

**CONTROL DE OBRAS CIVILES EN ECOPETROL S.A. CON LA EMPRESA  
SEIMA LTDA**

**CESAR ARMANDO ESPINOSA URIBE**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2013**

**CONTROL DE OBRAS CIVILES EN ECOPETROL S.A. CON LA EMPRESA  
SEIMA LTDA**

**CESAR ARMANDO ESPINOSA URIBE**

**Práctica Empresarial como requisito para optar  
al título de Ingeniero Civil**

**Director:**

**CLAUDIA PATRICIA RETAMOSO LLAMAS**

**M.I.C. Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2013**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Bucaramanga, Marzo de 2013.

## **DEDICATORIA**

**Dedico este proyecto a DIOS, por darme el don de la vida y el discernimiento para hacer las cosas mejor cada día. A mis padres por el apoyo constante que desde niño me han brindado, y porque han creído a mí, sin importar que obstáculos se hayan puesto en el camino. Y a mis hermanas, porque a través de los consejos y regaños, me han enseñado la importancia de práctica de los valores y las virtudes en la vida profesional**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, le doy gracias a DIOS, porque sin él nada es posible. Por permitirme lograr este sueño y llenarme de los dones del espíritu santo para responder con sabiduría, entendimiento y discernimiento cada reto académico, que se trazan en este camino de formación profesional.

Gracias a mi familia por brindarme un apoyo constante e incondicional, por levantarme cada vez que pude haber caído, por enseñarme la importancia de la dedicación, el esfuerzo y la perseverancia para tener éxito en la vida; y por inculcarme cada día la práctica de los valores para ser un profesional integral.

Gracias a la Universidad Pontificia Bolivariana por su excelente formación académica, y por enseñarme la importancia de la moral, para hacer de mí un ser humano con principios y fundamentos. A la ingeniera Claudia Patricia Retamoso Llamas, por el acompañamiento constante, y despejar cada una de mis dudas durante la ejecución de las actividades. Y a todos los docentes, que hicieron parte de mi formación profesional, durante el transcurso de mi carrera.

Gracias a la empresa SEIMA LIMITADA, por darme la oportunidad de realizar mi trabajo de grado, y poner en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería civil. Al ingeniero Gustavo Solano, por la confianza y el apoyo durante la realización de mi trabajo, a través del excelente rendimiento que se tuvo durante la ejecución de los contratos. A la ingeniera Viviana Marcela Jaimes, por su responsabilidad y buen desempeño como jefe, enseñándome, todos los conocimientos necesarios en la realización de obras civiles con

ECOPETROL S.A. Y a todo el equipo de trabajo que día a día estuvo conmigo en el desarrollo de mis capacidades como ingeniero civil.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	22
1. OBJETIVOS.....	23
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	23
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
2. JUSTIFICACION .....	25
3. ALCANCE .....	26
4. EMPRESA.....	28
4.1. GENERALIDADES.....	28
4.2. MISIÓN DE LA EMPRESA.....	29
4.3. VISIÓN DE LA EMPRESA.....	29
4.4. POLÍTICAS DE LA EMPRESA.....	30
4.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA.....	30
4.6. PROYECTOS EJECUTADOS POR LA EMPRESA SEIMA LIMITADA. ....	32
4.6.1. Obras de Construcción, Mantenimiento y Limpieza en las Áreas Aledañas a las Locaciones, Unidades de Bombeo y/o Facilidades de Superficie, Estaciones y Áreas Operativas del Sector Norte del Campo Casabe de la Superintendencia de Operaciones del Río de la Gerencia Regional Magdalena Medio de Ecopetrol S.A. Ubicada en el Municipio de Yondó (Antioquia) para el Año 2011.....	32
4.6.2. Construcción y Mantenimiento de Obras Civiles para Locaciones, Vías, Plantas y Edificaciones en la Superintendencia de Operaciones de Mares de la Gerencia Regional Magdalena Medio, Ubicada en el Departamento de Santander para la Vigencia del 2011.....	33

4.6.3. Obras Civiles en Pozos Petroleros del Campo Cantagallo y sus Áreas de Influencia de la Superintendencia de Operaciones del Río de la Gerencia Regional Magdalena Medio De Ecopetrol S.A. Vigencia 2011.....	34
5. MARCO TEÓRICO .....	35
5.1. CONSTRUCCIÓN DE ANCLAJES MÓVILES.....	35
5.2 CONSTRUCCIÓN ANCLAJES TIPO I PARA EQUIPOS DE REACONDICIONAMIENTO DE POZOS DE LA SOR .....	37
5.3 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DIQUE DE PROTECCIÓN DE POZOS DE LA SOR.....	39
5.4. CONSTRUCCION Y DISPOSICION DE HEXAPODOS H-430.....	40
6. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR EL PRACTICANTE .....	43
6.1. OBRAS PARA LA PROTECCION DE LAS INSTALACIONES, CONTRA LA ACCION EROSIVA DEL RIO MAGDALENA, EN EL CAMPO CASABE Y SUS AREAS DE INFLUENCIA DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DEL RIO, DE LA GERENCIA REGIONAL DEL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A .....	45
6.2. PROCEDIMIENTO BATIMETRÍA .....	65
6.3. DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS H-430 .....	68
6.4. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSA ARENA CEMENTO .....	82
6.5. CONSTRUCCIÓN DE GAVIONES .....	87
7. CONSTRUCCIÓN DE ANCLAJES MÓVILES Y OBRAS CIVILES EN POZOS PETROLEROS PARA LOS CAMPOS CASABE Y CANTAGALLO DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DEL RIO DE LA GERENCIA REGIONAL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A .	108
7.1. CONSTRUCCION DE ANCLAJE TIPO 1 .....	109
7.2. DEMOLICIÓN DE BASE FIJA DE UNIDAD DE BOMBEO EN CONCRETO REFORZADO .....	116

7.3. TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS .....	119
7.4. CONSTRUCCION DE ANCLAJES MOVILES .....	121
8. CONCLUSIONES .....	137
9. RECOMENDACIONES .....	139
BIBLIOGRAFÍA .....	140
ANEXOS .....	141

## LISTA DE TABLA

	Pág.-
Tabla 1. Gestión en el área “HSE” .....	43
Tabla 2. Estudio de económico y localización para selección de lote de construcción. ....	46
Tabla 3. Diseño de mezcla y resistencia mínima a los 28 días.....	51
Tabla 4. Proyección mensual construcción hexápodos, Yondó (Antioquía) ....	52
Tabla 5. Proyección mensual construcción hexápodos, Puerto Wilches (Santander) .....	53
Tabla 6. Diseño de mezcla para una resistencia de 2100 psi .....	58
Tabla 7. Dosificación empírica de agregados para concreto de 2100 psi.....	59
Tabla 8. Diseño de mezcla 1:3:4 laboratorio SECOIN LTDA .....	59
Tabla 9. Dimensiones tramo de disposición, Puerto Casabe.....	75
Tabla 10. Cantidad disposición de hexápodos y viajes, tramo Puerto Casabe.	76
Tabla 11. Dimensiones tramo de disposición, Puerto Thomas .....	76
Tabla 12. Cantidad disposición de hexápodos y viajes, tramo Puerto Thomas	76
Tabla 13. Dimensiones tramo de disposición, Puerto los Mangos.....	77
Tabla 14. Cantidad disposición de hexápodos y viajes, tramo Puerto los Mangos.....	77
Tabla 15. Cantidad total en Campo Casabe, ECOPETROL S.,A .....	77
Tabla 16. Campo Cantagallo isla iv, ECOPETROL S.A.....	80
Tabla 17. Cantidad disposición de hexápodos y viajes, ISLA IV Campo Cantagallo .....	81
Tabla 18. Cantidad total Campo Cantagallo, ECOPETROL S.A. ....	81
Tabla 19. Distribución hexápodos h-430 en la SOR, ECOPETROL S.A. ....	81
Tabla 20. Muro de contención, gavión peñas blancas k8+500 .....	89
Tabla 21. Muro de contención, gavión peñas blancas k4+500 .....	97
Tabla 22. Muro de contención, gavión peñas blancas k3+500 .....	102
Tabla 23. Cantidad de material estimado para construcción de anclaje tipo 1.....	113
Tabla 24. Dosificación para diseño de mezcla de concreto 1:2:3 .....	124

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.-
Figura 1. Puente Guillermo Gaviria Correa que conecta a Barrancabermeja (Santander) con Yondó (Antioquía) .....	29
Figura 2. Organigrama de la Empresa .....	31
Figura 3. Dimensiones Anclaje móvil .....	35
Figura 4. Ejemplo anclaje móvil, Villavicencio (meta) .....	35
Figura 5. Embebido metálico de 4", anclaje movil.....	36
Figura 6. Anclaje tipo 1, campo casabe .....	38
Figura 7. Anclaje tipo 1, campo Cantagallo .....	38
Figura 8. Ejemplo de traba de la bolsa arena cemento para conformación de dique.....	39
Figura 9. Capacitación de riesgos de trabajo en el área, Puerto Carmelita. ...	43
Figura 10. Lote de construcción hexápodos h-430, puerto carmelitas.....	47
Figura 11. Cerramiento lote de construcción, acopio Puerto Carmelitas .....	47
Figura 12. Tramo de rocería, dique municipio de Yondó .....	48
Figura 13. Desmonte y corte de maleza con guadaña, dique casabe .....	49
Figura 14. Espacio de acceso en dique para flujo vehicular .....	49
Figura 15. Utilización de rulas como elemento de corte. ....	50
Figura 16. Lote de construcción y almacenamiento hexápodos, Puerto Carmelitas .....	52
Figura 17. Lote de construcción y almacenamiento hexápodos, Pto. Wilches .	53
Figura 18. Cemento Cemex portland tipo 1, normas Icontec 121 y 321 .....	54
Figura 19. Acero de refuerzo para hexápodos h-430, varilla corrugada pdr 60 de ½" .....	54
Figura 20. Agregados para el diseño de mezcla de concreto 1:3:4 .....	55
Figura 21. Acopio Puerto Wilches (Santander) .....	55
Figura 22. Acopio Yondó (Antioquia), Puerto Carmelitas.....	56
Figura 23. Formaleta inferior en madera.....	56
Figura 24. Instalación de las bases con formaleta inferior metálica .....	57
Figura 25. Instalación y amarre de formaleta de hexápodos H-430.....	58

Figura 26. Muestras de concreto para ensayos de compresión .....	60
Figura 27. Preparación de la mezcla de concreto 1:3:4 de 2100 psi .....	61
Figura 28. Vaciado de concreto para construcción de hexápodos h-43 .....	62
Figura 29. Vaciado completo de concreto y resane de la estructura, hexápodo h-430.....	62
Figura 30. Retiro de formaleta metálica lateral y superior, hexápodo h-430.....	63
Figura 31. Izaje hexápodos para almacenamiento .....	64
Figura 32. Almacenamiento hexápodos h-430, Puerto Carmelita.....	64
Figura 33. Ejemplo de estudio de batimetría .....	65
Figura 34. Levantamiento de líneas de corriente, sector casabe ECOPETROL S.A.....	66
Figura 35. Levantamiento batimétrico río magdalena, sector Yondó - Barrancabermeja .....	66
Figura 36. Instalación de bolsacretos dique de protección (ejemplo) .....	67
Figura 37. Traslado hexápodos a la orilla para cargue en planchón.....	68
Figura 38. Amarre de las guayas a la estructura para izaje .....	69
Figura 39. Cargue hexápodos h-430 para disposición.....	69
Figura 40. Puerto casabe, vertimiento estación 3.....	70
Figura 41. Vista cercana al vertimiento de la estación 3.....	71
Figura 42. Descargue de hexápodos h-430 en el vertimiento de la estación 3.	71
Figura 43. La instalación de los hexápodos va hasta el borde superior del talud.....	72
Figura 44. Puerto Thomas, tramo erosionado - punto de disposición 2.....	72
Figura 45. Amarre de guayas a las estructuras para ser dispuestas junto al talud.....	73
Figura 46. Disposición puerto Thomas, tramo 1 .....	73
Figura 47. Disposición puerto Thomas, tramo 2 .....	73
Figura 48. Disposición puerto Thomas, tramo 3 .....	74
Figura 49. Puerto los mangos, tramo erosionado - punto de disposición 3 .....	74
Figura 50. Tramo completo de disposición hexápodos h-430, puerto los mangos.....	75
Figura 51. Amarre e izaje de hexápodos h – 430 para instalación en ISLA IV .	78

Figura 52. Isla IV campo Cantagallo, gerencia regional magdalena medio de la SOR.....	78
Figura 53. Disposición hexápodos tramo 600 metros, isla iv campo Cantagallo .....	80
Figura 54. Disposición hexápodos h-430, acuerdo asociaciones y ECOPETROL S.A, rivera puerto Wilches .....	82
Figura 55. Ejemplo de contrapozo, pozo YR 95 Campo Casabe.....	83
Figura 56. Método de trabado de bolsas arena cemento para la conformación del dique .....	85
Figura 57. Preparación de la mezcla arena - cemento .....	86
Figura 58. Conformación dique de protección pozo productor .....	86
Figura 59. Culminación dique de protección pozo productor ECOPETROL S.A.....	86
Figura 60. Cambio de alambre galvanizado calibre 16 a calibre 14.....	89
Figura 61. Especificacion gavion convencio .....	90
Figura 62. Perfil gavión k8+500, Peñas Blancas .....	90
Figura 63. Diagrama de construcción gavión k8+500, Peñas Blancas .....	91
Figura 64. Remoción de troncos, raíces, material orgánico y demás materiales, gavión k8+500 peñas blancas.....	91
Figura 65. Cargue, retiro y disposición de materiales sobrantes de excavación k8+500.....	92
Figura 66. Ampliación y adecuación vía k8+500 para la seguridad y el paso de los vehículos.....	92
Figura 67. Fundición soldado de limpieza e=5cm para nivel 1, .....	93
Figura 68. Agregado pétreo para la elaboración de concreto ciclópeo, nivel 1 gavión k8+500, Peñas Blancas. ....	93
Figura 69. Elaboración e instalación gavión nivel 1 k8+500, Peñas Blancas....	94
Figura 70. Formaleta en madera para garantizar la geometría del gavión .....	94
Figura 71. Fundición de solado de limpieza nivel 2 y nivel 3, y construcción nivel 2 .....	95
Figura 72. Construcción nivel 3 y nivel 4 gavión k8+500, Peñas Blancas .....	95
Figura 73. Construcción nivel 5 gavión k8+500, Peñas Blancas .....	96

Figura 74. Instalación de geotextil de tipo no tejido 1600 pavco en el área de contacto entre el suelo y el gavión k8+500, Peñas Blancas.....	96
Figura 75. Relleno y compactación con material gravo arcilloso, para conformación de vía k8+500, Peñas Blancas.....	97
Figura 76. Diagrama de construcción gavión k4+500, Peñas Blancas .....	98
Figura 77. Retiro de material sobrante de excavación k4+500, Peñas Blancas.....	99
Figura 78. Fundición placa en concreto e=10cm gavión k4+500, Peñas Blancas.....	100
Figura 79. Construcción e instalación primer nivel gavión k4+500, Peñas Blancas.....	100
Figura 80. Construcción segundo nivel gavión k4+500, Peñas Blancas.....	101
Figura 81. Instalación de geotextil de tipo no tejido 1600 pavco en el área de contacto entre el suelo y el gavión k4+500, Peñas Blancas.....	101
Figura 82. Relleno y compactación cada 0.3m para conformación de vía k4+500, Peñas Blancas.....	102
Figura 83. Diagrama de construcción gavión k3+500, peñas blancas.....	103
Figura 84. Adecuación y replanteo de terreno para niveles y construcción de gavión k3+500, peñas blancas .....	103
Figura 85. Deslizamiento material suelto en el k3+500, peñas blancas .....	104
Figura 86. Construcción primer nivel de gavión k3+500, peñas blancas .....	104
Figura 87. Construcción segundo nivel de gavión k3+500, Peñas Blancas....	105
Figura 88. Utilización de geotextil como polisombra k3+500, Peñas Blancas	105
Figura 89. Demarcación y señalización vial en el k3+500, Peñas Blancas ...	106
Figura 90. Vista perfil de los 4 niveles del gavión k3+500, Peñas Blancas ...	107
Figura 91. Cuadro de actividades de ECOPETROL S.A en Campo Casabe..	108
Figura 92. Cuadro de actividades de ECOPETROL S.A en Campo Cantagallo .....	109
Figura 93. Elementos anclaje tipo 1, Campo Casabe .....	111
Figura 94. Distanciamiento anclajes tipo 1, sección 6 norma api rg 4p .....	112
Figura 95. Variación de la capacidad de los anclajes, sección 6 norma api rg 4p .....	112

Figura 96. Excavación anclaje tipo 1.0 * 1.0 * 1.5 – campo casabe.....	113
Figura 97. Amarre de la guaya 1” 6*19 IWRC, suministrado por ECOPETROL S.A.....	114
Figura 98. Nivel que la guaya debe tener por encima del terreno, entre 25 y 30 cm máximo .....	114
Figura 99. Amarre de los ganchos de los cables de tensión de la torre de los vientos de ECOPETROL S.A, Campo Casabe .....	115
Figura 100. Base fija de unidad de bombeo en concreto reforzado.....	116
Figura 101. Demolición base portátil de unidades de bombeo de concreto reforzado .....	117
Figura 102. Tubería con presencia de gas junto a la placa. ....	117
Figura 103. Nivelación y compactación del sitio de demolición de la unidad de bombeo, Peñas Blancas.....	118
Figura 104. Inspección de sitio por parte de las distintas dependencias de ECOPETROL S.A.....	119
Figura 105. Cargue, retiro y disposición de escombros producto de la demolición .....	119
Figura 106. Trayecto desde la locación en campo casabe hasta la escombrera en Barrancabermeja (Santander) .....	120
Figura 107. Dimensiones anclaje móvil ECOPETROL S.A.....	121
Figura 108. Peso total estructura anclaje móvil, Villavicencio (Meta) .....	122
Figura 109. Amarre y espaciado de acero de refuerzo de anclaje móvil cada 25 cm.....	125
Figura 110. Instalación de embebido metálico 4”, anclaje móvil.....	125
Figura 111. Cambio de la longitud de las bases del embebido metálico a 1.8m .....	126
Figura 112. Figurado de acero de refuerzo según especificaciones técnicas.	127
Figura 113. Amarre de acero de refuerzo junto con embebido metálico 4” ....	127
Figura 114. Formaleta metálica hermética para construcción de anclaje móvil.....	128

Figura 115. Instalación de cajones de madera, para sujetar el gancho de los cables de tensión de la torre de los vientos .....	129
Figura 116. Fisura en la superficie de la estructura de concreto, anclaje móvil .....	130
Figura 117. Aplicación Sikadur 32 en anclaje móvil.....	131
Figura 118. Muestras de concreto para ensayos de compresión a 7,14 y 28 días.....	132
Figura 119. Ensayos de compresión en laboratorio Secoin limitada, Barrancabermeja.....	132
Figura 120. Logotipo ECOPETROL S.A cara frontal anclaje móvil.....	133
Figura 121. Instalación de Angulo en las aristas de 2 x 2 x 3/8” .....	133
Figura 122. Izaje anclaje móvil con P&H de 40 toneladas, en cama baja con capacidad máxima de dos anclajes .....	134
Figura 123. Funcionamiento de anclaje móvil en locaciones de ECOPETROL S.A.....	134
Figura 124. Vista zoom de cable de tensión sujeto al anclaje móvil a través de un gancho hidráulico. ....	135

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.-</b>
Anexo A: Análisis De Trabajo Seguro, Anclajes Moviles .....	141
Anexo B: Instructivo De Procedimiento Constructivo .....	142
Anexo C: Certificado De Apoyo En Excavación.....	143
Anexo D: Permiso de Trabajo En Caliente, Construcción de Anclajes .....	144
Anexo E: Planos de Diseño de Construcción Anclajes Móviles .....	145
Anexo F: Resultados Ensayos de Compresión, Secoin Ltda.....	148



## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

- TÍTULO:** Control de Obras Civiles en Ecopetrol S.A. con la empresa SEIMA Ltda.
- AUTOR:** Cesar Armando Espinosa Uribe
- FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Civil
- DIRECTOR(A):** Claudia Patricia Retamoso Llamas

### RESUMEN

La práctica empresarial se desarrolló en los municipios de Yondó (Antioquía), Puerto Wilches (Santander) y Cantagallo (Bolívar), con la empresa SEIMA LIMITADA dedicada a obras civiles, servicios y mantenimientos en la superintendencia de operaciones del rio, de la gerencia regional del Magdalena Medio de ECOPETROL S.A.

El objetivo principal de la práctica era brindar apoyo técnico y humano en cada una de las actividades de obra civil tales como la construcción de hexápodos, para el control de erosión y socavación; de anclajes, para las torres telescópicas; diques de bolsa arena cemento, para la protección de pozos petroleros; y muros de contención en gaviones, en las vías de ECOPETROL S.A, en el corregimiento de Peñas Blancas.

Por otra parte, el practicante llevo un registro de todas las actividades ejecutadas en obra, para mostrar cada uno de los procesos de manera

detallada a la interventoría de ECOPETROL S.A, demostrando el cumplimiento de los estándares de calidad requeridos en las especificaciones técnicas de los contratos en ejecución y la Normatividad Colombiana.

**PALABRAS CLAVES:** Hexápodo H-430, Anclaje Móvil, erosión, socavación, muros de contención, análisis de trabajo seguro, permisos de trabajo en caliente, dique, torre telescópica e instructivo de procedimiento constructivo.



