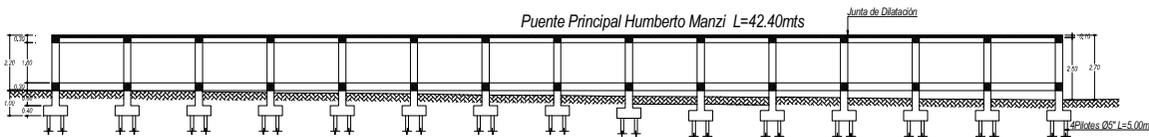
REVISO:	FECHA:	AREA:	OBSERVACION:
APROBADO:	JUNIO / 2008	86.70 m2	
SIBILO:	INDICADAS	LAMINA:	
Art. ORLANDO BUIJO MORENO MAT PROF N° A25912027-1397191 CPNIA	ARCHIVO: AUTOCAD-2006	<b>1</b>	



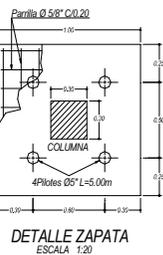
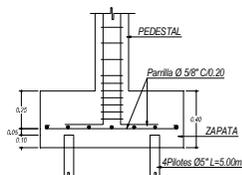
**PLANTA DE CIMENTACION**  
ESCALA 1:100



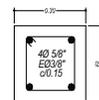
**UBICACION**



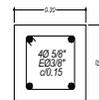
**CORTE LONGITUDINAL**  
ESCALA 1:100



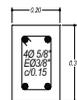
**DETALLE ZAPATA**  
ESCALA 1:20



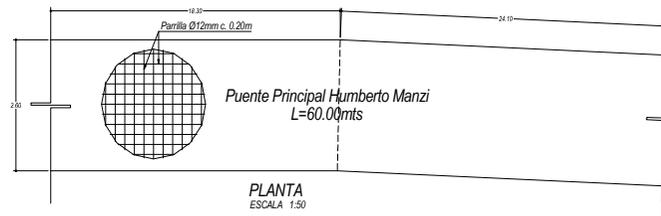
**DET. VIGA DE CIMENTACION**  
ESCALA: 1:10



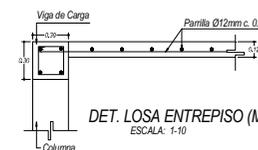
**DET. COLUMNA Y VIGA DE CARGA**  
ESCALA: 1:10



**DET. VIGA DE BORDE**  
ESCALA: 1:10



**PLANTA**  
ESCALA 1:50



**DET. LOSA ENTREPISO (Maciza)**  
ESCALA: 1:10

PROYECTO:  
**CONSTRUCCION PUENTE PEATONAL HUMBERTO MANZI  
INTERSECCION BARRIO LAS FLORES  
MUNICIPIO DE TUMACO**

MUNICIPIO DE SAN ANDRES DE TUMACO  
DIVISION DE OBRAS PUBLICAS  
CONTIENE:  
**Planta de cimentación, Corte, Det.estructurales  
y Ubicación**

REVISO:	FECHA: JUNIO / 2008	AREA: 110.24 m2
APROBO:	ESCALA: INDICADAS	LAMINA:
DEBULO: Arq. ORLANDO BIOJO MORENO	ARCHIVO: AUTOCAD-2006	<b>1</b>

OBSERVACION:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