## GENERAL SUMMARY OF DEGREE WORK

**TITLE:** Control of civil works at Ecopetrol S.A with SEIMA LTDA Company.

**AUTHOR:** Cesar Armando Espinosa Uribe

**FACULTY:** Faculty of Civil Engineering

**DIRECTOR:** Claudia Patricia Retamoso Llamas

### ABSTRACT

This business practice was developed at Yondó (Antioquia), Puerto Wilches (Santander) and Cantagallo (Bolívar) municipalities. It was developed with SEIMA LIMITADA Company. This company is dedicated to civil works, services and maintenances in the superintendence of river's operations, of the regional management of Magdalena Medio of ECOPETROL S.A.

The principal aim of this practice was to offer technical and human support in each one of the activities of civil works such as the construction of hexapods, for the control of erosion and undercut; the construction of anchors, for telescopic towers; the building of cement and sand bag dikes, for the protection of oil wells and also the building of gabion retaining walls in the pathways of ECOPETROL S.A at Peñas Blancas village.

The practitioner kept a record of all activities performed on work to show each one of the process in detail to the auditing of ECOPETROL S.A in order to

demonstrate the fulfillment of the quality standards required in the technical specifications of the contracts running and Colombian law.

**KEY WORDS:** Hexapod H-430, Mobile Anchor, Erosion, Undercut, Retaining walls, Safe work analysis, Dike, Telescopic tower, Work licenses and Instructional construction procedure.

## INTRODUCCIÓN

La Escuela de Ingeniería civil de la Universidad la Universidad Pontificia Bolivariana, otorga a sus estudiantes la opción de realizar su proyecto de grado en la modalidad de pasante, para que el estudiante logre aplicar los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de su carrera y complementarlos con las actividades ejecutadas durante los seis meses de práctica empresarial, de esta manera, formar un profesional integral.

La empresa SEIMA LIMITADA ofrece al pasante, el cargo de auxiliar de ingeniería, que en el cual se ejecutan durante un periodo de 6 meses, todas las actividades correspondientes a los contratos de obra civil con ECOPETROL S.A en la superintendencia de operación del río de la gerencia regional del Magdalena Medio.

Las actividades que se realizaron durante este periodo fueron la construcción de hexapodos H-430 como obras de protección contra la acción erosiva del río Magdalena en la región del Magdalena Medio; la construcción de anclajes móviles para las torres telescópicas de los pozos petroleros, construcción de muros de contención en gavión y la conformación de diques de protección de contrapozos contra futuras inundaciones en el municipio de Yondó, Antioquia.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL.**

- Control de las actividades establecidas en los contratos con ECOPETROL S.A referentes a la construcción de estructuras en concreto reforzado (Hexápodos) para protección de instalaciones, contra la acción erosiva del Rio Magdalena; y la construcción de anclajes móviles para la instalación de pozos petroleros en Campo Casabe y Cantagallo.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Aplicar apropiadamente el sistema de gestión de calidad establecido por la empresa SEIMA LIMITADA, para la elaboración de obras civiles.
- Verificar que los procesos que se realizan en los diferentes proyectos de la empresa SEIMA LIMITADA, se hagan según las especificaciones técnicas establecidas en los diseños.
- Llevar un registro diario de las actividades realizadas en campo, para hacer un control mensual que la empresa ECOPETROL S.A solicita al Contratista, para analizar el cumplimiento del plan detallado de trabajo de SEIMA LIMITADA referente a cada proyecto, garantizando que las características técnicas estén acorde a las especificaciones estipuladas en el contrato.
- Verificar la calidad de los materiales a utilizar para la construcción de los elementos estructurales, y las labores realizadas por parte de los trabajadores al ejecutar cada una de las actividades correspondientes a cada proyecto.

- Supervisar el desempeño del personal para tener un mejor control de las actividades y estimar un rendimiento de obra.

## 2. JUSTIFICACION

Dada la oportunidad de realizar la práctica empresarial en la empresa SEIMA LIMITADA, busco obtener una mejor formación profesional y adquirir una experiencia laboral, para aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera, complementando la teoría con la práctica, y así tener buenos cimientos, con los cuales podré enfrentar los posibles problemas que se presentan día a día, a causa del enemigo número uno de toda obra civil: el agua

En el año 2010, con el fenómeno de la niña, en la región del Magdalena Medio se presentó una serie de inundaciones, debido a la creciente del río Magdalena, dejando daños a nivel económico, social y ambiental. Por ello, ECOPETROL S.A propone una serie de alternativas, que mitiguen el impacto sobre las riveras de los municipios de Yondó, Puerto Wilches y Cantagallo particularmente.

La erosión hídrica presente en los taludes de estas regiones, fue una de las razones principales por las que todos estos sectores fueron inundados, afectando a la población aledaña. Contaminación de suelos, pérdida de cultivos y daños a la infraestructura, fueron la principal necesidad, de los ingenieros civiles de la superintendencia de operaciones del río de la gerencia regional del Magdalena Medio de ECOPETROL S.A, de gestionar obras civiles, para la protección de las instalaciones, contra la acción erosiva del río Magdalena en Campo Casabe, Campo Cantagallo y sus áreas de influencia.

Con este trabajo de grado se busca dar a conocer las ventajas que tienen obras de poca envergadura para dar solución a grandes problemáticas, generadas por la naturaleza.

### 3. ALCANCE

La práctica empresarial se realizó en la superintendencia de operaciones del río, de la gerencia regional del Magdalena Medio de ECOPETROL S.A, y tuvo como objetivo la implementación de proyectos de obra civil para la protección de las instalaciones, contra la acción erosiva del río Magdalena en los distintos campos de la SOR, involucrando a la población de las regiones, a que participen de cada una de las actividades definidas en los contratos.

La construcción de hexápodos H-430, para la protección de la rivera, contra la acción erosiva en los taludes, fue la actividad más importante en la ejecución del primer contrato en la vigencia del año 2012. La instalación de 20000 estructuras de este tipo a lo largo del río, creó un muro de contención que protegía longitudinalmente la rivera del río Magdalena desde Yondó (Antioquia) hasta Cantagallo (Bolívar). Este procedimiento permitió que la corriente que lleva el río (caudal) no socavara los costados de los taludes, arrancando partes de tierra.

El suministro e instalación de bolsa arena cemento alrededor de los contrapozos, evita que una futura inundación, llegue hasta el contrapozo, sacando los residuos de crudo y sustancias químicas que se encuentran depositadas allí, que contaminan el suelo de las locaciones, que se encuentran junto al río.

La construcción de los anclajes móviles fue una actividad innovadora que permitió un desarrollo en los sistemas de anclaje para las torres telescópicas, debido a la fácil y rápida instalación y a la larga duración que deben tener estas estructuras debido a su tamaño y conformación. Su alta resistencia, mayor de 3000 Psi, funcionan de manera excelente como soporte para las fuerzas de tensión generada por la torre.

La construcción de muros de contención en gaviones, que es básicamente un sistema tradicional, permite que vehículos pesados de ECOPETROL S.A transiten con mayor tranquilidad por el corregimiento de Peñas Blancas, debido a la amplitud que le da a la vía y a la seguridad que le da al talud, para que no se desplome la banca, como consecuencia de la fuerza que le hacen los vehículos al suelo.

## **4. EMPRESA.**

### **4.1. GENERALIDADES.**

La empresa en donde se desarrolló la práctica empresarial SEIMA - Servicios Integrales y Mantenimiento - se dedica a la construcción de obras civiles en la superintendencia de operaciones del río de la gerencia regional del Magdalena Medio de ECOPETROL S.A.

La empresa se encuentra ubicada en el municipio de Yondó (Antioquia) y tiene 8 años de experiencia en el campo de la construcción. La mayoría de las actividades realizadas han correspondido a contratos con ECOPETRO S.A, dedicado a obras civiles menores, estabilización y protección de taludes, muros de contención, servicios de cafetería, pero especialmente obras para el control de la erosión en el dique marginal del municipio de Yondó. También se han realizado edificaciones en la superintendencia de operaciones de mares ubicado en el centro de ECOPETROL S.A (Barrancabermeja). De igual forma, se han realizado trabajos para la alcaldía y las asociaciones en el municipio de Yondó.

La empresa SEIMA LIMITADA es propiamente del municipio de Yondó, y participa en cada una de las actividades propuestas por la alcaldía como ferias, bazares, etc., pues es muy importante para nosotros vincularnos y relacionarnos con la población que nos han ayudado a crecer como empresa. Además nos sentimos profundamente comprometidos con cada ciudadano para el desarrollo económico y social de nuestro municipio.

**Figura 1. Puente Guillermo Gaviria Correa que conecta a Barrancabermeja (Santander) con Yondó (Antioquía)**



#### **4.2. MISIÓN DE LA EMPRESA.**

“Somos una organización prestadora de servicios de obras civiles, mecánicas y ambientales. Construimos y fomentamos la integridad de las personas, la seguridad de los procesos, el cuidado del medio ambiente y las relaciones con nuestros grupos de interés”<sup>1</sup>.

#### **4.3. VISIÓN DE LA EMPRESA.**

“SEIMA LIMITADA en el año 2015 será una organización reconocida en el magdalena medio por su nivel desempeño; trabajamos en la identificación de las expectativas y necesidades de nuestras partes interesadas, fundamentando nuestras acciones en la sostenibilidad, la innovación y

---

<sup>1</sup> SEIMA LIMITADA, Sistema de gestión de calidad, Misión de la empresa, 1 edición

nuestros valores corporativos, siendo estos los ejes de nuestro crecimiento empresarial”<sup>2</sup>.

#### **4.4. POLÍTICAS DE LA EMPRESA.**

“SEIMA LIMITADA satisface los requisitos de nuestro cliente ofreciendo un servicio en el marco de la responsabilidad integral, el respecto por las personas, el medio ambiente y nuestros grupos de interés, donde la prioridad de nuestra organización es la promoción la prevención y el autocuidado de las personas. Estamos comprometidos con: 1. El cumplimiento de la legislación. 2. La prevención de la contaminación del medio ambiente 3. La prevención de lesiones y enfermedades profesionales en sus trabajadores. 4. La prohibición del consumo de alcohol, tabaco y drogas en el sitio de trabajo o estar bajo el efecto de las mismas. 4. El mejoramiento continuo, en el sistema de gestión. 5. Alineados con los principios del pacto global de las naciones unidas”<sup>3</sup>.

#### **4.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA.**

La empresa SEIMA LIMITADA, se encuentra a cargo del ingeniero GUSTAVO SOLANO el cual como como gerente, propietario y contratista tiene las funciones de organización y puesta en funcionamiento de cada una de las actividades que corresponden a los contratos que tiene la empresa con ECOPETROL S.A.

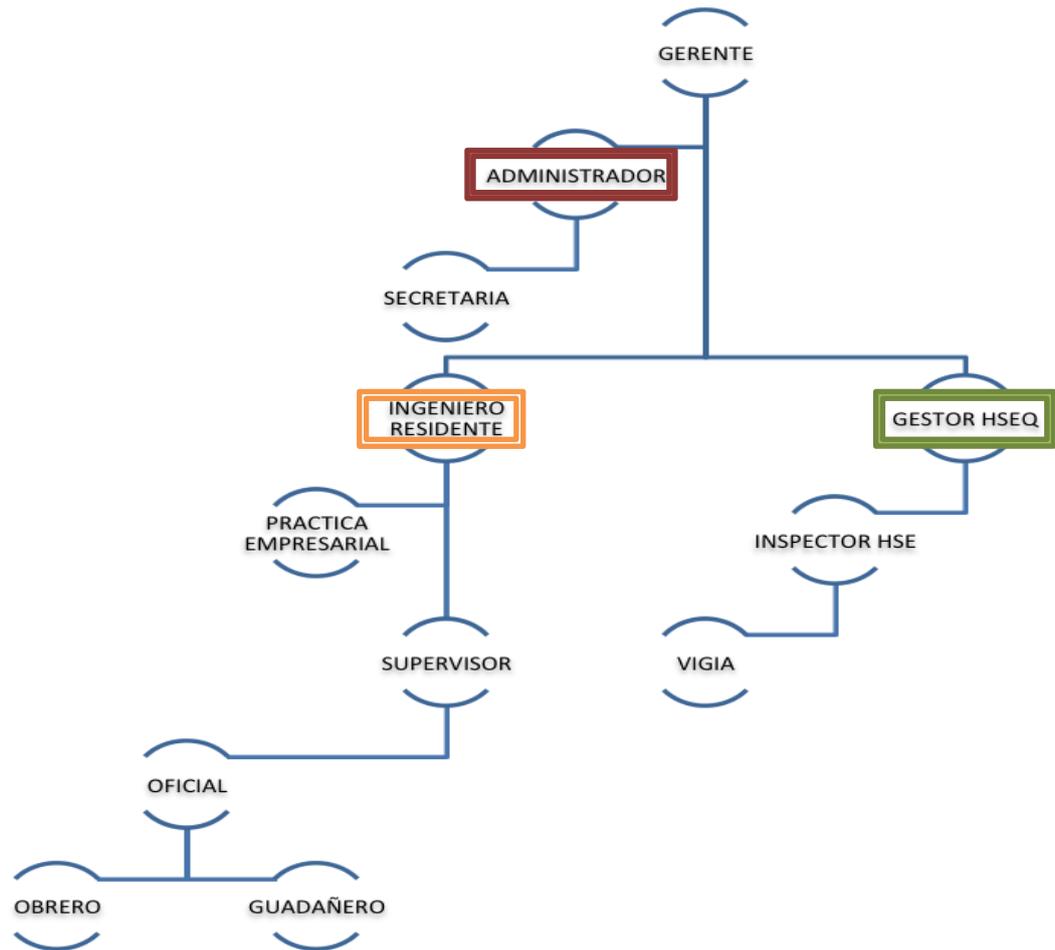
La empresa se encuentra constituida por tres frentes de trabajo principalmente y cada uno de ellos, con sus correspondientes funciones dentro del plan de calidad de la empresa.

---

<sup>2</sup> SEIMA LIMITADA, Sistema de gestión de calidad, Visión de la empresa, 1 edición

<sup>3</sup> SEIMA LIMITADA, Sistema de gestión de calidad, Políticas de la empresa 1 edición,

**Figura 2. Organigrama de la Empresa.**



Fuente: organigrama del plan de gestión de calidad de la empresa SEIMA LIMITADA.

La administradora que se encarga de la capacidad y el control del presupuesto que tiene la empresa para la ejecución de cada uno de los contratos.

Los ingenieros HSEQ, quienes tienen como función principal, desarrollar los programas de salud ocupacional y gestión ambiental, para el inicio de cada contrato. Además deben identificar y evaluar los peligros y riesgos que puede tener cada actividad, durante la ejecución, aplicando la legislación y las regulaciones de seguridad industrial, ambiental y salud ocupacional para ECOPTROL S.A.

El ingeniero residente, quien es el encargado de estar al mando de cada uno de los frentes de obra, ejecutando las actividades con calidad para ECOPTROL S.A. y rendimiento para SEIMA LIMITADA. Dentro de este grupo se encuentra el practicante empresarial, con el cargo de auxiliar de ingeniería. Al pasante se le otorgan las funciones de llevar los trabajos de papelería, como bitácora de obra, realización de instructivos de procedimientos constructivos, registro fotográfico y la realización de los informes mensuales a ECOPTROL S.A. De igual forma, se le asignó una cuadrilla para la realización de algunas actividades que correspondían a la conformación de diques y la conformación de los muros de contención, gaviones. Cuando el residente no se encontraba en obra, el auxiliar de ingeniería es el encargado del avance de la actividad.

#### **4.6. PROYECTOS EJECUTADOS POR LA EMPRESA SEIMA LIMITADA.**

A continuación se muestran algunos proyectos que se han ejecutado en la empresa SEIMA Ltda.

**4.6.1. Obras de Construcción, Mantenimiento y Limpieza en las Áreas Aledañas a las Locaciones, Unidades de Bombeo y/o Facilidades de Superficie, Estaciones y Áreas Operativas del Sector Norte del Campo Casabe de la Superintendencia de Operaciones del Río de la Gerencia Regional Magdalena Medio de Ecopetrol S.A. Ubicada en el Municipio de Yondó (Antioquia) para el Año 2011.** Las actividades realizadas en este contrato, fueron para el mejoramiento de las condiciones logísticas de la producción de ECOPTROL S.A. Se hizo limpieza de trampas de grasas, contrapozos, drenajes, tanques, herramientas y equipos de reacondicionamiento, mantenimiento general de zonas verdes, construcción de pisos y bordillos en concreto, instalación de tuberías de drenaje, se suministraron motobombas de 2" y 3" pulgadas, lavado de tanques, construcción de anclajes en concreto, demolición de estructuras existentes, excavación y relleno con material seleccionado, entre otras actividades con el

fin de recolectar los fluidos aceitosos que se generen en el mantenimiento y operación de cada una de ellas.

**4.6.2. Construcción y Mantenimiento de Obras Civiles para Locaciones, Vías, Plantas y Edificaciones en la Superintendencia de Operaciones de Mares de la Gerencia Regional Magdalena Medio, Ubicada en el Departamento de Santander para la Vigencia del 2011.** La ejecución de las obras incluidas en el alcance de esta contratación se realizaron en los Campos de Lizama, Tesoro, Nutria, Peroles, San Luis, Aguas Blancas, Tenerife, Colorados, Campo Teca, Llanito, Gala, Galán, Cardales, Yuma, San Silvestre, Provincia, incluido Santos, Suerte, Bonanza, Liebre, San Roque y Tisquirama.

El objetivo primordial de este trabajo, fue el de realizar el mejoramiento de las condiciones logísticas para la operación, con la ejecución de actividades tales como, Suministro e instalación de anclajes de 5/8", suministro e instalación de anclajes de 6", demolición estructuras en concreto, suministro y colocación de concreto de 21 MPa, construcción de base en concreto para unidades de bombeo, suministro e instalación de defensas metálicas, excavación manual de material, relleno compactado con suministro, construcción de filtro francés, limpieza y retiro de sobrantes, parcheo de vías con suministro de base asfáltica, aplicación de grout para bases de bombas, construcción de alcantarillas en tubería de concreto de 24" y 36", construcción de gaviones, refuerzo de acero de 60.000 psi, rocería en vías y locaciones, parcheo ligero de vías, construcción de trincho de 4", suministro e instalación de geotextil y malla eslabonada, limpieza de alcantarillas, acarreo de material, construcción de cunetas en concreto, limpieza de cunetas, empradización, construcción de quiebra patas, limpieza de quiebra patas, limpieza de puentes, protección de talud con emulsión asfáltica y limpieza de los sitios de trabajo en vías, localizaciones, estaciones y edificaciones de la Superintendencia de Operaciones de Mares.

**4.6.3. Obras Civiles en Pozos Petroleros del Campo Cantagallo y sus Áreas de Influencia de la Superintendencia de Operaciones del Río de la Gerencia Regional Magdalena Medio De Ecopetrol S.A. Vigencia 2011.** Las obras objeto de este contrato se ejecutaron en el Campo de Casabe ubicado en el municipio de Yondó (Antioquia) y en el Campo de Cantagallo ubicado en los municipios de Cantagallo (Bolívar) y Puerto Wilches (Santander).

El objetivo primordial de este trabajo, fue el de realizar el mejoramiento de las condiciones de la producción con la construcción de anclajes para los equipos de reacondicionamiento de pozos, bases para las unidades de bombeo y bases para los equipos de Workover. Teniendo en cuenta el sitio y el riesgo en la ejecución de las actividades relativas al contrato, el Contratista mantuvo informada oportunamente a la Interventoría sobre la iniciación de trabajos, algunos de los cuales requerían aprobación previa de la Coordinación de H.S.E.Q. (Health, Safety, Environment, Quality).

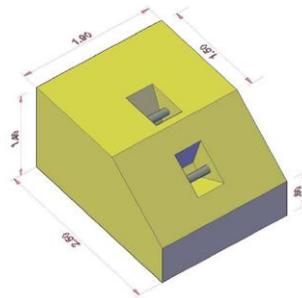
Se construyeron anclajes tipo 1 y anclajes rígidos para algunas zonas de Campo Cantagallo, dependiendo del tipo de terreno y los esfuerzos de tensión que iba a soportar. Los primeros tenían una dimensión de 1.2 x 1.2 x 1.75 metros, y estaban constituidos por una guaya y un tubo de 2-7/8" suministrada por ECOPETROL S.A. los segundos de 1.0 x 1.0 x 1.75 metros, y eran hechos con un soporte totalmente metálico, y en la parte superior una lámina coll roll de 3/8" con un orificio de diámetro de 10 cm para sujetar los ganchos de los cables de tensión de la torre de los vientos.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. CONSTRUCCIÓN DE ANCLAJES MÓVILES.

Los anclajes móviles se utilizan para fijar los equipos de reacondicionamiento de pozos. Las dimensiones del anclaje son 2,50 x 1,90 x 1,40 m

**Figura 3. Dimensiones Anclaje móvil**



Fuente: Documento facilitado por ECOPEPETROL S.A

Los prefabricados deberán identificarse mediante gravados con la fecha del año de construcción, dimensiones y peso total, y el logo de Ecopetrol S.A. Para tal fin a los Anclajes Móviles se les aplicará ó marcará con pintura a base de aceite o producto similar, que para nuestro caso será de color verde oscuro.

**Figura 4. Ejemplo anclaje móvil, Villavicencio (meta)**



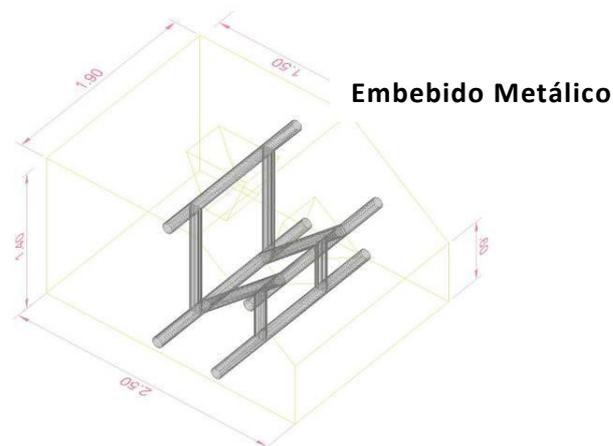
Fuente: Documento facilitado por ECOPEPETROL S.A

Para la construcción del anclaje, el contratista construirá la formaleta. La formaleta debe tener biselados en las esquinas, con el fin de obtener bordes biselados en las superficies expuestas permanentemente.

El anclaje móvil será construido en concreto reforzado, el acero de refuerzo será con Varilla No 4 y un  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . El figurado y amarre del acero de refuerzo será de acuerdo a lo plasmado en los planos anexos al presente documento, varillas continuas con el fin de formar un diafragma. El espaciamiento del acero de refuerzo será de 25 cm y en ambos sentidos.

Se construirá y se instalara un embebido metálico, el cual será en tubería de 4" de segunda suministrada por Ecopetrol S.A.

**Figura 5. Embebido metálico de 4", anclaje móvil**



Fuente: Documento facilitado por ECOPETROL S.A

Una vez construido y fraguado el prefabricado, se instalara en todas las aristas del anclaje un ángulo de 2 x 2 x 3/8 ". En ambos extremos se instalara un refuerzo en forma de "U" con varilla de 1/2" lisa

## **5.2 CONSTRUCCIÓN ANCLAJES TIPO I PARA EQUIPOS DE REACONDICIONAMIENTO DE POZOS DE LA SOR**

Los anclajes de la torre de los vientos deben construirse y ubicarse de acuerdo con las especificaciones de la sección 6 de la norma API RP 4G a fin de que garanticen que la torre soportará con seguridad las cargas de trabajo a las cuales se vean sometidas. Cabe señalar que también se podrán construir anclajes por reposición del Anclaje deteriorado existente en la locación, para lo cual, ECOPEPETROL S.A indicara y ubicara el punto de la construcción del nuevo anclaje.

Para la construcción del Anclaje Tipo I se deberá efectuar su construcción de la siguiente forma: Una excavación que será ejecutada manual o mecánicamente y tendrá las siguientes dimensiones:

- Anclaje Tipo I Campo Casabe: 1 m x 1 m x 1,5 m
- Anclaje Tipo I Campo Cantagallo: 1,2 m x 1,2 m x 1,75 m

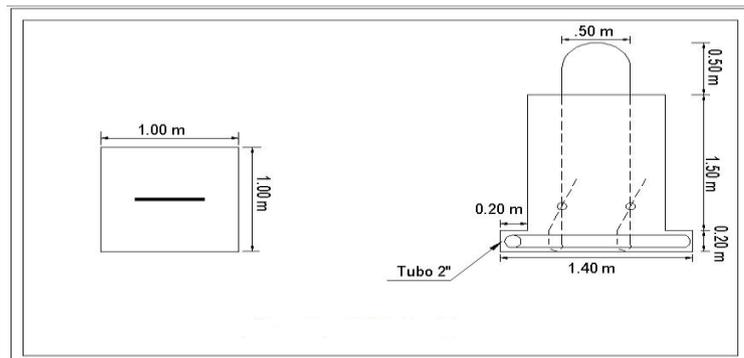
Para la construcción de la zapata pertinente al anclaje se efectuara una excavación en la parte inferior del anclaje de:

- Anclaje Tipo I Campo Casabe: 1,40 m x 1,40 m x 0,20 m
- Anclaje Tipo I Campo Cantagallo: 1,60 m x 1,60 m x 0,20 m

## ESPECIFICACIÓN GRÁFICA ANCLAJES TIPO 1

- Anclaje tipo I campo casabe

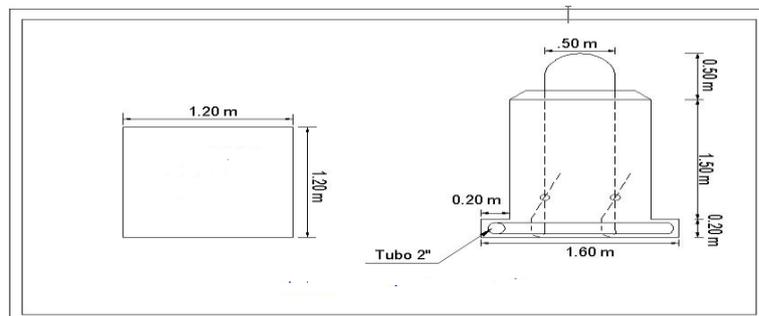
Figura 6. Anclaje tipo 1, campo casabe



Fuente: Documento facilitado por ECOPETROL S.A

- Anclaje tipo I campo Cantagallo

Figura 7. Anclaje tipo 1, campo Cantagallo



Fuente: Documento facilitado por ECOPETROL S.A

### Embebidos Metálicos.

Esta actividad consiste en Instalar un tubo en el fondo de la excavación de 2-7/8" de diámetro y su longitud será de:

- Anclaje Tipo I Campo Casabe: 1,40 m

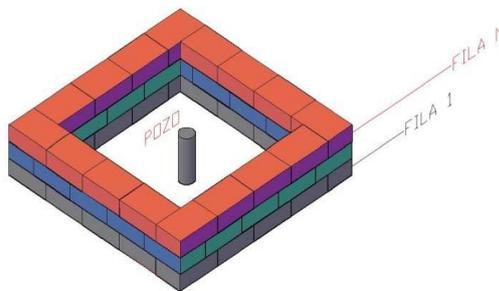
- Anclaje Tipo I Campo Cantagallo: 1,60 m

Esta tubería será suministrada por ECOPETROL S.A. El contratista deberá cortar con cualquier método aprobado por la Gestoría, el tubo con las dimensiones anteriormente mencionadas.

Se instalara y fijara al tubo metálico un Cable en alma de acero de 1" 6x19 IWRC, la cual será suministrada por Ecopetrol S.A. Este cable ira fijado en el tubo con prensacable tipo pesado suministrado por el Contratista.

### 5.3 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DIQUE DE PROTECCIÓN DE POZOS DE LA SOR

**Figura 8. Ejemplo de traba de la bolsa arena cemento para conformación de dique**



Fuente: Documento facilitado por ECOPETROL S.A

Esta actividad consiste en el suministro e instalación de bolsa arena cemento para la construcción del dique de protección de los pozos en época de invierno de la Superintendencia de Operaciones del Rio.

Se instala el Plástico, Geomembrana O Geotextil en la parte superior del contrapozo y se extiende a lo largo del perímetro sobre el área establecida en la locación. Sobre el plástico o geomembrana instalada se

coloca la bolsa arena cemento en todo su perímetro sin dejar espacios entre bolsas. Con ayuda de los ayudantes de obra civil se instalara la primera hilada de sacos a lo largo del perímetro del contrapozo. Posteriormente se instala otra línea de sacos inmediatamente contigua a la anterior y así consecutivamente hasta completar las hiladas en sentido horizontal requeridas por la gestoría. Después de instalar las hiladas horizontales se inicia con el mismo proceso pero de manera vertical a lo largo del perímetro del contrapozo hasta alcanzar la altura máxima de inundación y la indicada por ECOPETROL S.A. Estos sacos se instalaran en forma de traba, de tal forma que conformen una estructura rígida entre ellos.

#### **5.4. CONSTRUCCION Y DISPOSICION DE HEXAPODOS H-430**

La mezcla del concreto para los Hexápodos será 1:3:4, con una resistencia a los veintiocho (28) días en el ensayo de compresión de un cilindro Standard, de 2100 Psi, admitiendo una desviación normal del cinco (5%) por ciento.

La totalidad del concreto se elaborará con mezcladora portátil mecánica aprobada por ECOPETROL S.A. La duración del mezclado será la necesaria para conseguir una mezcla homogénea de los distintos componentes y será durante un período no inferior a un (1) minuto, contado a partir del momento en que se ha terminado de colocar todos los materiales. El volumen de mezcla por batida no deberá exceder de más del diez (10%) por ciento de la capacidad nominal en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de la mezcladora, de acuerdo con las especificaciones de la máquina. No deberán hacerse interrupciones que ocasionen pérdida de plasticidad en mezclas sucesivas.

El hormigón será colocado dentro de la formaleta evitando la segregación, se deberán utilizar vibradores de concreto metálicos para consolidar el hormigón en los moldes, de forma que produzca un prefabricado libre de poros, sin

exceder el tiempo de vibrado a fin de evitar la exudación gelatinosa en la superficie. El vibrador no deberá ponerse en contacto con las puntas o bordes de la formaleta.

Deberá tenerse especial cuidado de no fisurar el brazo inferior del hexápodo en el proceso de desencofrado, además no maltratar los bordes y superficies del hexápodo en el proceso de transporte y almacenamiento. Los prefabricados deteriorados serán rechazados por ECOPETROLS.A.

Los prefabricados deberán identificarse mediante gravados con la fecha de construcción y su recibo se efectuará por cantidades no menores de cuatrocientos (400) unidades semanalmente, en el sitio de almacenamiento definido por ECOEPTROL S.A, para tal fin a los Hexápodos se les aplicará ó marcará con pintura base aceite o producto similar.

Los Hexápodos previamente construidos y almacenados, serán acarreados por un Cargador ó retro Cargador a la orilla, donde se cargarán en un Bote (Planchón), con una Pala Draga de oruga ó grúa, utilizando los ganchos y estribos apropiados para el cargue del Hexápodo en tierra y el descargue en el bote. El almacenamiento de los Hexápodos en el bote debe efectuarse de tal manera que permita el giro de la pala draga.

Para la ejecución de los trabajos se requieren los siguientes equipos:

- Pala draga con oruga ó Grúa.
- Bote (Planchón) y remolcador.

Los equipos anteriormente mencionados deben estar en buen estado mecánico y cumplir con todas las normas establecidas, así mismo con los documentos vigentes. Estos equipos podrán ser utilizados siempre y cuando estén revisados y aprobados por la GESTORÍA.

El contratista, debe instalar los hexápodos en el sitio donde lo indique ECOPELROL S.

## 6. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR EL PRACTICANTE

Tabla 1. Gestión en el área “HSE”

<b>H</b>	<b>HEALTH</b>	<b>SALUD OCUPACIONAL</b>
<b>S</b>	<b>SAFETY</b>	<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>
<b>E</b>	<b>ENVIROMENT</b>	<b>MEDIO AMBIENTE</b>

En ECOPETROL S.A antes de empezar a ejecutar algún contrato de cualquier tipo se debe empezar por la realización de la directriz del PLAN HSE donde se involucran distintos ítems que abarcan diferentes ámbitos que no solo tiene que ver con la seguridad industrial, sino también con la gestión humana, los manejos ambientales para cada actividad, procedimientos o instructivos de desarrollo, planes de emergencia, análisis de trabajo seguro, mantenimiento de equipos y herramientas, y capacitaciones provenientes de la ARP y del grupo HSE de la empresa

**Figura 9. Capacitación de riesgos de trabajo en el área, Puerto Carmelita.**



El ATS (Análisis de Trabajo Seguro) es imprescindible para cualquier actividad, pues sin él no se puede comenzar a realizar ninguna labor sin importar que tan importante sea la actividad. (Ver anexo)

En las actividades que corresponden a obras civiles, es indispensable realizar el “instructivo” que corresponda a cada actividad que se va a ejecutar. El instructivo corresponde a los riesgos de seguridad, salud y ambiente evaluados, e incluyen los recursos físicos y humanos necesarios para el desarrollo. Los instructivos son conocidos y aplicados por los responsables del trabajo y por quienes participan en su desarrollo. Debe estar disponible para todo el personal que se encuentra en el lugar de desarrollo. (Ver anexo)

Toda actividad de obra civil requiere la utilización ya sea de herramientas o equipos de construcción para su desarrollo. Por ello en el plan HSE existe un ítem que se llama mantenimiento de equipos y herramientas, en el cual se hace la respectiva inspección de cada máquina o herramienta para que sea aceptada por ECOPETROL S.A.

Otro documento muy importante que debe estar en campo para realizar las distintas actividades son los permisos de trabajo, que tienen que hacerse de manera diaria y según el trabajo que se va a ejecutar. Para ECOPETROL S.A existen tres tipos que son en frío, caliente y eléctrico, y cada uno de ellos lleva un color particular. El permiso en frío es de color amarillo y corresponde a las actividades principalmente de aseo o de poco riesgo. El permiso en caliente es de color rosado y tiene que ver con toda actividad que genere calor o chispa (Ver anexo), y el eléctrico de color naranja, como su nombre lo indica, hace referencia a las actividades que involucren electricidad.

En muchas ocasiones los permisos de trabajo deben ir acompañados de certificados de apoyo según la actividad que se vaya a realizar. En la parte de construcción de obras civiles existen certificados de apoyo para excavación,

entrada a espacios confinados sin atmósfera peligrosa y trabajo en altura. (Ver anexo)

## **ACCIÓN REALIZADA**

- Elaboración de instructivos para los procedimientos constructivos de obra civil.

## **6.1. OBRAS PARA LA PROTECCION DE LAS INSTALACIONES, CONTRA LA ACCION EROSIVA DEL RIO MAGDALENA, EN EL CAMPO CASABE Y SUS AREAS DE INFLUENCIA DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DEL RIO, DE LA GERENCIA REGIONAL DEL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A**

### **CONSTRUCCION DE HEXAPODOS H-430**

Para la construcción de Hexápodos H-430 se realizó el siguiente procedimiento con el fin de llevar a cabo la actividad según los estándares de ECOPETROL S.A.

Como se mencionó anteriormente antes de empezar las labores constructivas, se debe realizar un PLAN HSE, que es un conjunto de ítems donde los gestores HSE de la empresa de SEIMA LIMITADA, junto con el grupo de ingenieros, deben diligenciar con cuidado, debido a que allí se integran aspectos de todos los ámbitos, que para nuestro caso en particular son los instructivos de procedimientos de obra civil.

### **ACTIVIDADES REALIZADAS**

- Estudio de precios y área de los lotes opcionados.
- Localización de posibles lotes para la construcción de los Hexápodos H-430

- Estudio de viabilidad del lote: transporte de materiales y cercanía a la orilla del río.

### Lotes opcionados

- Puerto Thomas
- Puerto los mangos
- Puerto Carmelitas
- Barrio Central Municipio de Yondó

**Tabla 2. Estudio de económico y localización para selección de lote de construcción.**

UBICACION	AREA (m2)	COSTO METRO CUADRADO	OBSERVACION	VALOR TOTAL
<b>Puerto Thomas</b>	1500	\$ 85.000	Área y profundidad insuficiente para almacenamiento y acceso planchón	<b>\$127.500.000</b>
<b>Puerto los Mangos</b>	1940	\$ 80.000	No estaba junto al río para el cargue de disposición de los Hexápodos	<b>\$155.200.000</b>
<b>Puerto Carmelitas</b>	2400	\$ 100.000	Carretera hacia pozos petroleros de ECOPETROL S.A	<b>\$240.000.000</b>
<b>Barrio Central Municipio de Yondó</b>	2200	\$ 78.000	Aumento de costos por traslado y maquinaria	<b>\$171.600.000</b>

En la localización se optó por puerto Carmelitas como lote para la construcción de los Hexápodos H-430, como se observa en la figura 10.

**Figura 10. Lote de construcción hexápodos h-430, puerto carmelitas**



Posteriormente se hizo un cerramiento al lote para la construcción (ver figura 11), debido a que era obligatorio dejarle paso libre a la vía que pasaba junto al lote, ya que a través de ella se tenía acceso a unos pozos petroleros de ECOPEL S.A

**Figura 11. Cerramiento lote de construcción, acopio Puerto Carmelitas**

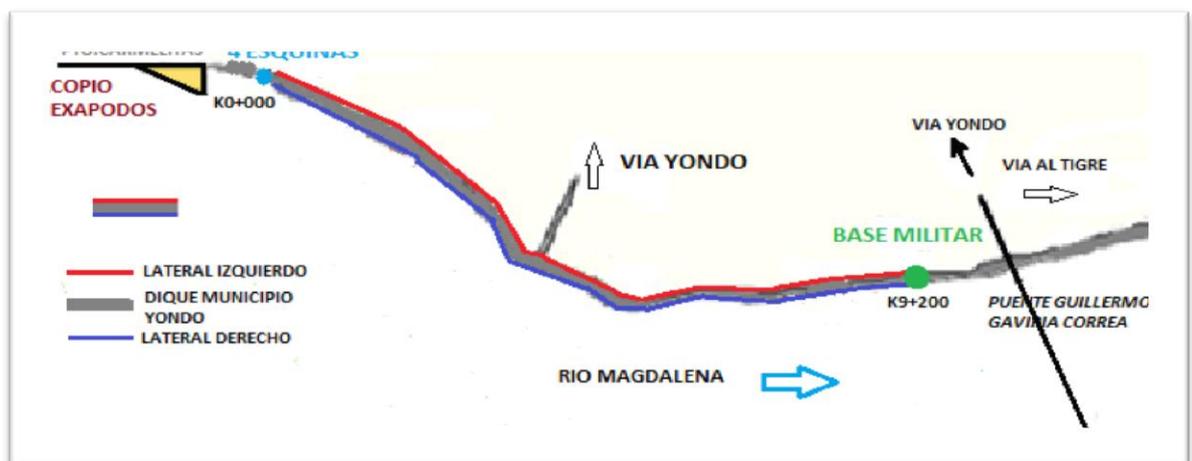


Anteriormente se hizo mención que uno de los puntos que se miraban para escoger el lote de construcción es la vía de acceso para el transporte de

materiales. Puerto Carmelitas tenía una vía de acceso a través del antiguo dique de Yondó construido por los holandeses hace 70 años. Este dique a pesar de ya no utilizarse para el flujo vehicular constante, era bastante propicio ya que estaba despejado, por tanto los vehículos que transportaban materiales, como el camión del cemento, tenía fácil el acceso al lote.

Para la utilización del dique fue necesario hacer actividades de rocería con el fin de despejar toda la maleza que se encontraba a orillas de la vía, permitiendo una mejor visibilidad. Se despejo alrededor de los 9200 metros lineales como se ve en la figura 12

**Figura 12. Tramo de rocería, dique municipio de Yondó**



En la imagen se observa que la actividad, se hizo a partir del punto 4 esquinas (muy conocido en la región) hasta la base militar ubicada sobre el dique a 9.2 km. Se hizo desmonte y corte de maleza a ambos costados de la vía como se ve en la figura 13

**Figura 13. Desmote y corte de maleza con guadaña, dique casabe**



La actividad se desarrolló a través de guadañas para el corte de la maleza. Cabe resaltar que para ECOPETROL S.A está prohibida la utilización de cuchillas de acero en las guadañas, la cual es reemplazada por nailon como elemento de corte. En algunas partes del dique se encontraron tramos con bastante maleza, impidiendo que pasaran dos vehículos en dos sentidos, o en su defecto un espacio para poder orillar el vehículo mientras el auto contrario pasaba (ver figura 14).

**Figura 14. Espacio de acceso en dique para flujo vehicular**



En otras partes donde la guadaña no se podía utilizar como herramienta para el corte de la maleza se utilizaban “rulas” conocidas también como “machetas” para el corte de ramales (ver figura 15). Cabe mencionar que en otros sectores fue necesaria la utilización de motosierras para el corte de troncos que se encontraban junto a la orilla del dique.

**Figura 15. Utilización de rulas como elemento de corte.**



En conclusión el punto de acopio para la construcción fue **Puerto Carmelitas**.

### **ACCIONES REALIZADAS**

- Determinar la cantidad de materiales tales como el cemento, arena y triturado
- Rendimiento diario en la construcción de hexápodos H-430

Según las especificaciones del contrato, el diseño de mezcla y la resistencia mínima (PSI) a los 28 días debían de ser como se observa en la tabla....

**Tabla 3. Diseño de mezcla y resistencia mínima a los 28 días**

<b>CEMENTO</b>	<b>DISEÑO DE MEZCLA</b>			<b>RESISTENCIA MÍNIMA (PSI)</b>
<b>portland tipo 1</b>	1:	3:	4	2100

El valor de resistencia de 2100 Psi, muestra que es un concreto pobre. Este valor se obtuvo, a través de cilindros de concreto que se hacen en el lugar de trabajo, para fallarlos a compresión en un laboratorio certificado y así determinar su valor de resistencia a los 28 días.

A través de las tablas que existen sobre la dosificación de concreto, se obtuvieron las cantidades que se necesitan para la mezcla del material, y así obtener la resistencia esperada. Cabe aclarar, que la interventoría no exige para esta labor hacer un diseño de mezcla, debido al valor de resistencia mínima que se pedía. Lo que realmente importaba en la construcción era la geometría de los hexápodos para el momento de la disposición.

La primera semana se utilizó como prueba para determinar cuántas estructuras se podían hacer diariamente según la cuadrilla encargada de esta actividad. En un primer momento la cuadrilla estaba conformada por 12 trabajadores, quienes en la primera semana hicieron alrededor de 100 estructuras de lunes a viernes (jornada completa) y 50 el día sábado para un total de 550 hexápodos por semana ver tabla la siguiente. Cabe aclarar, que solo se podía construir esa cantidad debido al espacio que permitía el lote para las formaletas.

**Figura 16. Lote de construcción y almacenamiento hexápodos, Puerto Carmelitas**



**Tabla 4. Proyección mensual construcción hexápodos, Yondó (Antioquía)**

PRIMERA SEMANA YONDO (ANTIOQUIA)						PROYECCION	
Construcción semanal de Hexápodos H-430						TOTAL	TOTAL/ mes
lunes	Martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	/Semana	
100	100	100	100	100	50	550	<b>2200</b>

Si la cantidad total de Hexápodos para construir eran 20000, utilizando el valor de la proyección mensual, se estimaron alrededor de 9 meses para acabar con la actividad. Sin embargo había un pequeño problema con el valor de la producción diaria, pues la fecha de terminación del contrato era el 15 de diciembre de 2012. Por lo tanto, como algunos hexápodos iban a ser dispuestos a orillas del río Magdalena en el municipio de Puerto Wilches (Santander), se subcontrató a otra empresa con el nombre de CIMOL LTDA para que construyera otros Hexápodos en aquella región. Allí se construían alrededor de 130 de lunes a viernes y 50 el día sábado. Ver siguiente tabla

**Figura 17. Lote de construcción y almacenamiento hexápodos, Pto. Wilches**



**Tabla 5. Proyección mensual construcción hexápodos, Puerto Wilches (Santander)**

PRIMERA SEMANA PUERTO WILCHES (SANTANDER)							PROYECCIO N
Construcción semanal de Hexapodos H-430						TOTAL	TOTAL/ mes
lune s	Martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	/Semana	
130	130	130	130	130	50	700	<b>2800</b>

Según la proyección mensual de ambos recuadros, en la semana se tendrá construidos 1250, que en el mes serían 5000, y que para el cabo de 4 meses se estarían construyendo los 20000 que aparecen en el ítem.

#### **ACCIONES REALIZADAS**

- Visita al acopio de Puerto Wilches para ver el avance en la construcción de los hexápodos.
- Relación con los trabajadores de la región para un mejor entendimiento y generar un liderazgo que fuera benéfico para todos.

- Registro fotográfico del desarrollo de la producción, de las labores de los trabajadores, de la cantidad de material que había en el acopio y de la cantidad de agregados que se estaba suministrando para la mezcla de concreto.

**Figura 18. Cemento Cemex portland tipo 1, normas Icontec 121 y 321**



**Figura 19. Acero de refuerzo para hexápodos h-430, varilla corrugada pdr 60 de ½"**



**Figura 20. Agregados para el diseño de mezcla de concreto 1:3:4**



## **PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LOS HEXÁPODOS H-430**

### **1. VISITA A LOS ACOPIOS**

**Figura 21. Acopio Puerto Wilches (Santander)**



**Figura 22. Acopio Yondó (Antioquia), Puerto Carmelitas.**



## **2. INSTALACION DE LAS BASES**

Anteriormente las bases eran construidas en madera, las cuales quedaban adheridas a los hexápodos, por lo cual se golpeaba para soltarlas. Al final, la formaleta de madera, se volvía desechable, pues no podía volver a utilizarse como se ve en la figura 23.

**Figura 23. Formaleta inferior en madera**



## ACCIONES REALIZADAS

- Investigación de posibles métodos, materiales, estructuras, etc. para la construcción de hexápodos, y aplicarlos en la empresa SEIMA LTDA.
- Participación en el comité de obra para proponer la utilización de la nueva formaleta, y así implantarla en la empresa.

En el Magdalena Medio, el Contratista Pedro Carreño es quien maneja prácticamente el monopolio de los hexápodos para la protección contra la acción erosiva del río. Él, en vez de utilizar madera como formaleta para la parte inferior del hexápodo que va enterrado en el suelo, utilizaba formaleta metálica (ver figura 24). El beneficio de la utilización de esta formaleta, es que no se queda adherida a la estructura, haciéndola reutilizable. Por otra parte, como se evitaba la utilización de la porra para poder despegar la formaleta, la calidad de las estructuras y su geometría, eran mejores.

En el comité de obra se propuso la utilización de la formaleta metálica para la construcción de los hexápodos, estudiaron la propuesta y finalmente fue aprobada por todos los miembros del comité.

**Figura 24. Instalación de las bases con formaleta inferior metálica**



### 3. INSTALACIÓN DE FORMALETAS

Figura 25. Instalación y amarre de formaleta de hexápodos H-430



### 4. PREPARACION DE LA MEZCLA

Como la relación del diseño de mezcla es 1:3:4 significa que el concreto es de:

Tabla 6. Diseño de mezcla para una resistencia de 2100 psi

Proporción	Cemento		Arena (m <sup>3</sup> )	Grava (m <sup>3</sup> )	Resistencia a la compresión a los 28 días			
	Kilos	Sacos de 42.5 kg			kg/cm <sup>2</sup>		p.s.i	
	1:2:2	420	10	0,670	0,670	214	260	3000
1:2:2 1/2	380	9	0,600	0,760	214	260	3000	3640
1:2:3 1/4	350	8,2	0,555	0,835	186	241	2600	3380
1:2:3 1/2	320	7,5	0,515	0,900	191	241	2680	3380
1:2:3	300	7	0,475	0,950	180	240	2520	3360
1:3:3 1/2	300	7	0,715	0,715	150	143	2100	2000
1:3:4	260	6,1	0,625	0,835	140	180	1960	2520
1:3:5	230	5,4	0,555	0,920	110	139	1540	1950
1:3:6	210	5	0,500	1,000	100	130	1400	1820
1:4:7	175	4,1	0,555	0,975	80	110	1120	1540
1:4:8	160	3,8	0,515	1,026	70	100	980	1400
1:2 1/2:4 1/4	260	6,1	0,520	0,940	170	230	2380	3220

Fuente. <http://es.scribd.com/doc/22019540/Tablas-de-Proporcion-de-Concreto>

Como se observa en la tabla... la relación 1:3:4 significa que por un bulto de cemento deben agregarse 3 de arena y 4 de agregado. De manera empírica se sabe que un bulto de cemento tiene alrededor de 4 baldes negros llenos, y que cada balde equivale aproximadamente a dos paladas. En otras palabras sería:

**Tabla 7. Dosificación empírica de agregados para concreto de 2100 psi**

<b>CONCRETO</b>		
<b>Dosificación de mezcla 1:3:4</b>		
<b>Cemento</b>	Arena	Agregado
<b>1 bulto</b>	3 bultos	4 bultos
<b>cantidad en baldes</b>		
<b>1 bulto</b>	12	16
<b>cantidad en paladas</b>		
<b>1 bulto</b>	24	32

Empíricamente esas son las cantidades que según la dosificación de la mezcla debería utilizarse para que nos dé una resistencia de 2100 PSI como se pedía. De igual forma, aunque la interventoría no exigió el diseño de mezcla, SEIMA LIMITADA solicitó la realización del diseño con el fin de corroborar los datos empíricos, y comparar las cantidades para la construcción de los hexápodos.

**Tabla 8. Diseño de mezcla 1:3:4 laboratorio SECOIN LTDA**

<b>DISEÑO DE MEZCLA</b>	<b>CANTIDAD EN BALDES</b>	
<b>1:3:4</b>		
<b>CEMENTO CEMEX</b>	<b>ARENA</b>	<b>AGREGADO</b>
<b>1 BULTO</b>	<b>28</b>	<b>32</b>

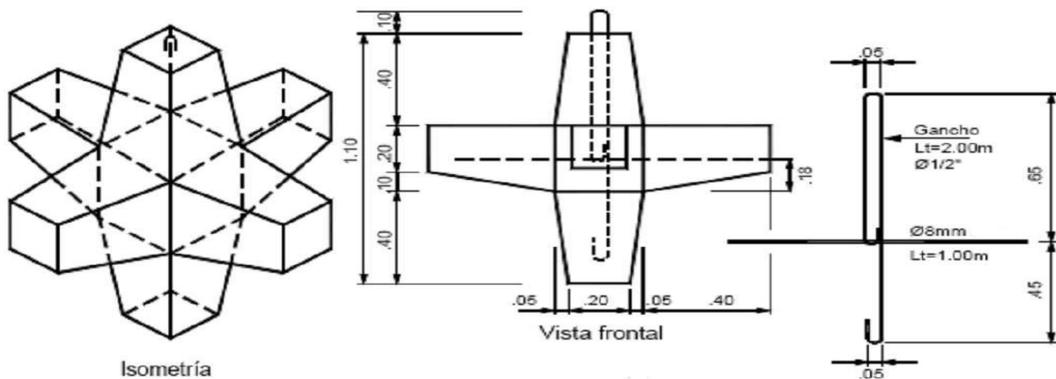
Finalmente se optó por construir los hexápodos según el diseño de mezcla del laboratorio SECOIN LTDA. Sin embargo, en la primera semana de inicio de actividades, se hicieron muestras de concreto para ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días. (Ver figura)

**Figura 26. Muestras de concreto para ensayos de compresión**



Al recibir los resultados de las muestras se obtuvieron valores que sobrepasaban los 2100 Psi que se pedían como resistencia mínima (ver anexo F). Para el agregado grueso se utilizó grava triturada, limpia y libre de arcillas. Su tamaño máximo era de 1". Para el agregado fino se utilizó arena limpia y libre de arcilla.

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS HEXÁPODOS H-430**



Fuente. Documento facilitado por ECOPTROL S.A

## ACCIONES REALIZADAS

- Revisar que la cantidad de agregados en la mezcla de concreto fuera la indicada, para cumplir con la resistencia mínima (2100 psi).
- Comprobar que al momento de retirar la formaleta de los hexápodos, quedaran geoméricamente aceptables, para que fuesen aceptados por Ecopetrol S.A
- Revisar que al hacer izaje (retiro) de hexápodos no tuviesen daños en su estructura, es decir que no estuviese en mal estado algunos de sus extremos.
- Verificar que el acero de refuerzo que se armaba para la estructura era del diámetro indicado en los planos según especificaciones
- Verificar que el figurado del acero de refuerzo estuviera acorde con las especificaciones

**Figura 27. Preparación de la mezcla de concreto 1:3:4 de 2100 psi**



## 5. VACIADO DE CONCRETO DE 2100 PSI, HEXAPODOS H-430

Figura 28. Vaciado de concreto para construcción de hexápodos h-43



Figura 29. Vaciado completo de concreto y resane de la estructura, hexápodo h-430



## 6. RETIRO DE FORMALETA, HEXÁPODO H-430

El retiro se hizo con mucho cuidado para no dañar la geometría de las estructuras, para poder ser aprobadas por ECOPETROL S.A. Se esperaba un tiempo aproximado de 3 horas para quitar la formaleta de la parte superior de los hexápodos H-430, sin complicaciones.

**Figura 30. Retiro de formaleta metálica lateral y superior, hexápodo h-430**



## 7. IZAJE HEXÁPODOS H-430 Y RETIRO FORMAleta INFERIOR

Figura 31. Izaje hexápodos para almacenamiento



## 8. ALMACENAMIENTO HEXÁPODOS H-430, PTO CARMELITAS

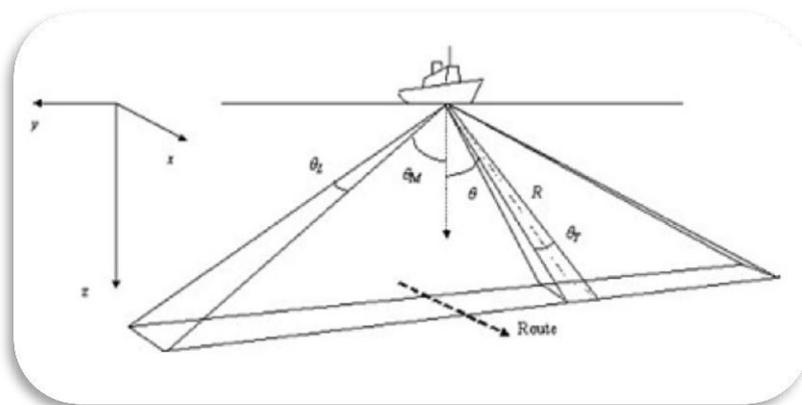
Figura 32. Almacenamiento hexápodos h-430, Puerto Carmelita



Finalizada la construcción de Hexápodos, el paso a seguir es la disposición de los mismos en la rivera del Río Magdalena con el fin de mitigar la erosión que se presenta en los taludes que están a la orilla de río. Sin embargo, para ello es necesario realizar unos estudios conocidos con el nombre de Batimetría para conocer la profundidad del río en todo su ancho y las partes de influencia de la corriente sobre la rivera.

## 6.2. PROCEDIMIENTO BATIMETRÍA

**Figura 33. Ejemplo de estudio de batimetría**

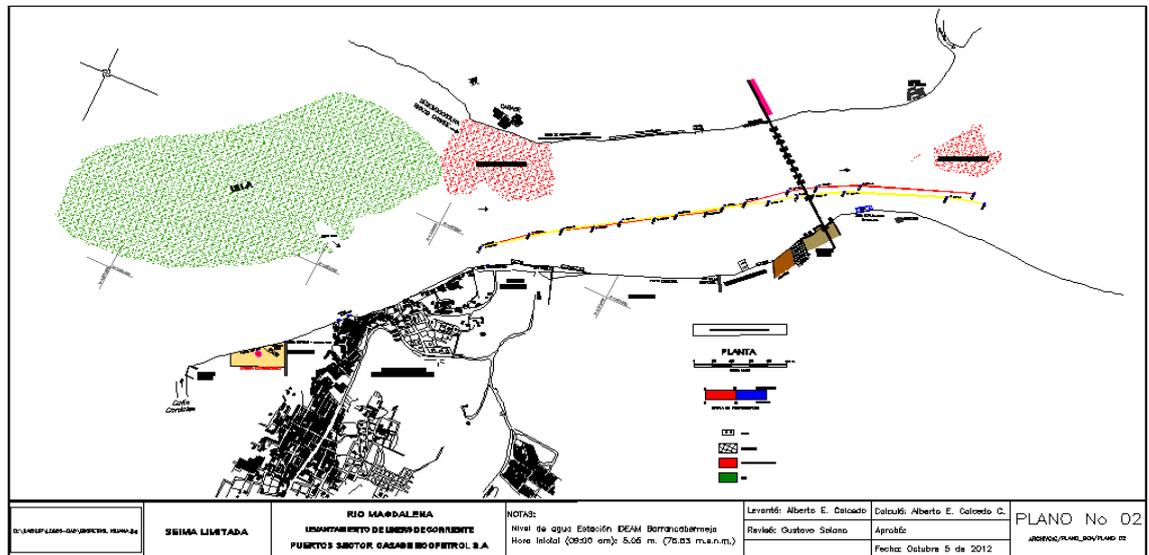


Fuente:

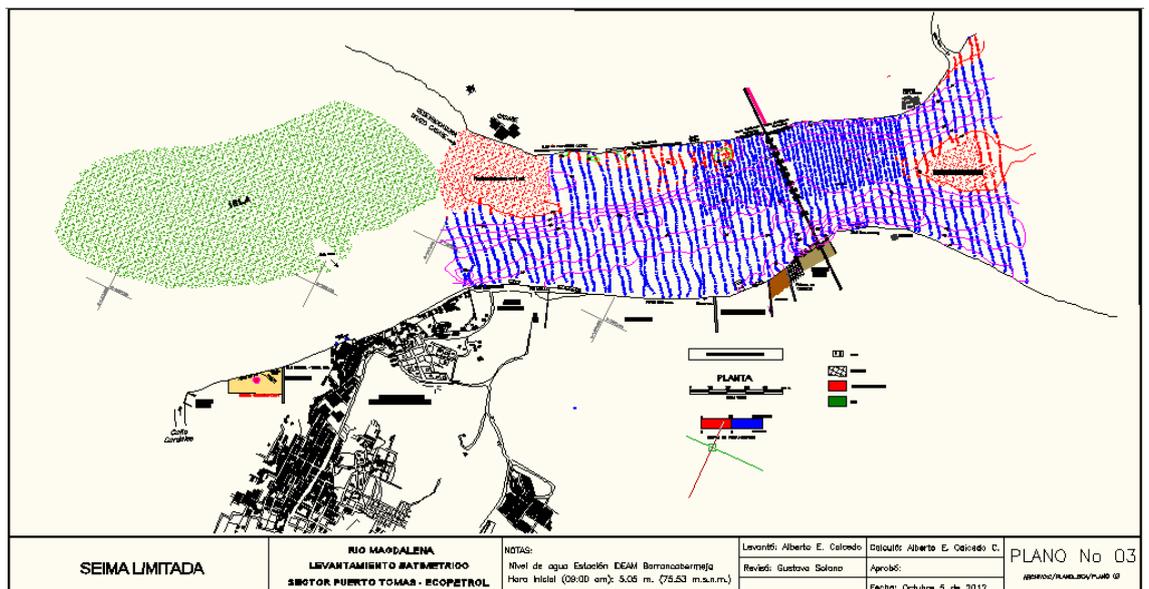
“La batimetría es la ciencia que mide las profundidades marinas para determinar la topografía del fondo del mar, lacustre o fluvial. Actualmente las mediciones son realizados por GPS diferencial para una posición exacta, y con sondadores hidrográficos mono o multihaz para determinar la profundidad exacta, todo ello se va procesando en un ordenador, para confeccionar la carta batimétrica. El conocimiento de las profundidades de un área tiene gran importancia para la seguridad de la navegación. La información batimétrica puede utilizarse para diversos fines, como la ingeniería costera (instalación de estructuras, construcción de muelles, dragados, etc.) y para estudios

científicos”<sup>4</sup>. En el caso particular para la instalación de estructuras, que son los Hexápodos H-430

**Figura 34. Levantamiento de líneas de corriente, sector casabe ECOPETROL S.A**



**Figura 35. Levantamiento batimétrico río magdalena, sector Yondó - Barrancabermeja**



<sup>4</sup> BATTISTESA, Estudio de agrimensura, Concepto Batimetría, tomado de: <http://www.estudiobattistema.com.ar/batimetrias.htm>, citado el día 7 de enero de 2013.

En los sectores donde se observaban tramos erosionados junto a la rivera de la SOR, la idea era instalar allí ya sean bolsacretos o bolsas arena cemento para la protección de la rivera, conformando así un dique de protección, impidiendo la erosión progresiva en el talud. En la figura 36, se muestra lo que se pensaba desarrollar en una primera instancia, pero ese no fue el sistema que se instaló.

**Figura 36. Instalación de bolsacretos dique de protección (ejemplo)**



Al final se optó por la instalación de Hexápodos H-430 para la conformación de diques de protección.

Ya habiendo cumplido el tiempo de fraguado de los hexápodos para la resistencia mínima, se prosiguió con la disposición de los mismos alrededor de la rivera donde fuese necesario, es decir donde la interventoría y ECOPELROL S.A lo solicitaban. Sin embargo, para empezar con la actividad era obligatorio cumplir con unos requisitos de la directriz HSE, tales como:

- ATS de la actividad
- Instructivo (Procedimiento) para la disposición de los Hexápodos H-430
- Que el personal subcontratado tuviera al día su seguridad social
- Que el personal se encontrara certificado: aparejadores, operador del retrocargador y el operador de planchón.

- Que tuviese curso FOMENTO al día.

Los anteriores requisitos son obligatorios para todas las actividades que se hagan con ECOPETROL S.A, sin importar que el personal fuese subcontratado.

### **ACCIONES REALIZADAS**

- Revisión del ATS, que fuese divulgado y firmado por todo el personal
- Que se siguiera el procedimiento de la actividad según instructivo.

### **6.3. DISPOSICIÓN DE HEXÁPODOS H-430**

Para la disposición, primero se inicia con el traslado de los hexápodos a la orilla del río para que sea más fácil el cargue de ellos a través del retrocargador al planchón (ver figura 37).

**Figura 37. Traslado hexápodos a la orilla para cargue en planchón**



Instaladas las estructuras en la orilla, entran los aparejadores a cumplir con sus funciones del amarre de las guayas (ver figura 38) y de darle las indicaciones al

operador del retrocargador para montarlos al planchón donde se pueden cargar aproximadamente 500 hexápodos H-430 (ver figura 39).

**Figura 38. Amarre de las guayas a la estructura para izaje**



**Figura 39. Cargue hexápodos h-430 para disposición.**



Posteriormente se disponen las estructuras en los puntos que ECOPETROL S.A nos indicó. Para el caso de campo Casabe se instalaron en los siguientes puntos:

- Puerto Casabe
- Puerto Thomas
- Puerto los mangos

En Puerto Casabe fue de mucha importancia la disposición de los hexápodos, debido a que en ese sector se encuentra el vertimiento de la Estación 3 del Campo Casabe de la Superintendencia de Operación del Río de la Gerencia Regional del Magdalena Medio. Es el vertimiento del agua proveniente de los pozos de inyección, que facilita la extracción del crudo por medio de la unidad de bombeo. Después es separada a través de la PI y llega a las piscinas aeróbicas donde se le hace el tratamiento químico para que salga “limpia” al vertimiento del río.

**Figura 40. Puerto casabe, vertimiento estación 3**



En la figura 40, se muestra la ubicación de Puerto Casabe, tomando como punto de referencia el puente Guillermo Gaviria, que comunica a Yondó

(Antioquia) con Barrancabermeja (Santander). De igual forma se ve el tubo donde se encuentra el vertimiento de la estación 3 al río Magdalena.

En la imagen se logra verificar la erosión presente en el talud, que poco a poco la corriente del río ha ido socavando. La funcionalidad de los hexápodos es funcionar como dique de protección y cambiar de dirección el flujo de la corriente del agua, con el fin de no tocar el talud. Este procedimiento no es 100% efectivo, pero mitiga en gran porcentaje el daño ocasionado por la fuerza erosiva que lleva el río.

**Figura 41. Vista cercana al vertimiento de la estación 3**



**Figura 42. Descargue de hexápodos h-430 en el vertimiento de la estación 3**



**Figura 43. La instalación de los hexápodos va hasta el borde superior del talud**



Puerto Tomas era el tramo más erosionado de los tres lugares de disposición que se tenían. Debido al invierno del año 2010, donde muchos pueblos fueron inundados debido al crecimiento de las fuentes hídricas, Yondó fue uno de los municipios que casi sufre de una gran inundación, donde la lámina de agua pudo haber tapado todo el pueblo, pero gracias a la re-estructuración del dique antiguo construido por los holandeses, el agua no alcanza a llegar hasta el interior del municipio. Por ello, se solicitó la instalación de los hexápodos en este punto, con el fin de mitigar la erosión y prevenir una futura inundación, a causa del fenómeno de la niña.

**Figura 44. Puerto Thomas, tramo erosionado - punto de disposición 2**



**Figura 45. Amarre de guayas a las estructuras para ser dispuestas junto al talud**



**Figura 46. Disposición puerto Thomas, tramo 1**



**Figura 47. Disposición puerto Thomas, tramo 2**



**Figura 48. Disposición puerto Thomas, tramo 3**



En el sector de Puerto los Mangos (ver figura 49), al igual que en Puerto Thomas, fue atacado fuertemente por la corriente del río Magdalena en el invierno del año 2010, con la diferencia que el dique antiguo holandés no llega hasta esta parte de la región, afectando a toda la población aledaña de este sector a nivel social y económico, pero principalmente a nivel ambiental debido a que alrededor de 25 pozos fueron inundados, causando riesgo de crudo y residuos químicos que se quedan en el contrapozo, contaminando los suelos de la zona.

**Figura 49. Puerto los mangos, tramo erosionado - punto de disposición 3**



**Figura 50. Tramo completo de disposición hexápodos h-430, puerto los mangos**



La relación que teóricamente se tiene para la disposición según la experiencia en el área, es que por cada m<sup>3</sup> se necesitan 3 hexápodos, por ende tomando las medidas de longitud, alto (profundidad del fondo del río hasta el borde superior del talud) y el ancho se obtiene el volumen, para tener un aproximado de las estructuras que se dispondrán en ese punto, y así el número de viajes que se necesitaran para la disposición.

**Tabla 9. Dimensiones tramo de disposición, Puerto Casabe**

DIMENSIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
LARGO	150	m
ANCHO	4	m
ALTO	7	m

$$\text{VOL} = \text{LARGO} * \text{ANCHO} * \text{ALTO}$$

$$\text{VOL} = 150 * 4 * 7 = 4200 \text{ m}^3$$

Si para un (1) m<sup>3</sup> caben aproximadamente 3 Hexápodos, entonces

Nº de Hexápodos aprox =  $4200/3 = 1400$  Unidades.

Nº de viajes para disposición =  $1400/500 = 2.8$  viajes

**Tabla 10. Cantidad disposición de hexápodos y viajes, tramo Puerto Casabe**

<b>UBICACIÓN</b>	<b>CANTIDAD DISPOSICIÓN</b>	<b>VIAJES</b>
<b>PUERTO CASABE</b>	1400	3

**Tabla 11. Dimensiones tramo de disposición, Puerto Thomas**

<b>DIMENSIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>LARGO</b>	385	m
<b>ANCHO</b>	4	m
<b>ALTO</b>	7	m

$VOL=385 * 4 * 7 = 10780$  m<sup>3</sup>

Nº de Hexápodos aprox =  $10780/3 = 3593.33$  aprox.

Nº de Hexápodos aprox = 3600 Unidades

Nº de viajes para disposición =  $3600/500 = 7.2$  viajes

**Tabla 12. Cantidad disposición de hexápodos y viajes, tramo Puerto Thomas**

<b>UBICACIÓN</b>	<b>CANTIDAD DISPOSICIÓN</b>	<b>VIAJES</b>
<b>PUERTO THOMAS</b>	3600	7

**Tabla 13. Dimensiones tramo de disposición, Puerto los Mangos**

DIMENSIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
LARGO	120	m
ANCHO	4	m
ALTO	12	m

$$\text{VOL}=120 * 4 * 12 = 5760 \text{ m}^3$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Hexápodos aprox} = 5760/3 = 1920 \text{ Unidades}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de viajes para disposición} = 1920/500 = 3.84 \text{ viajes}$$

**Tabla 14. Cantidad disposición de hexápodos y viajes, tramo Puerto los Mangos**

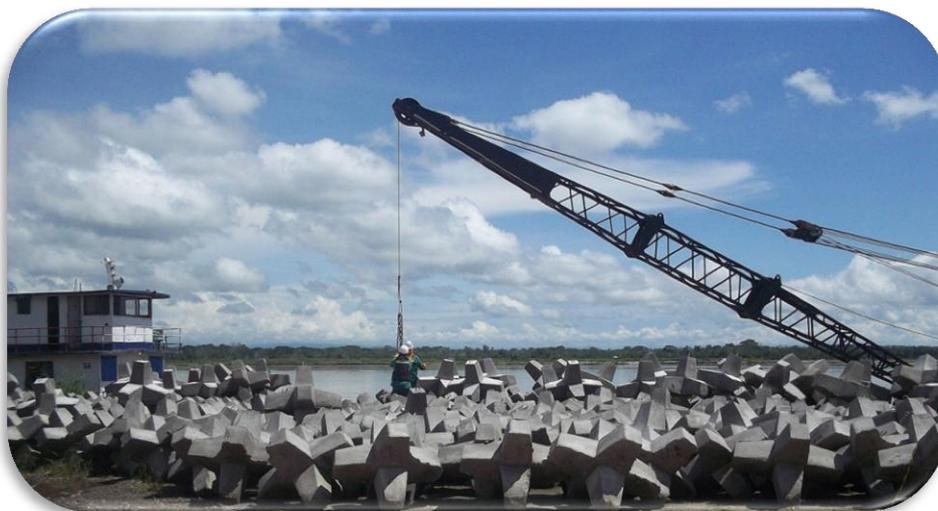
UBICACIÓN	CANTIDAD DISPOSICIÓN	VIAJES
PUERTO LOS MANGOS	1920	4

**Tabla 15. Cantidad total en Campo Casabe, ECOPEPETROL S.,A**

ACTIVIDAD	CANTIDAD	VIAJES
DISPOSICIÓN HEXÁPODOS	6920	14

**DISPOSICIÓN HEXÁPODOS EN PUERTO WILCHES Y CANTAGALLO**

**Figura 51. Amarre e izaje de hexápodos h – 430 para instalación en ISLA IV**



En Campo Cantagallo los Hexápodos fueron instalados sobre la ISLA IV, para contrarrestar la erosión y la socavación producidas en la rivera, por crecientes del río Magdalena. Según personas de la zona y personal de ECOPETROL S.A, dicen que la socavación ha sido tanta con el paso de los años, que se han desprendido grandes cantidades de tierra pertenecientes a la Isla, causando problemas de sedimentación aguas abajo.

**Figura 52. Isla IV campo Cantagallo, gerencia regional magdalena medio de la SOR**



En la figura 52, se ilustran claramente los EPP (elementos de protección personal) que deben tener todos los trabajadores que realizan su labor en la zona de ECOPETROL S.A. De igual manera, es el sector donde se encuentran los grandes problemas de erosión y socavación mencionados anteriormente. Es un tramo bastante largo, aproximadamente de 600 metros que llevará hexápodos para la protección de la rivera, que colinda con los pozos petroleros que se encuentran allí (ver figura 53).

La disposición de estos hexápodos se realizó con el mismo instructivo que se utilizó en Campo Casabe. De igual forma los aparejadores y los operadores de las máquinas deben estar certificados. Lo único diferente a Campo Casabe fue el ATS que es propio de cada actividad, es decir, que aunque la actividad sea la misma, la región, el ambiente, los peligros, etc. son diferentes en cada lugar. Adicionalmente, las firmas de los permisos también son propias de cada gestoría.

Aquí se presentó un serio problema con la región, debido a la contratación del personal para la construcción de los hexápodos, causado por las “asociaciones” que existen en esta localidad. SEIMA LIMITADA siempre ha procurado contratar trabajadores de Cantagallo (Bolívar) y de Puerto WILCHES (Santander) por mitad para evitar paros o inconvenientes con la USO. Sin embargo, en esta ocasión como el lote de construcción estaba en el municipio de Puerto Wilches, ellos exigían que todos los trabajadores fueran de esta región y ninguno de Cantagallo. Al principio, se pensó que iba a ser un problema muy grande para todos debido a que llegaban cartas amedrantando a los ingenieros que pertenecían a cada empresa (SEIMA LTDA Y CIMOL LTDA), pero gracias a la cooperación de la GESTORIA DE ECOPETROL S.A DE CAMPO CANTAGLLO se pudo llegar a un acuerdo, diciéndoles que si no cooperaban el contrato se cancelaba y se verían afectadas ambas regiones. Agregando que ECOPETROL S.A había aprobado la construcción de unos Hexápodos para la protección de las riveras de cada región (ver figura 54). Finalmente se logró contratar el personal de ambas regiones.

En este tramo se observó que la cantidad de Hexápodos H-430 iba a ser mayor, debido a la profundidad que existe alrededor de ISLA IV.

**Figura 53. Disposición hexápodos tramo 600 metros, isla iv campo Cantagallo**



**Tabla 16. Campo Cantagallo isla iv, ECOPETROL S.A.**

DIMENSION	CANTIDAD	UNIDAD
LARGO	600	m
ANCHO	4	m
ALTO	15	m

$$\text{VOL}=500 * 4 * 15 = 30000 \text{ m}^3$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Hexápodos aprox} = 36000/3 = 12000 \text{ aprox.}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Hexápodos aprox} = 12000 \text{ Unidades}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de viajes para disposición} = 12000/500 = 24 \text{ viajes}$$

**Tabla 17. Cantidad disposición de hexápodos y viajes, ISLA IV Campo Cantagallo**

<b>UBICACIÓN</b>	<b>CANTIDAD DISPOSICIÓN</b>	<b>VIAJES</b>
<b>ISLA IV</b>	12000	24

**Tabla 18. Cantidad total Campo Cantagallo, ECOPEPETROL S.A.**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VIAJES</b>
<b>DISPOSICIÓN HEXÁPODOS</b>	12000	24

Los 1080 hexápodos restantes fueron dispuestos en los municipios de Puerto Wilches y Cantagallo como se les había prometido, para la protección de sus riveras.

**Tabla 19. Distribución hexápodos h-430 en la SOR, ECOPEPETROL S.A.**

<b>TOTAL CONSTRUCCIÓN HEXÁPODOS H-430</b>	<b>20000</b>	<b>UNIDADES</b>
<b>DISPOSICIÓN CAMPO CBE</b>	6920	UNIDADES
<b>DISPOSICIÓN CAMPO CGO</b>	12000	UNIDADES
<b>RESTANTE</b>	1080	UNIDADES

**Figura 54. Disposición hexápodos h-430, acuerdo asociaciones y ECOPETROL S.A, rivera puerto Wilches**



#### **ACCIONES REALIZADAS**

- Revisar que las estructuras no sean maltratadas al ponerlas sobre el planchón
- Verificar que los ganchos de amarre para el izaje estén bien conectados a las guayas
- Observar y llevar un conteo detallado de los hexápodos que se disponen in situ

#### **6.4. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BOLSA ARENA CEMENTO**

Esta actividad que pertenece a uno de los ítems del contrato de Hexápodos, se utilizó básicamente para la protección de los contrapozos debido al invierno que hubo en el año 2010, cuando la creciente del río Magdalena alcanzó el nivel del talud del municipio de Yondó (Antioquia) e inundó algunas partes del pueblo, en donde se encuentran pozos petroleros. Lo primordial de esta actividad, es evitar que el crudo que queda en el contrapozo (ver figura 55)

salga a la intemperie contaminado en suelo y cualquier otro aspecto de tipo ambiental. Según la estación del IDEAM, que se encuentra cerca a las locaciones, se pronosticaba meses de lluvia para el mes de octubre y noviembre, por ende se mandaron a instalar las bolsa arena cemento, como prevención a cualquier creciente, y evitar así los daños ambientales mencionados anteriormente.

Se utilizaron bolsas arena cemento en vez de bolsacretos, debido a la facilidad de armado de cada bolsa y a la rápida instalación, ya que su peso es menor. De igual forma, se puede decir que el trabe es más homogéneo con estas bolsas, ya que por su manejabilidad, se prestó para instalar de manera intercalada las bolsas y así formar las filas, haciendo un dique de protección para el contrapozo.

**Figura 55. Ejemplo de contrapozo, pozo YR 95 Campo Casabe**



### **Preparación de mezcla arena cemento**

La relación que se utilizaba numéricamente para determinar las cantidades de material es:

MATERIAL	CANTIDAD (m3)	CANT. BALDES	EN	CANT. PALADAS	EN
ARENA	1	120		240	

MATERIAL	CANTIDAD (bulto)	CANT. BALDES	EN	CANT. PALADAS	EN
CEMENTO	1	4		8	

Como la cantidad de cemento es igual al 20% de la cantidad de arena por metro cúbico, se tiene que: el 100% son 120 baldes negros, el 20% equivalen 24 baldes negros, y sabiendo que un bulto de cemento equivale a 4 baldes negros, la cantidad de bultos que se requirieron por m3 de arena es igual a 6.

### **Instalación de plástico, geo membrana o geo textil**

El oficial de construcción junto con los ayudantes de obra civil, desplegaron el plástico en la parte superior del contrapozo y lo extendieron manualmente a lo largo del perímetro sobre el área establecida en la locación. El plástico cubre el muro formado por las bolsas arena cemento, impermeabilizando cada una de las caras.

### **Llenado de la bolsa arena cemento**

El llenado de la bolsa solo se realizaba hasta las  $\frac{3}{4}$  partes para dos fines. El primero para tener espacio y amarrar la bolsa, y el segundo para que al momento de la instalación las bolsas quedaran pisadas unas con otras.

**Figura 56. Método de trabado de bolsas arena cemento para la conformación del dique**



Sobre el plástico instalado se colocaron las bolsas arena cemento en todo su perímetro sin dejar espacios entre bolsas. Con ayuda de los obreros se instaló la primera hilada de sacos a lo largo del perímetro del contrapozo. Posteriormente se instaló otra línea de sacos inmediatamente contigua a la anterior y así consecutivamente hasta completar las hiladas en sentido horizontal requeridas por la gestoría. Después de instalar las hiladas horizontales se inició con el mismo proceso pero de manera vertical a lo largo del perímetro del contrapozo hasta alcanzar la altura de 1 m, según ordenes de ECOPETROL S.A.

Algo que era muy importante al momento de la construcción del dique, era la medida libre interna mínima que quedaba entre los costados del muro es decir, el espacio mínimo debía ser de 3 metros, debido a los equipos de workover, cuando intervenían un pozo productor.

**Figura 57. Preparación de la mezcla arena - cemento**



**Figura 58. Conformación dique de protección pozo productor**



**Figura 59. Culminación dique de protección pozo productor ECOPETROL S.A**



## **ACCIONES REALIZADAS**

- Revisar que las cantidades de los materiales (arena, cemento y sacos) fuese la adecuada para la terminación de cada dique de protección de contrapozo según sus dimensiones.
- Coordinar la instalación de las bolsas arena cemento de forma adecuada para la alineación de las filas e hileras, verificando la trabazón entre ellas.
- Verificar que el espaciamiento mínimo interno fuese de 3 metros para futuras intervenciones de equipos de workover.

## **6.5. CONSTRUCCIÓN DE GAVIONES**

Los muros de gavión se construyeron entre uno y cinco niveles (de 1 a 5 metros de altura). Para su conformación se instalaron módulos de 2.0 x 1.0 x 1.0 metros colocados transversal y longitudinalmente, generando trabazón entre hileras contiguas, según lo indicó ECOPETROL S.A. Los gaviones se armaron en malla galvanizada de triple torsión, calibre 12 y eslabones de 4" x 4".

El terreno de cimentación de los gaviones se niveló retirando primero todo el material vegetal, para después retirar todo el material blando y así compactar, conformando una caja en el suelo de aproximadamente 0.30 m de profundidad, tal que permitirá anclar el gavión y garantizar su estabilidad.

El procedimiento para la construcción de los muros de contención (gaviones) fue el siguiente:

- Localización y replanteo
- Demarcación y señalización de zonas de trabajo
- Excavación

“Para cualquier actividad de obra civil que requiera el ítem de excavación, el Contratista deberá diligenciar el FORMATO No 3 CERTIFICADO DE APOYO EXCAVACIÓN. Ecopetrol S.A aprobará este certificado para el inicio de la actividad”<sup>5</sup>.

- Cargue, retiro y disposición de materiales sobrantes de excavación
- Rellenos

“El CONTRATISTA deberá suministrar el equipo adecuado a las necesidades y al tipo de material que se va compactar para cumplir con un mínimo del 95% de la humedad optima, determinada según el PROCTOR MODIFICADO (AASHO T-180)<sup>6</sup>”.

Antes de instalar las mallas sobre el cajón conformado en tierra, se fundía una capa de concreto pobre (solado de limpieza) de 5 cm de espesor.

Cada canasta de malla una vez dispuesta en el sitio, se llenó con bolo de río de tamaño mínimo 5" y máximo 8" (garantizando un tamaño mínimo de 1.5 veces la separación entre alambres).

Para la costura del gavión y unión de las canastas se utilizó alambre galvanizado calibre No. 16 en un principio, pero debido a algunos problemas (ver figura 60) que se tenían cuando se retiraba la formaleta, se utilizó alambre galvanizado No. 14 y doble hilada por cada amarre.

Para el llenado de la malla con la piedra, se colocaron formaletas de madera de tal forma que se garantizara la forma geométrica (rectangular) de cada gavión y se rigidizó colocando amarres con alambre galvanizado así: dos tirantes diagonales en cada esquina y longitudinales y transversales espaciados cada 0.30 m en ambas direcciones.

---

<sup>5</sup> ECOPETROL S.A, contrato No. MA-0013631, Especificaciones técnicas

<sup>6</sup> ECOPETROL S.A, contrato No. MA-0013631, Especificaciones técnicas

**Figura 60. Cambio de alambre galvanizado calibre 16 a calibre 14**



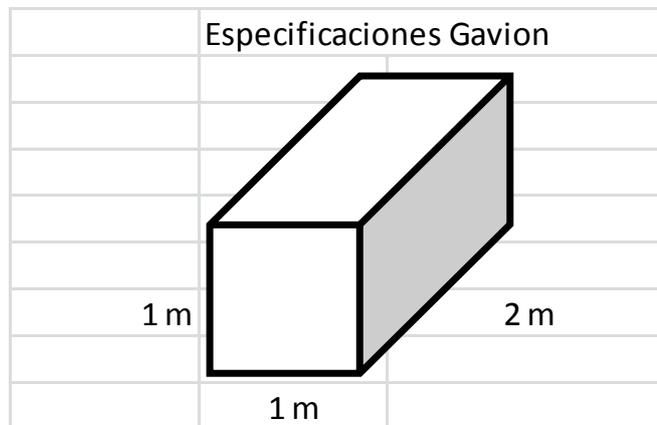
En el área de contacto entre el suelo y el gavión se colocó tela geotextil del tipo no tejido 1600 de PAVCO. El geotextil se extendió antes de realizar el relleno dejando un tramo de 0.3m sobre el terreno y se continuó hasta la parte superior del muro. El traslape de tela en sentido longitudinal se hizo de 0.4 m. Colocada la tela, se procedió a realizar el relleno en la parte posterior con material gravo arcilloso hasta conformar el talud. Este se realizó en capas de 0.30 m de espesor, utilizando material seleccionado. La compactación se hizo con un compactador mecánico portátil hasta conformar la vía o alcanzar la altura del gavión según indicaciones de ECOPEPETROL S.A, y como mínimo al 90% del Proctor modificado.

**🚧 GAVIÓN No. 1: PEÑAS BLANCA K8+500**

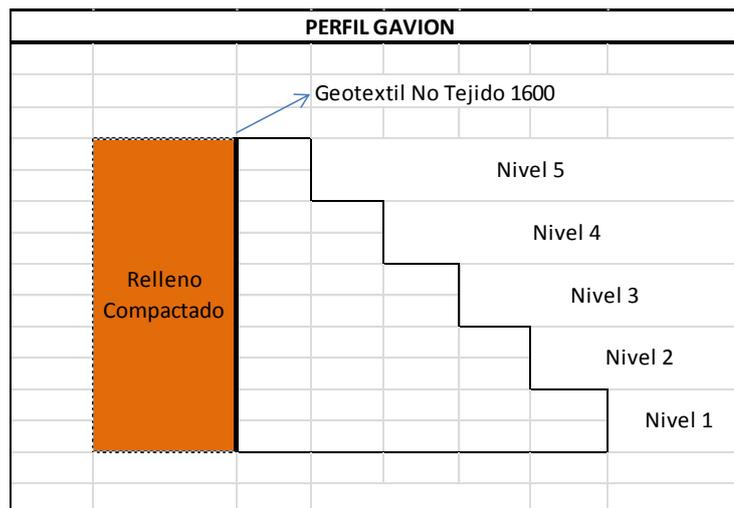
**Tabla 20. Muro de contención, gavión peñas blancas k8+500**

MURO DE CONTENCIÓN	
Longitud	40 metros
No. De Niveles	5
Solado de limpieza	si
Dimensión módulos (mallas)	1 * 1 * 2

**Figura 61. Especificacion gavion convencio**

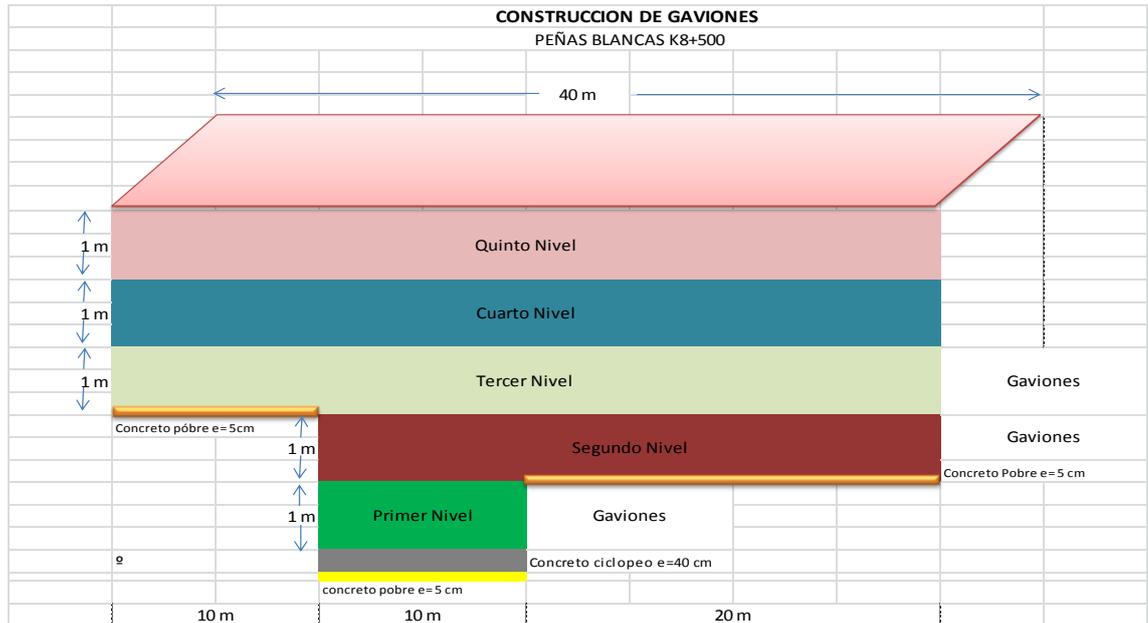


**Figura 62. Perfil gavi3n k8+500, Pe3as Blancas**



Este gavi3n fue el 3nico de los tres que se construyeron, que encima del solado de limpieza del nivel 1, se vac3o concreto cicl3peo de 40 cm de espesor para rigidizar el terreno seg3n ordenes de la gestor3a de ECOPETROL S.A

**Figura 63. Diagrama de construcción gavión k8+500, Peñas Blancas**



**REGISTRO FOTOGRAFICO DEL PROCEDIMIENTO**

Se inició con la remoción y retiro de todo material orgánico a través de una retro excavadora de oruga CAT. Una ventaja que se tuvo en este tramo del corregimiento de Peñas Blancas, era que el flujo vehicular era muy poco, por lo tanto, la actividad se realizó sin mucha demora.

**Figura 64. Remoción de troncos, raíces, material orgánico y demás materiales, gavión k8+500 peñas blancas**



**Figura 65. Cargue, retiro y disposición de materiales sobrantes de excavación k8+500**



Durante la ejecución de la actividad, la interventoría solicitó que se ampliara la vía (ver figura 66), aprovechando que se tenían las máquinas in situ, para facilitar el acceso de las volquetas y del trabajo como tal. Además, al ampliar la vía, era más sencillo dar paso a las cisternas y/o vehículos con equipos de ECOPELROL S.A que transitaban por ese sector.

**Figura 66. Ampliación y adecuación vía k8+500 para la seguridad y el paso de los vehículos**



**Figura 67. Fundición soldado de limpieza e=5cm para nivel 1,**



Como habíamos mencionado anteriormente, en la figura 68, se ve claramente el agregado pétreo para la elaboración de concreto ciclópeo, que tuvo un espesor de 40 cm. “<sup>7</sup>Se utilizó ciclópeo debido a que es un elemento estructural que resiste esfuerzos de compresión por peso de la estructura”.

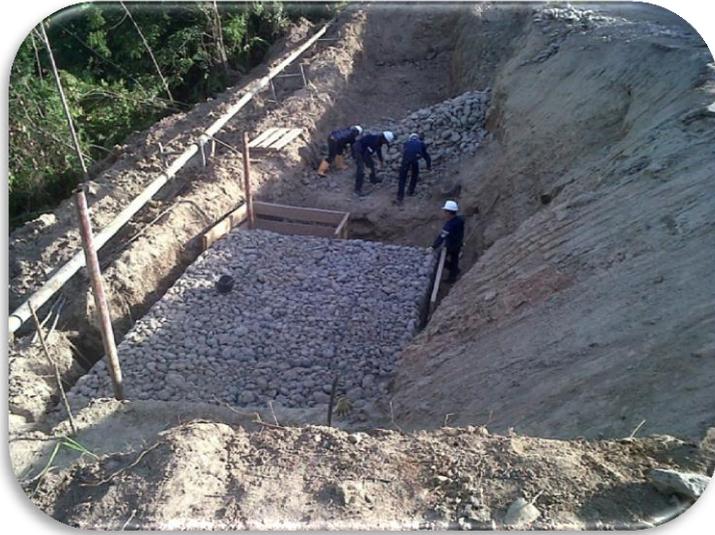
**Figura 68. Agregado pétreo para la elaboración de concreto ciclópeo, nivel 1 gavión k8+500, Peñas Blancas.**



---

<sup>7</sup> EMAGISTER, Cimiento de hormigón ciclópeo. Construcción, Aldo Baselli, 18 de noviembre de 2011. Tomado de: [http://www.emagister.com/cimiento-hormigon-ciclopeo-construccion\\_h](http://www.emagister.com/cimiento-hormigon-ciclopeo-construccion_h)

**Figura 69. Elaboración e instalación gavión nivel 1 k8+500, Peñas Blancas**



En la figura 70, se observa la utilización de formaletas de madera para sostener las mallas mientras son llenadas con piedras de 5” a 8”, evitando que se deformen, garantizando la forma geométrica de cada gavión.

**Figura 70. Formaleta en madera para garantizar la geometría del gavión**



Cabe mencionar que la utilización del solado de limpieza no es solamente para el primer nivel de gavión, sino cada vez que haya cambio de nivel, siempre y cuando se requiera como se ve en la figura 71.

**Figura 71. Fundición de solado de limpieza nivel 2 y nivel 3, y construcción nivel 2**



**Figura 72. Construcción nivel 3 y nivel 4 gavión k8+500, Peñas Blancas**



**Figura 73. Construcción nivel 5 gavión k8+500, Peñas Blancas**



**Figura 74. Instalación de geotextil de tipo no tejido 1600 pavco en el área de contacto entre el suelo y el gavión k8+500, Peñas Blancas**



En la figura 74, se observa la instalación del geotextil del tipo no tejido 1600 de PAVCO. “Los geotextiles no tejidos son altamente recomendables para el drenaje de subsuelo y para el control de la erosión, así como para la

estabilización de caminos sobre suelos húmedos o saturados”<sup>8</sup>. Y en la figura 75, se observa el relleno compactado en la parte posterior del muro

**Figura 75. Relleno y compactación con material gravo arcilloso, para conformación de vía k8+500, Peñas Blancas.**



Al terminar la construcción del muro de contención de gaviones en el K8+500 del corregimiento de Peñas Blancas, se observa el relleno compactado con material gravo arcilloso, la altura de la estructura que sobresale por encima del nivel de la carretera y la ampliación de la vía, como lo indico ECOPETROL S.A.

**✚ GAVION No. 2: PEÑAS BLANCAS K4+500**

**Tabla 21. Muro de contención, gavión peñas blancas k4+500**

MURO DE CONTENCIÓN	
Longitud	18 metros
No. De Niveles	2
Solado de limpieza	si
Dimensión módulos (mallas)	1 * 1 * 2

<sup>8</sup> GEMIA, Geosintéticos, Estabilización de suelos blandos, Geotextil no tejido, tomado de: <http://www.gemia.com.mx/documents/83.html>



consistía en un tramo de manguera traslucido de la longitud necesaria, según se requiera, la cual se llenaba casi en su totalidad de agua. Se verificaba que el agua no contuviera burbujas ya que esto puede modificar su funcionamiento. Para pasar un nivel, marcamos primero un punto como referencia, y el otro extremo de la manguera debe llegar al mismo nivel cuando esta se encuentre en reposo. De igual forma, se requiere coordinación entre los dos operarios de esta actividad.

**Figura 77. Retiro de material sobrante de excavación k4+500, Peñas Blancas**



En este muro de contención se construyó una placa de concreto de 3000 psi de 10 cm de espesor en vez de concreto ciclópeo, por encima del solado de limpieza. (Ver figura 78)

**Figura 78. Fundición placa en concreto e=10cm gavión k4+500, Peñas Blancas**



**Figura 79. Construcción e instalación primer nivel gavión k4+500, Peñas Blancas**



**Figura 80. Construcción segundo nivel gavión k4+500, Peñas Blancas**



**Figura 81. Instalación de geotextil de tipo no tejido 1600 pavco en el área de contacto entre el suelo y el gavión k4+500, Peñas Blancas**



**Figura 82. Relleno y compactación cada 0.3m para conformación de vía k4+500, Peñas Blancas**

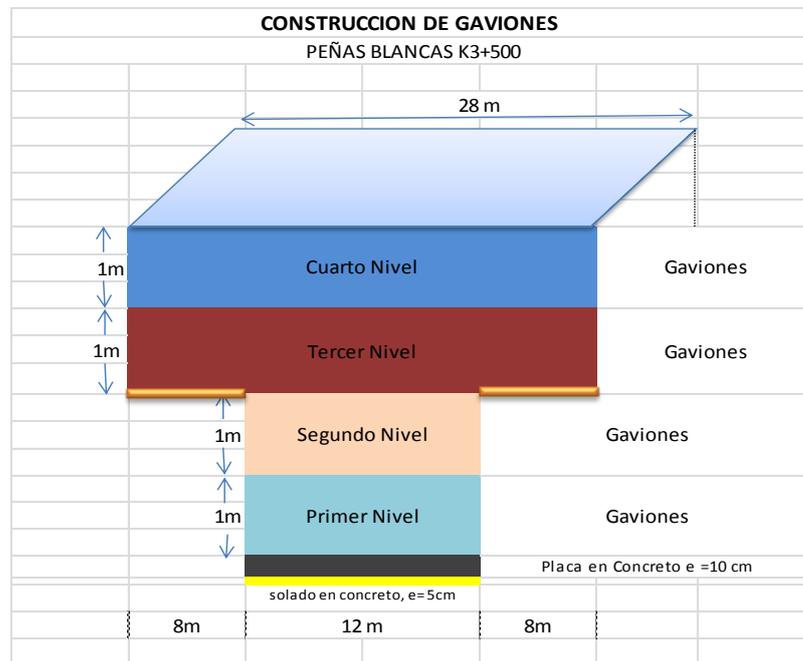


**🚧 GAVION No.3: PEÑAS BLANCAS, K3+500**

**Tabla 22. Muro de contención, gavión peñas blancas k3+500**

MURO DE CONTENCION	
Longitud	28 metros
No. De Niveles	4
Solado de limpieza	si
Dimensión módulos (mallas)	1 * 1 * 2

**Figura 83. Diagrama de construcción gavión k3+500, peñas blancas**



**Figura 84. Adecuación y replanteo de terreno para niveles y construcción de gavión k3+500, peñas blancas**



En la figura 85, se observa que cierta cantidad de material se deslizo hacia la parte inferior de la excavación, debido al movimiento de vehículos que

transportaban equipos de perforación y limpieza de varilleo que transitaban por este sitio. Es en este tipo de casos donde se afirma la importancia del uso de los “EPP” para evitar cualquier lesión en un incidente. Sin embargo, gracias a este incidente, se supo la necesidad y la urgencia del muro de contención en el sitio.

**Figura 85. Deslizamiento material suelto en el k3+500, peñas blancas**



**Figura 86. Construcción primer nivel de gavión k3+500, peñas blancas**



En la figura 87, se observa que en la parte central de la excavación, que corresponde a 12 metros, la profundidad se debió al tipo de terreno que allí se

encontraba. Superficialmente el suelo se observaba compacto, sin embargo mientras se excavaba, se encontró con material blando. La interventoría decidió que se profundizara lo necesario hasta que se encontrara con suelo estable. Por ello, la construcción del nivel 1 y 2 surgen de manera imprevista, pues no estaban contemplados en un primer momento.

**Figura 87. Construcción segundo nivel de gavión k3+500, Peñas Blancas**



**Figura 88. Utilización de geotextil como polisombra k3+500, Peñas Blancas**



Debido a las altas temperaturas en el corregimiento de Peñas Blancas, aproximadamente 38°C, era necesario la instalación de una “polisombra” para que los obreros se resguardaran de la ola de calor de la 1 pm como se observa en la figura 88.

Otro aspecto muy importante durante la ejecución de la actividad era la demarcación y la señalización de la zona de trabajo. Algunas de estas se hacen con ayuda del equipo HSE de la empresa SEIMA LTDA, quienes hacían de forma excelente su labor. Sin embargo, debido al tipo de obra civil y el lugar donde se realizaba, primaba la señalización vial en todo momento. (ver figura 89)

**Figura 89. Demarcación y señalización vial en el k3+500, Peñas Blancas**



**Figura 90. Vista perfil de los 4 niveles del gavión k3+500, Peñas Blancas**



#### **ACCIONES REALIZADAS**

- Inspeccionar el lugar donde se iba a ejecutar la obra
- Verificar y revisar el proceso de descapote, retiro de maleza y excavación hecho por la retroexcavadora, para evitar daños a tuberías de transporte de crudo o agua de ECOPETROL S.A
- Revisar que los permisos y certificados de apoyo estuvieran previamente firmados, que fuesen vigentes y que se encontrara en el sitio.
- Revisar que los materiales para la ejecución de la actividad cumpliera las especificaciones de la interventoría y de ECOPETROL S.A, como el bolo de rio, los modelos, etc.
- Verificar el proceso de llenado y armado de los gaviones para evitar rupturas de los alambres o daños a futuro. Al igual que su geometría (instructivos).
- Verificar que la altura de los gaviones se encontrara acorde con el nivel de la vía.

**7. CONSTRUCCIÓN DE ANCLAJES MÓVILES Y OBRAS CIVILES EN  
POZOS PETROLEROS PARA LOS CAMPOS CASABE Y CANTAGALLO DE  
LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DEL RIO DE LA GERENCIA  
REGIONAL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A**

**Figura 91. Cuadro de actividades de ECOPETROL S.A en Campo Casabe**

 <b>GERENCIA REGIONAL MAGDALENA MEDIO SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DEL RIO - SOR DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>PRESUPUESTO OFICIAL</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE ANCLAJES MOVILES Y OBRAS CIVILES EN POZOS PETROLEROS PARA LOS CAMPOS CASABE Y CANTAGALLO DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DEL RIO DE LA GERENCIA REGIONAL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A</b>	
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>A.</b>	<b>CAMPO CASABE</b>
1	CONSTRUCCIÓN DE ANCLAJE MOVIL CAMPO CBE
2	DEMOLICIÓN DE CONCRETO EXISTENTE (incluye excavación,demolición, cargue de escombros y reconformación del área) CAMPO CBE
3	TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS (Escombrera autorizada) CAMPO CBE
4	CONSTRUCCIÓN ANCLAJE CBE TIPO I CAMPO CBE
5	CONSTRUCCIÓN DE BASE PORTÁTIL DE UNIDAD DE BOMBEO - CBE
6	DESMANTELAMIENTO DIQUE DE PROTECCIÓN DE POZO CBE
7	INSTALACIÓN DIQUE DE PROTECCIÓN DE POZO CBE
8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DIQUE DE PROTECCIÓN DE POZO CBE

**Figura 92. Cuadro de actividades de ECOPETROL S.A en Campo Cantagallo**

 <b>GERENCIA REGIONAL MAGDALENA MEDIO</b> <b>SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DEL RIO - SOR</b> <b>DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>PRESUPUESTO OFICIAL</b> <b>CONSTRUCCIÓN DE ANCLAJES MOVILES Y OBRAS CIVILES EN POZOS PETROLEROS PARA LOS CAMPOS CASABE Y CANTAGALLO DE LA SUPERINTENDENCIA DE OPERACIONES DEL RIO DE LA GERENCIA REGIONAL MAGDALENA MEDIO DE ECOPETROL S.A</b>	
ITEM	DESCRIPCIÓN
<b>B.</b>	<b>CAMPO CANTAGALLO</b>
9	CONSTRUCCIÓN DE ANCLAJE MOVIL CAMPO CGO
10	DEMOLICIÓN DE CONCRETO EXISTENTES (incluye excavación,demolición, cargue de escombros y re conformación del área) CAMPO CGO
11	TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS (Escombrera autorizada) CAMPO CGO
12	CONSTRUCCIÓN ANCLAJE ESTRUCTURA RIGIDA CGO
13	CONSTRUCCIÓN DE ANCLAJE TIPO I CAMPO CGO
14	CONSTRUCCIÓN DE BASE PORTÁTIL DE UNIDAD DE BOMBEO - CTGO
15	DESMANTELAMIENTO DIQUE DE PROTECCIÓN DE POZO CGO
16	INSTALACIÓN DIQUE DE PROTECCIÓN DE POZO CGO
17	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DIQUE DE PROTECCIÓN DE POZO CGO

## 7.1. CONSTRUCCION DE ANCLAJE TIPO 1

### CAMPO CASABE

Las dimensiones de los anclajes son las siguientes: 1m \* 1m \* 1.5m

Los anclajes para la torre de los vientos se construyeron y ubicaron de acuerdo con las especificaciones precisas de la sección 6 de la norma API RP 4G a fin de que garantizaran con seguridad las cargas de trabajo a las cuales se ven sometida la torre.

Para la construcción de la zapata pertinente al Anclaje se efectuó una excavación en la parte inferior del anclaje de: 1.40m \* 1.40m \* 0.20m

### **ANCLAJE TIPO 1 – CAMPO CASABE**

Antes de vaciar concreto de 3000 psi para la construcción de cada anclaje, se debía fundir en el fondo de la excavación, concreto de limpieza de 0.05 m de espesor, según especificaciones técnicas por parte de ECOPETROL S.A, pero la interventoría dijo que no era necesario hacer este solado, debido a que este tipo de anclaje iba a ser reemplazado por anclajes móviles, por lo tanto iban a ser temporales. De igual forma porque el solado no cumple ninguna función estructural.

La diseño de mezcla del concreto para los anclajes tipo 1 era 1:2:3, con una resistencia mínima a los veintiocho (28) días en el ensayo de compresión de un cilindro estándar, de 3000 Psi. Para la realización de la mezcla se utilizaron mezcladoras portátiles mecánicas las cuales debían ser aprobadas previamente por ECOPETROL S.A. La duración del mezclado en el trompo debía ser la necesaria para conseguir una textura homogénea, pero no inferior a un minuto, contado a partir del momento en que se habían terminado de colocar todos los materiales.

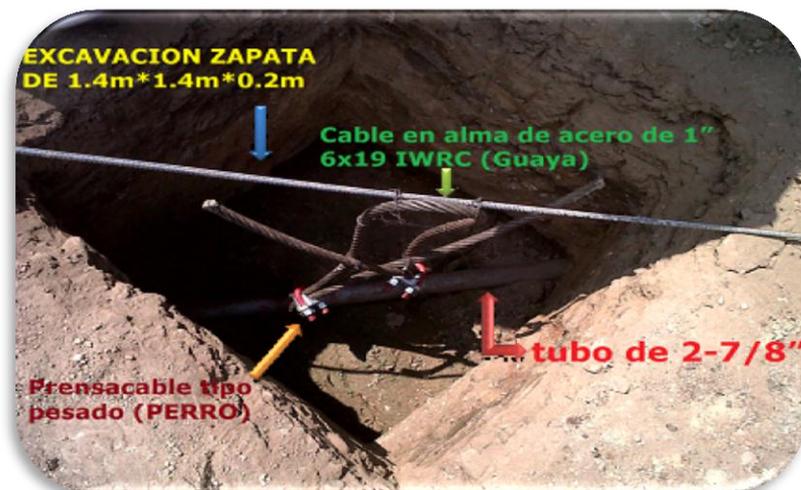
Como los anclajes en los pozos petroleros son bastante necesarios para la torre de los vientos, y cada semana se hace intervención por parte de ECOPETROL S.A. a distintos pozos para su limpieza, se suministró aditivo SIKA L, con el fin de acelerar el tiempo de fraguado de la mezcla a 48 horas después de fundido.

En la parte inferior de la excavación se instalaba y fijaba un tubo metálico suministrado por ECOPETROL S.A. de 2-7/8" de diámetro y longitud 1.40m. A este tubo se le amarraba un Cable en alma de acero de 1" 6x19 IWRC, la cual será suministrada por Ecopetrol S.A. conocido comúnmente con el nombre de

guaya. Este cable ira fijado en el tubo con prensacable tipo pesado, el cual se le conoce en el argot popular como “perros”. (Ver figura 93)

En la figura 94, se observa el distanciamiento que debe haber entre el anclaje y el pozo, según lo estipulado por la sección 6 de la norma API RP 4G, siempre y cuando la locación del pozo lo permitiera. Normalmente se construían en la zona “D” a 90 pies del pozo de perforación como lo indicaba la norma (mayor factor de seguridad) teniendo en cuenta todos los factores de la zona como que no se invadieran predios privados, que no quedara sobre una vía, que no afectara alguna estructura en concreto como una cuneta, etc.

**Figura 93. Elementos anclaje tipo 1, Campo Casabe**

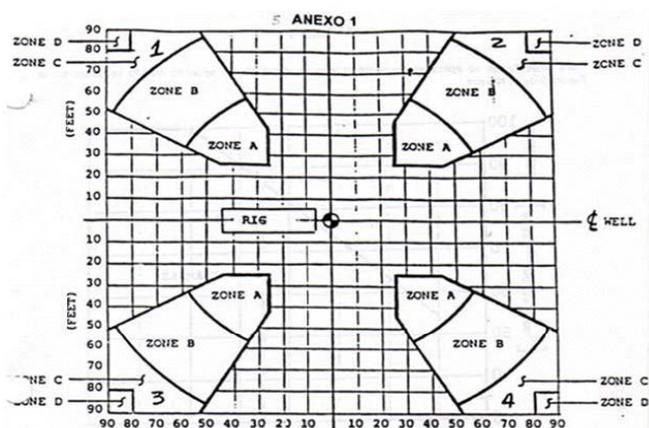


“Para el caso de la construcción de anclajes la distancia entre ejes con relación al pozo son de 90 pies, no obstante cuando las condiciones por orden geográfico o de predios no se puedan construir los anclajes a esta distancia estipulada según la norma, el Ingeniero residente se contactará con el ingeniero de la Coordinación de Subsuelo o quien se designe y esta persona le indicará el sitio exacto de la construcción de los mismo”<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Fragmento extraído de documento facilitado por ECOPETROL S.A

En algunos casos se construyeron anclajes sobre otra zona diferente a la “D”, o en su defecto no se podía cumplir la norma debido a que la locación era muy pequeña o se encontraba junto a un predio privado, y su espacio no era el suficiente para la instalación de los anclajes. Cuando el anclaje debía ir sobre un predio se hablaba con el dueño del predio para que otorgara el permiso de intervenir en él, siempre y cuando no tuviera costo alguno, pero si el dueño fijaba que se le debía pagar algo para la construcción del anclaje, era gestión de ECOPETROL S.A. a través de la gerencia de inmobiliaria, poder construir el anclaje en el lote.

**Figura 94. Distanciamiento anclajes tipo 1, sección 6 norma api rg 4p**



Fuente: Documento facilitado por ECOPETROL S.A

Capacidad mínima de los anclajes tipo 1, para esfuerzos a tensión según la zona:

**Figura 95. Variación de la capacidad de los anclajes, sección 6 norma api rg 4p**

CAPACIDAD MÍNIMA ANCLAJES POR ZONA				
ZONA	Distancia (ft)	Tonelada fuerza (Tnf)	Libra Fuerza (lbf)	PSI
A	25 - 35	15,6	34.392	72
B	35 - 50	11,5	25.353	52
C	50 - 80	9	19.842	44
D	90	7,4	16.314	40

Fuente: Documento facilitado por ECOPETROL S.A

En Campo Cantagallo se realizó el mismo procedimiento para la construcción de los anclajes tipo 1, con la diferencia de algunos valores que corresponden a las dimensiones de la excavación, según especificaciones técnicas de ECOPETROL S.A

Las dimensiones de los anclajes son las siguientes: 1.2m \* 1.2m \* 1.5m

Para la construcción de la zapata pertinente al Anclaje se efectuó una excavación en la parte inferior del anclaje de: 1.60m \* 1.60m \* 0.20m

Para la construcción de cada anclaje en cada campo, se utilizó aproximadamente la siguiente cantidad de materiales:

**Tabla 23. Cantidad de material estimado para construcción de anclaje tipo 1**

MATERIALES	CAMPO CASABE	CAMPO CANTAGLLO
CONCRETO (m3)	1.5	2.16
CEMENTO (bultos)	10	14
ARENA (m3)	0.72	1.0368
GRAVA (m3)	1.425	2.052

**Figura 96. Excavación anclaje tipo 1.0 \* 1.0 \* 1.5 – campo casabe**



**Figura 97. Amarre de la guaya 1" 6\*19 IWRC, suministrado por ECOPETROL S.A**



Como se mencionó anteriormente, realizada la excavación, se instalaba el tubo metálico de 2-7/8" suministrado por ECOPETROL S.A. El siguiente paso era amarrar la guaya a través de los prensacables al tubo de 2-7/8" (ver figura 97). La guaya debía sobresalir del hueco de la excavación a la superficie, alrededor de 30 cm (ver figura 98) para poder sujetar los ganchos de los cables de tensión de la torre de los vientos de los equipos de workover (ver figura 99).

Antes de utilizar los anclajes para el amarre con la torre, se hace una prueba de tensión para verificar la resistencia del anclaje.

**Figura 98. Nivel que la guaya debe tener por encima del terreno, entre 25 y 30 cm máximo**



**Figura 99. Amarre de los ganchos de los cables de tensión de la torre de los vientos de ECOPETROL S.A, Campo Casabe**



En los pozos petroleros, los equipos de Workover tienen por objeto aumentar la producción a través de la extracción y limpieza de varillas que se encuentran a 3000 pies de profundidad o reparar pozos existente

## **7.2. DEMOLICIÓN DE BASE FIJA DE UNIDAD DE BOMBEO EN CONCRETO REFORZADO**

En el corregimiento de Peñas Blancas, hacia el kilómetro 7, se demolió una estructura de concreto reforzado, conocida con el nombre de base fija de unidad de bombeo (ver figura 100)

**Figura 100. Base fija de unidad de bombeo en concreto reforzado**



Durante la actividad, fue necesaria una supervisión minuciosa, debido a que el grupo de facilidades, informo de un escape de gas, que había sufrido anteriormente la tubería que se encontraba junto a la placa (ver figura 102). Por ello, antes de comenzar con la actividad, se inspecciono el sitio de trabajo para reconocer las tuberías aledañas con el fin de evitar daños, derrames o explosiones en el lugar, además de cables eléctricos que se encontraban allí. De igual forma, ECOPETROL S.A, informó a través de sus miembros que precauciones se debían tener al momento de ejecutarla. Estas medidas eran

tomadas por medio de los permisos de trabajo, debido a que van firmados por personal competente que conocía el área.

**Figura 101. Demolición base portátil de unidades de bombeo de concreto reforzado**



**Figura 102. Tubería con presencia de gas junto a la placa.**



La empresa tuvo que suministrar toda clase de equipos, maquinarias y herramientas aptas y en condiciones óptimas para ejecutar la demolición de

concreto. Esta demolición se efectuó con Retroexcavadora con martillo hidráulico para su mayor facilidad, y así mayor rapidez en la ejecución.

Terminada la demolición de la placa de concreto se niveló y compactó el sitio donde se retiró la base. La compactación del relleno se hizo de forma mecánica, con material seleccionado (Relleno Tipo 3) y aprobada por ECOPEPETROL S.A.

**Figura 103. Nivelación y compactación del sitio de demolición de la unidad de bombeo, Peñas Blancas**



Concluida la actividad, la dependencia de facilidades, junto con la electrónica y la de mantenimiento, revisan el lugar para que todo haya quedado en orden y sin ningún tipo de alteración alguna que pueda ocasionar riesgo en la locación.

- Dependencia de facilidades: Revisa todo lo que tiene que ver con fluido, gases, presión, etc.
- Dependencia electrónica: Revisa todas las redes eléctricas
- Dependencia de mantenimiento Revisa todo lo correspondiente a obras civiles (interventoría).

**Figura 104. Inspección de sitio por parte de las distintas dependencias de ECOPETROL S.A.**



### **7.3. TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE ESCOMBROS**

Esta actividad aunque es un ítem independiente, realmente hace parte de la actividad anterior de demolición de bases o placas de concreto, y hace referencia al transporte en volqueta y disposición final de los escombros producto de la demolición.

**Figura 105. Cargue, retiro y disposición de escombros producto de la demolición**



En primera instancia, se tuvieron que presentar todos los documentos legales vigentes de la volqueta y la póliza de responsabilidad civil (gestión HSE), al igual que las respectivas afiliaciones a EPS y ARP del conductor de la máquina a ECOPETROL S.A. para que fuesen radicados en las oficinas de la zona industrial de campo casabe.

La interventoría estuvo muy pendiente al momento de transportar los escombros, observando algunos detalles como que la carga estuviera debidamente cubierta para no botar material sobre la vía, hasta llegar al sitio de disposición final (escombrera), entregando a ECOPETROL S.A la documentación que soporte la entrega de los escombros. Los escombros, solo podían ser copilados temporalmente en el área de trabajo por un intervalo de tiempo de ejecución igual que el de la actividad.

Otro requisito que ECOPETROL S.A exigió fue que la escombrera, tuviera autorización legal vigente, para ser presentada a la Gestoría.

**Figura 106. Trayecto desde la locación en campo casabe hasta la escombrera en Barrancabermeja (Santander)**

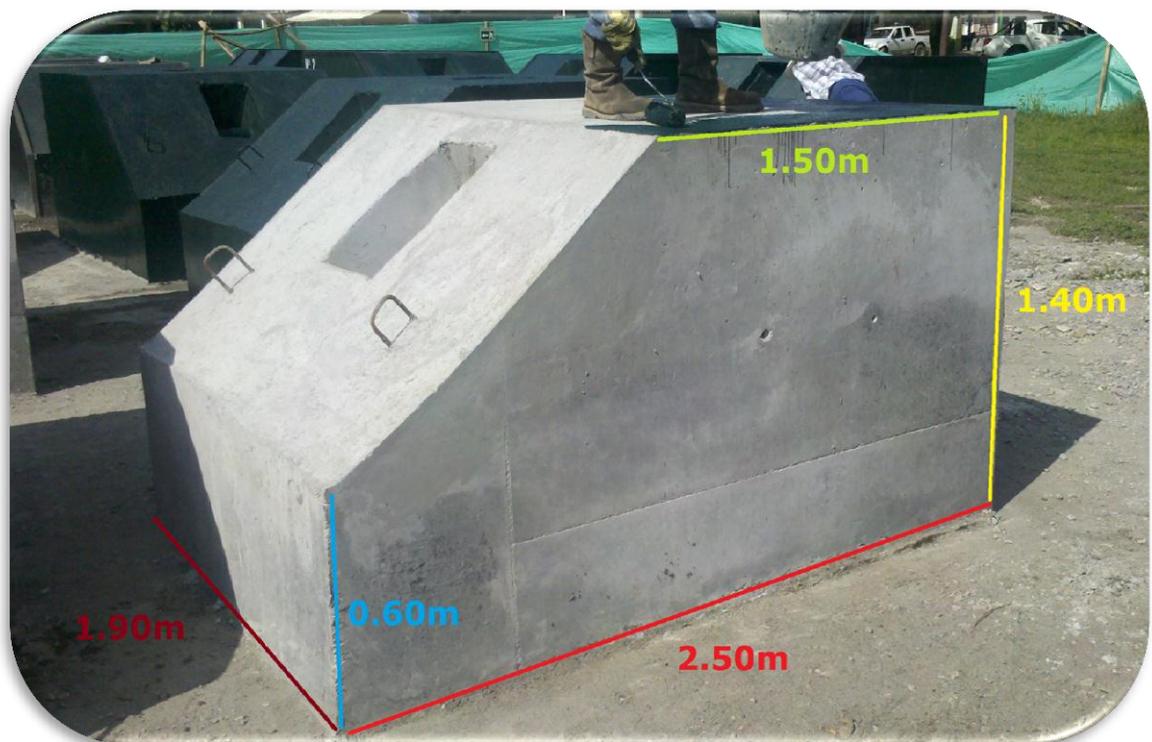


Fuente: Documento extraído de Google Earth, Río Magdalena, sector Yondó - Barrancabermeja

#### 7.4. CONSTRUCCION DE ANCLAJES MOVILES

Esta actividad consiste en ejecutar los trabajos necesarios para la construcción del anclaje móvil en la Superintendencia de Operaciones del Rio para los equipos de reacondicionamiento de pozos. Las dimensiones del anclajes son 2,50 x 1,90 x 1,40 metros como se observa en la figura 107.

**Figura 107. Dimensiones anclaje móvil ECOPETROL S.A**



Anteriormente se observó la actividad de construcción de anclajes tipo 1, y se mencionó que serían “temporales” porque serían reemplazados por los anclajes móviles. La idea principal del cambio es porque ya no habrá necesidad de excavar tantos huecos en las locaciones de ECOPETROL S.A para la instalación de los anclajes, disminuyendo el daño que se le hacía al suelo con el concreto, al igual que los accidentes que ocurrían por culpa de las guayas que sobresalían por encima del terreno 50 cm. Por otra parte, los anclajes móviles tienen mayor durabilidad que los anclajes tipo 1, porque mientras a la guaya se le van deteriorando los hilos a causa del tiempo, el agua (óxido), el

ganado, vehículos, etc., los anclajes móviles son una estructura masiva de concreto de aproximadamente 16 toneladas (ver figura 108) que se verá afectado después de muchos años.

Se construyeron 32 anclajes para Campo Casabe y 28 para campo Cantagallo.

La idea de los anclajes móviles nació en Villavicencio y fue allí donde los probaron por vez primera, obteniendo muy buenos resultados. Además una de las mejores ventajas de este nuevo tipo de anclaje es el hecho de la movilidad, que puede disponerse en el pozo que se necesite según su intervención y necesidad.

**Figura 108. Peso total estructura anclaje móvil, Villavicencio (Meta)**



Fuente: Documento facilitado por ECOPETROL S.A

Sin embargo, como todas las cosas en el mundo también tiene desventajas, y es que a pesar de ser móviles, debido a su gran peso y tamaño, su movilidad necesita de ciertas máquinas para poder ser transportados de un pozo a otro de manera rápida. Para el traslado de estas estructuras se necesita de una

cama-baja y una PYH mínima de 40 Toneladas que tenga la capacidad de levantarlo y cargarlo sobre la cama-baja. Agregando que una cama baja solo puede cargar 40 toneladas que equivalen a dos anclajes de este tipo.

Se sabe que la torre de los vientos necesita de 4 anclajes para amarrar los cables que hacen tensión para su sostenimiento, por tanto, es indispensable tener mínimo dos cama-baja disponibles para la movilidad de los anclajes.

No se puede olvidar la importancia de la gestión HSE en esta labor. La gestión HSE, hace referencia a la certificación y la experiencia que deben tener los aparejadores y los operadores de las máquinas para evitar cualquier tipo de accidente, como daños a la estructura o fatalidad.

### **Cambios en la especificaciones técnicas del contrato**

En las especificaciones técnicas se cometió un error en el diseño de mezcla, en cuanto a la dosificación del concreto:

“La dosificación del concreto para los Anclajes Móviles será 1:3:4, con una resistencia a los siete (07) días en el ensayo de compresión de un cilindro Standard, de 3000 PSI, admitiendo una desviación normal del cinco (5%) por ciento”<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> ECOPETROL S.A, CONTRATO MA-0013531, Especificaciones Técnicas.

**Tabla 24. Dosificación para diseño de mezcla de concreto 1:2:3**

*Cantidades de materiales por cada m<sup>3</sup> de concreto*

Hoja 1 de 3

Proporción	Cemento		Arena (m <sup>3</sup> )	Grava (m <sup>3</sup> )	Resistencia a la compresión a los 28 días			
	Kilos	Sacos de 42.5 kg			kg/cm <sup>2</sup>		p.s.i	
1:2:2	420	10	0,670	0,670	214	260	3000	3640
1:2:2 1/2	380	9	0,600	0,760	214	260	3000	3640
1:2:3 1/4	350	8,2	0,555	0,835	186	241	2600	3380
1:2:3 1/2	320	7,5	0,515	0,900	191	241	2680	3380
1:2:3	300	7	0,475	0,950	180	240	2520	3360
1:3:3 1/2	300	7	0,715	0,715	150	143	2100	2000
1:3:4	260	6,1	0,625	0,835	140	180	1960	2520
1:3:5	230	5,4	0,555	0,920	110	139	1540	1950
1:3:6	210	5	0,500	1,000	100	130	1400	1820
1:4:7	175	4,1	0,555	0,975	80	110	1120	1540
1:4:8	160	3,8	0,515	1,026	70	100	980	1400
1:2 1/2:4 1/4	260	6,1	0,520	0,940	170	230	2380	3220

Fuente: Scribd, <http://es.scribd.com/doc/22019540/Tablas-de-Proporcion-de-Concreto>

Se estableció comunicación con la interventoría para rectificar las especificaciones y se cambiaron por un diseño de mezcla de concreto de 1:2:3, con una resistencia mínima a los 28 días en el ensayo de compresión de un cilindro standard, de 3000 PSI. El anclaje móvil se construyó en concreto reforzado; se utilizó Varilla No 4 (Varilla de 1/2") como acero de refuerzo, con un  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . El figurado y amarre del acero de refuerzo se hizo de acuerdo a lo plasmado en los planos de las especificaciones técnicas, varillas continuas con el fin de formar un diafragma. El espaciamiento del acero de refuerzo fue de 25 cm en ambos sentidos

**Figura 109. Amarre y espaciado acero de refuerzo de anclaje móvil cada 25 cm.**



Se construyó y se incorporó un embebido metálico en la estructura, el cual era recubierto por acero de refuerzo, y eso a su vez rellenado con concreto de 3000 PSI. El embebido metálico era una tubería de segunda suministrada por Ecopetrol S.A de 4”.

**Figura 110. Instalación de embebido metálico 4”, anclaje móvil**



## REGISTRO FOTOGRÁFICO

Se empezó con la construcción del embebido metálico junto con la formaleta según especificaciones técnicas, para tener una mejor visualización del tamaño de la estructura. Al incorporar el embebido en la formaleta se sugirió a la interventoría que en los diseños se cambiara la longitud de las bases del embebido, debido al pequeño espacio que quedaba de recubrimiento en sus extremos de solo 2.5 cm a cada lado (ver figura 110). La sugerencia fue aceptada y se dejaron de 1.8 m. (ver figura 111)

**Figura 111. Cambio de la longitud de las bases del embebido metálico a 1.8m**



También se comunicó con la interventoría y ECOPETROL S.A para el cambio de algunas dimensiones del figurado de acero, puesto que durante la ejecución de la actividad, según las medidas que estaban en las especificaciones técnicas del contrato, no permitían que esté encajara en el embebido. Al principio toco aplicarles el soplete de oxicorte (ver figura 113) con el fin de dilatar las varillas y poder sujetarlas sobre el embebido, para montar la estructura y amarrar el hierro entre sí. De igual forma, se eliminaron algunas partes del figurado ya que al observar las especificaciones, esta se contradecía de la siguiente manera: “El figurado y amarre del acero de refuerzo será de

acuerdo a lo plasmado en los planos anexos al presente documento, varillas continuas con el fin de formar un diafragma. El espaciamiento del acero de refuerzo será de 25 cm y en ambos sentidos”<sup>12</sup>. Cuando se verifican los planos, estos tenían medidas de espaciamiento distintas a los 25 cm.

**Figura 112. Figurado de acero de refuerzo según especificaciones técnicas**



**Figura 113. Amarre de acero de refuerzo junto con embebido metálico 4”**



<sup>12</sup> ECOPETROL S.A., CONTRATO MA-0013531, Especificaciones técnicas.

Como se sabe, el concreto tiene una fuerza de presión bastante alta, producidas por la colocación y vibración del concreto, la cual puede llegar a deformar cualquier formaleta, si esta no es encuentra sujeta de tal manera que soporte la presión. Como la cantidad de volumen de concreto en el anclaje móvil era bastante, se supuso que la presión que le iba a generar a la formaleta podía llegar a deformarla, por ello se instalaron “corbatas” a la formaleta con el fin de darle mayor estabilidad a la estructura como se observa en la figura 114 Además la formaleta debía ser lo suficientemente hermética para impedir pérdidas de lechada.

**Figura 114. Formaleta metálica hermética para construcción de anclaje móvil**



Terminado el amarre del acero al embebido metálico, e incorporada la estructura a la formaleta, se instalan los cajones de madera en los soportes superiores de la tubería de 4”, dejando un espacio libre de concreto, donde se sujetan los gancho de las torres telescópicas.

**Figura 115. Instalación de cajones de madera, para sujetar el gancho de los cables de tensión de la torre de los vientos**



Se utilizó cemento portland de marca Cemex, el cual debía cumplir con la norma Invías 501-07. CFinalizando la actividad, se agotó el cemento que se tenía en el acopio para la construcción de los anclajes móviles, y se solicitó el suministro de cemento para el inventario de almacén. Sin embargo, el proveedor no tenía en ese momento del mismo tipo, y se reemplazó por cemento Boyacá. Algo muy curioso ocurrió con la utilización de este producto. Los dos primeros anclajes que se hicieron con esta marca de cemento, se fisuraron al momento de retirar la formaleta (ver figura 116). No se supo realmente cual fue la razón de esta situación, pero se pensó, que era la utilización del nuevo cemento, ya que el procedimiento constructivo era exactamente igual en todos los anclajes. Por ende se canceló la utilización de esta marca.

**Figura 116. Fisura en la superficie de la estructura de concreto, anclaje móvil**



Se comunicó con la interventoría sobre el hecho, para proponer alternativas de solución al problema y se optó por la utilización de sikadur 32, como ayuda a la adherencia de un concreto, para lograr una pega permanente que no sea afectada, en condiciones de servicio. Las ventajas de este producto son principalmente la fuerte adherencia que proporciona, las altas resistencias mecánicas y que es fácil de aplicar (ver figura 117). Sin embargo, ECOPETROL S.A., advirtió que los dos anclajes serían previamente evaluados antes de ser aceptados a través de dos pruebas. La primera prueba consistió en hacerle la prueba de tensión que regularmente se le hacen a los anclajes en las locaciones. La segunda prueba consistió en revisar como reaccionaba la estructura al izaje, es decir que la fisura no avanzara más de la longitud que tenía. Efectivamente ambos anclajes pasaron las pruebas y fueron aceptados por ECOPETROL S.A

**Figura 117. Aplicación Sikadur 32 en anclaje móvil**



Al igual que en la construcción de hexápodos H-430, antes de iniciar la etapa de construcción de los anclajes móviles, se hizo las muestras necesarias de concreto, según el diseño de mezcla que se había predeterminado para la actividad. Para este propósito se tomaron 8 cilindros de prueba. Los cilindros fueron sometidos a ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días de tomadas las muestras, para una resistencia mínima de 3000 PSI, en juegos de 2 cilindros cada vez, quedando 2 de ellos como testigos, para verificaciones futuras. Las pruebas se realizaron de acuerdo a las normas ASTM C 39 y ASTM C 192. Los ensayos fueron hechos en el laboratorio SECOIN LTDA, Barrancabermeja. (Ver figura 119)

**Figura 118. Muestras de concreto para ensayos de compresión a 7,14 y 28 días**



**Figura 119. Ensayos de compresión en laboratorio Secoin limitada, Barrancabermeja.**



Adicionalmente a la construcción, se pintó cada uno de las estructuras, según órdenes de la gestoría, las cuales debían ser de color verde selva con el logotipo de ECOPETROL S.A en la cara frontal de cada anclaje como se ve en la figura 121.

**Figura 120. Logotipo ECOPETROL S.A cara frontal anclaje móvil**



Se instaló en las aristas del anclaje móvil, un ángulo de 2 x 2 x 3/8 “, con el fin de proteger los bordillos de las estructuras.

**Figura 121. Instalación de Angulo en las aristas de 2 x 2 x 3/8”**



Terminadas las estructuras, se realizaron las actividades de izaje y cargue, para la instalación de los anclajes en cada una de las locaciones que serían

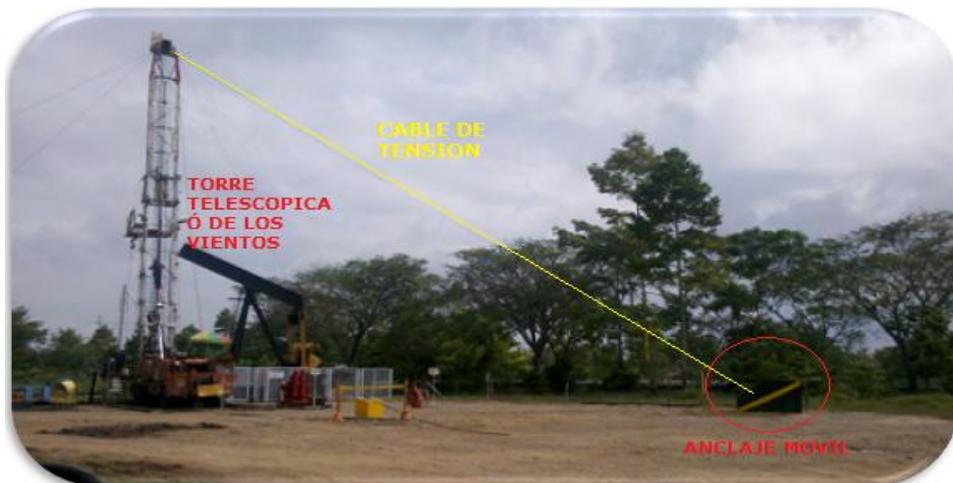
intervenidas por torres telescópicas en pozos petroleros de Campo Casabe y Campo Cantagallo.

**Figura 122. Izaje anclaje móvil con P&H de 40 toneladas, en cama baja con capacidad máxima de dos anclajes**



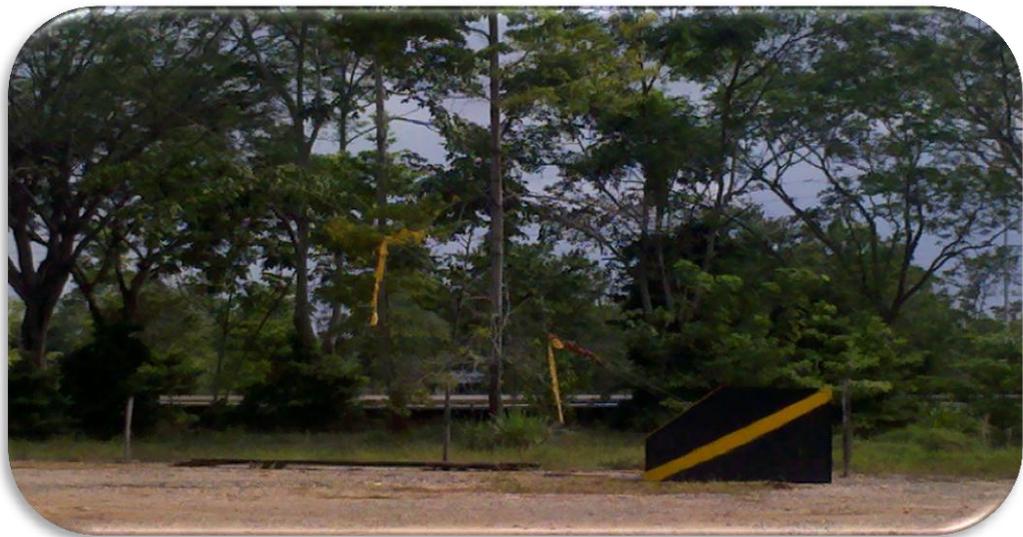
Finalmente, son puestos en funcionamiento cada uno de los anclajes móviles en las distintas locaciones, para el anclado de los cables de tensión de las torres telescópicas, a través de ganchos que se sujetan a los soportes superiores del embebido metálico de 4" como se observa en la figura 123.

**Figura 123. Funcionamiento de anclaje móvil en locaciones de ECOPEPETROL S.A**



La ejecución de esta actividad fue bastante exitosa, ya que cada uno de los anclajes construidos por **SEIMA LIMITADA**, fueron aprobados por **ECOPTROL S.A.** Además fue un orgullo para nosotros como empresa contratista, la ejecución de este contrato, debido a que son unas estructuras novedosas en el campo industrial de la superintendencia de operaciones del, de la gerencia rio del Magdalena Medio de **ECOPETROL S.A, SOR.**

**Figura 124. Vista zoom de cable de tensión sujeto al anclaje móvil a través de un gancho hidráulico.**



## **1. APORTES REALIZADOS POR EL PRACTICANTE**

**Durante los seis meses de duración de la práctica empresarial el pasante aporto:**

- Realización de los instructivos en la sección de procedimiento constructivo para la elaboración de las distintas actividades de obra civil de la empresa **SEIMA LIMITADA** con **ECOPTROL S.A**
- Soporte técnico en cada una de las actividades ejecutadas en obra, tales como la construcción de hexápodos H-430, conformación de diques de

protección de contrapozos, construcción de anclajes móviles y muros de contención.

- Creación de un nuevo formato para la actividad de construcción y disposición de Hexápodos de la empresa SEIMA LIMITADA.
- Realización de informes mensuales de obra a ECOPETROL S.A donde registraba las memorias de cálculo y el registro fotográfico de cada actividad ejecutada.
- Manejo adecuado del personal sin necesidad de la intervención de ECOPETROL S.A., la unión sindical obrera o las asociaciones en las actividades que se le fueron encargadas.
- Asumió de forma responsable, con calidad y buen rendimiento, las actividades que se le asignaron durante la ejecución de los contratos, mientras el ingeniero residente se encontraba ausente.
- Actualmente se encuentra participando de la construcción de una casa en la finca la Esmeralda del Ing. Gustavo Solano, la cual fue diseñada arquitectónicamente por el Ing. Cesar Armando Espinosa Uribe

## 8. CONCLUSIONES

En los últimos años se han visto afectadas distintas poblaciones a raíz de los cambios climáticos generados por el calentamiento global, dejando daños a nivel económico, social y ambiental.

En la región del Magdalena medio, específicamente en los municipios de Yondó (Antioquia), Barrancabermeja (Santander), Puerto Wilches (Santander) y Cantagallo (Bolívar), se han presentado una serie de inundaciones debido a la creciente del río Magdalena, pero especialmente a la erosión presente en los taludes de la rivera.

A pesar que ya existen estructuras para el control de erosión por ríos, el sistema de construcción de hexápodos H-430, ha demostrado ser eficiente ante el problema de la socavación producida por la corriente de los ríos (caudal). Es un sistema muy práctico y rápido de realizar, perfecto para emergencias de inundaciones. También se puede decir que podría ser muy económico, si utilizamos recursos provenientes de la misma naturaleza. Sin embargo, también tiene una desventaja y es la sedimentación que produce aguas abajo del río. En el caso de Yondó, la sedimentación se presenta alrededor de los pilotes del puente Guillermo Gaviria Correa.

Con la construcción de los anclajes móviles, se ha facilitado la intervención de los equipos de perforación, los equipos de workover y de taladros, teniendo en cuenta el estado de las guayas, en las distintas locaciones de los campos Casabe y Cantagallo, de la superintendencia de operaciones del río, de la gerencia regional del Magdalena Medio de ECOPETROL S.A. Es un sistema de mayor durabilidad, y disminuye la alteración del suelo. Sin embargo, tiene una desventaja y es que a raíz de la cantidad de concreto que lleva, su peso es bastante alto (16 ton), siendo un poco engorroso su traslado a los pozos de

ECOPETROL S.A., ya que se necesitan de equipos especiales para su cargue y descargue en las locaciones de la SOR.

Los diques de protección te contrapozo han sido verdaderamente de mucha utilidad, después de la inundación que hubo en el año 2010. Con el suministro e instalación de las bolsa arena cemento, se prevé el riesgo, de que los residuos de crudo, que se encuentra dentro del contrapozo salgan a la superficie, contaminando todo tipo de suelo. En conclusión, lo que formamos con las bolsas, es un muro de protección de aproximadamente un metro de altura, y su rigidez depende de la calidad de la traba que lleven las hiladas a medida que se sube el muro.

La construcción de muros de contención en gaviones en el corregimiento de Peñas Blancas, facilito el paso de los vehículos pesados de ECOPETROL S.A, como cisternas, debido a la ampliación de vía y al soporte que se le hizo al talud. Un valor agregado a esta actividad, es que fue de fácil instalación, y su costo económico, debido a que no necesito mano de obra especializada para su construcción.

## 9. RECOMENDACIONES

Se recomienda la utilización de formaleta metálica en la parte inferior de los hexápodos H-430, que es la que va excavada, para la construcción de las estructuras por dos razones principales que no cumple la formaleta en madera, que son: la manejabilidad y la reutilización.

Se recomienda la creación de un formato para la empresa SEIMA LTDA, en construcción y disposición de hexápodos H-430, para llevar un control diario de la actividad. El formato debe llevar la cantidad de hexápodos construidos diariamente, los lugares de disposición, y la cantidad de viajes necesarios para cada disposición.

Se recomienda, para la construcción de las estructuras en concreto, la utilización de cemento Cemex, debido a lo que sucedió con el cambio de cemento en la ejecución de la actividad de anclajes móviles.

Se recomienda la utilización de plástico polietileno, para revestir las bolsas de arena cemento que conforman el dique de protección de contrapozo, ya que es más económico que el geotextil, y cumplen la misma función para esta actividad.

Se recomienda la utilización de “corbatas” en la formaleta de anclajes móviles, para evitar que la fuerza de presión que ejerce el concreto sobre la formaleta, la deforme.

Otro sistema de protección que recomiendo contra la acción erosiva de los ríos en el país, y que es a bajo costo, es la instalación de bolsas arena cemento con trinchas anclados de 3” a 4”, en el fondo del río

## BIBLIOGRAFÍA

- ECOPETROL S.A, Obras para la Protección de las Sinslaciones , Contra la Acción Erosiva del Rio Magdalena, en el Campo Casabe y sus Áreas de Influencia, de la Superintendencia de Operaciones del Ro, de la Gerencia Regional del Magdalena Medio de Ecopetrol S.A., Especificaciones Técnicas y Alcances de Obra Civil, Yondo (Antioquia), 2012.
- ECOPETROL S.A, Construcción de Ancljes Mviles y Obras Civiles, en Pozos Petroleros para los Campos Casabe y Cantagallo, de la Superintendencia de Operaciones del Rio Magdalena de la Gerencia Regional del Magdalena Medio de Ecopetrol S.A, Especificaciones Técnicas y Alcances de Obra Civil, Yondo 2012
- Plan de Gestión de Calidad de la Empresa SEIMA Limitada, 1 Edición, 2007.

# ANEXOS

## Anexo A: Análisis De Trabajo Seguro, Anclajes Moviles

EQUIPETROL S.A.		FORMATO DE ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO - ATS		ECP-DR1-E-034				
VICEPRESIDENCIA: DE PRODUCCION		GERENCIA: REGIONAL MAGDALENA MEDIO		RAM: M				
CONSULTE el instructivo para Análisis de Riesgos ECP-DR1-I-003		CAMPO CASABE		CONTRATO: MA 0012631				
PLANTA Y/O LUGAR:		ZONA INDUSTRIAL		Elaboración: 27-08-12				
EQUIPO OBJETO DEL TRABAJO:		CONSTRUCCIÓN DE ANCLAJES MOVILES.		Aplicación: Desde: 28/08/2012				
HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS:		MEZCLADORA, MKER, HERRAMIENTAS MENOR, CARRETLAS, BARRA, PICAS, PALAS, PALUSTRES, BALDES, ALAMBRE, BIGHROQUES, PREENSAGABLES, LLAVES FIJAS Y EXPANSIVAS		Hasta: 28/11/2012				
ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL (E.P.P.):		Casco, overol grueso, camisas manga larga, botas de seguridad, guantes de seguridad, respirador para vapores orgánicos, protectores auditivos, guantes de vaqueta y ritiro, mascarillas para polvos.						
CONTROL DE EMERGENCIA EN CASO DE ACCIDENTE:		Flujograma de ECOPEPETROL, Comando Cerro Avaritá: 8-2969, telefono 0346238437, Hospital de Yumbo HECTOR ABAD GOMEZ, Telefono (03) (09) 4-832601 est 227 (Magdalena) - 3602642601 - ARI: LIBERTY 9254, CASERITE 3-18706 - COORDINADOR HSE 18557-12 CAMONETA BXC 860 centro de atención: Clínica Magdalena #11 08 09. Vehículo disponible. Se contará con Estiver de 20 lb, camilla y botiquín de primeros auxilios. CONTRA INCENDIO 3-2800 FLUJOGRAMA DE ECOPEPETROL S.A.						
SECUENCIA ORDENADA DE PASOS (Procedimiento)	PELIGRO (Fuente o Situación)	CONSECUENCIAS	CONTROLES REQUERIDOS (Preventivos, Proyectivos y Reactivos)	CARGO RESPONSABLE				
B	DESCARGUE DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS	13	Parqueo del vehículo: Combarota	13.1	Atropamiento o resquebrajamiento de personas	13.1.1	Verificar la documentación del vehículo, en particular lista de chequeos diaria, verificar estado técnico del vehículo.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						13.1.2	Disponer de un guía para el ingreso en reversa del vehículo, el cual tendrá la precaución de no colocarse ni dentro ni cerca del mismo.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						13.1.3	Informar y educar con EPP al personal presente en el área de actividades de mantenimiento del vehículo.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						13.1.4	Divulgar lesiones aprendidas respecto al tema.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						13.2.1	Verificar la documentación del vehículo en particular el documento de revisión técnica ordinaria vigente.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
	13.2	Daño a infraestructura: torres, etc.	13.2.2	Informar al área cargo del área, al pañero del vehículo y los posibles daños de parqueo, para descartar daño a infraestructura.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES			
			13.2.3	Inspeccionar el área de parqueo con el conductor, documentar recorridos y señalizando obstáculos no removibles: barriles, tubos a superficie, postes, etc. Conducir estabilidad del terreno y señalar techos en todo el recorrido.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES			
			13.2.4	En caso de incidente evitar el arroyamiento del área y asignar vigías respectivos.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES			
			14.1.1	Realizar inspección pre-operacional del vehículo y mantenimiento preventivo.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES			
			14.1.2	Divulgar capacitaciones para manejo seguro de vehículos, como de conducción de equipo.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES			
C	FIGURADO Y AMARRE DEL ACERO DE REFUERZO	14	Manejo de herramientas menores: brochetas, martillo, cortapuntas, inadecuados y/o defectuosos	14.1	Golpes, Cortaduras, Lesiones	14.1.3	Cumplir con el reglamento de uso y manejo de vehículos de Ecopetrol S.A. ECP-DR1-E-001	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						15.1.1	Verificar el personal sobre EPP respectos de herramientas.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						15.1.2	Inspeccionar que las herramientas se encuentren en buen estado.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						15.1.3	Evitar el uso de las herramientas aprendidas en accidentes e incidentes preventivos.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						15.1.4	Utilizar las herramientas adecuadas para la actividad.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						15.1.5	Evitar golpes, rasguños, arañazos en el área indicada en el caso de heridas cortar hervores con elementos del trabajo.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
E	ARME Y DESARME DE FORMALETA METALICA Y/O DE MADERA	18	Realización de sobreesfuerzos y posturas inadecuadas de trabajo	18.1	Afectión al Sistema Cardiovascular y al Sistema Agostamiento.	18.1.1	Capacitar al personal sobre higiene y posturas adecuadas en el trabajo.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						18.1.2	Poner en práctica las recomendaciones hechas sobre posturas adecuadas.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						18.1.3	No exceder el peso máximo (25 Kg) permitido para el armado por el mismo al bruto de cemento antes de echarlo a la mezcladora.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						18.1.4	Levantar el balte de cemento entre dos personas transportado en equipo, elevándose y a una sola vez.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
F	CONSTRUCCION DE EMBEBIDO METALICOTUBERIA DE 4"	19	Manipulación de tubería	19.1	Atropamiento, cortes, punciones a nivel de extremidades superiores, golpes en cualquier parte del cuerpo, machucaciones en manos.	19.1.1	Antes de la actividad se debe verificar las condiciones de las guayas, que no presente hilos sueltos.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						19.1.2	Para el armado del embebido se debe realizar esta actividad con dos obreros.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						19.1.3	Se debe instalar en la excavación los tubos y guayas armadas entre dos trabajadores.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						20.1.1	Realizar pre-operacional del equipo (mezcladora), para verificar el correcto funcionamiento mecánico del equipo.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						20.1.2	Operar la operación de la mezcladora	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						20.1.3	En caso de no poder mover los equipos manualmente, estos se deben trasladar por un medio mecánico (vehículo).	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						20.1.4	Asegurarse que la cuerda que acciona el yoyo para el encendido tenga como mínimo 1.30 de longitud.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						20.1.5	En el extremo de la cuerda se debe amarrar de forma segura un segmento de madera, para evitar que el operador amare la cuerda a su mano y sea de allí que suelte y realice la acción de bajar.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						20.1.6	Para el encendido de la mezcladora lo debe realizar una persona idónea y que tenga experiencia en la manipulación del mismo.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						20.1.7	Apagar el equipo cuando este no está en operación.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
G	MEZCLADO Y VACADO DE CONCRETO	20	Manipulación de la mezcladora: Mecanismos en movimiento	20.1	Quemaduras, deshidratación, incendio Exposiciones y hasta la muerte. Cuerpo extraño en ojos, Irritación ocular, Afecciones pulmonares y dificultad respiratoria.	21.1.1	Utilizar los EPP adecuados ( delantal de cuero, careta de soldador, máscara para humos metálicos, guantes, botas caña alta o polainas, pantalón de overol	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
						21.1.2	Todos los equipos eléctricos se encuentren certificados y validados para su operación. (realizar listas de chequeo pre-operacional de cada uno de los equipos).	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES
21	Consumo de materiales (arena, gravas)	21.1	Agotamiento de recursos naturales no renovables	21.1.1	Que el equipo de soldadura cuente con polo a tierra.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES		
				21.1.2	No manipular equipos eléctricos con la dotación húmeda y/o en condiciones ambientales de lluvia.	ING. RESIDENTE ESPECIAL. AVIACIONES		
EQUIPO QUE ELABORA EL ATS								
Nombre		Registro o CC		Cargo	Firma			
VIVIANA JAIMES		39,592,736		ING RESIDENTE				
VICTOR QUINTERO		8,373,143		OFICIAL				
APROBACIÓN					Fecha Aprobación (dd/mm/aa):			
NOMBRE		REGISTRO		CARGO	Firma			
				COORDINADOR ( E ) DE MANTENIMIENTO CASABE				
DIFUNDIDO A:								
NOMBRES		REGISTRO O C.C.		CARGO	FIRMA			

## Anexo B: Instructivo De Procedimiento Constructivo

	INSTRUCTIVO DE CONSTRUCCIÓN, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE HEXÁPODOS TIPO H - 430		
	DEPENDENCIA MANTENIMIENTO		
	CODIGO HSP-1-05-01	Elaborado 04/04/2017	Versión: 1

**TABLA DE CONTENIDO**

	<b>PAG.</b>
1. OBJETIVO.....	2
2. ALCANCE.....	2
3. GLOSARIO.....	2
4. CONDICIONES GENERALES.....	4
5. ACTIVIDADES TÉCNICAS.....	7
5.1.1 LOCALIZACIÓN, REPLANTEO Y DESCAPOTE.....	7
5.1.2 EXCAVACIÓN MANUAL Y/O MECÁNICA.....	7
5.1.3 INSTALACIÓN DE FORMALETA.....	8
5.1.4 SUMINISTRO, FIGURADO E INSTALACIÓN DE ACERO DE REFUERZO.....	9
5.1.5 PREPARACIÓN Y VACIADO DE CONCRETO DE 2100 PSL.....	9
5.1.6 ACOPIO DE HEXÁPODOS EN EL ÁREA DE FABRICACIÓN.....	10
5.1.7 CARGUE, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE HEXÁPODOS EN LA RIBERA.....	11
5.1.8 ASEO Y LIMPIEZA.....	11
5.1.9 CIERRE DE ACTIVIDADES.....	12
6. CONTINGENCIAS.....	12
7. RELACION DE VERSIONES.....	12

### Anexo C: Certificado De Apoyo En Excavación

**ECOPETROL S.A.**

VICEPRESIDENCIA Producción  
 GERENCIA Regional Magdalena Medio

**002382**

**FORMATO No. 3 - CERTIFICADO DE APOYO "EXCAVACIÓN"**  
 En caso de cualquier duda, consulte el Manual de Permisos de Trabajo ECP-DR-M-001

Jul. 14734

**A. GENERALIDADES**

FECHA DE EXPEDICIÓN: 24 | 10 | 2012 HORA: \_\_\_\_\_ VALIDO HASTA: DIA | MES | AÑO | HORA

PLANTA O LUGAR: Campo Casabe

LOCALIZACIÓN EXACTA DE LA EXCAVACIÓN: CBE 1000

RAZÓN PARA REALIZAR LA EXCAVACIÓN: construcción de Anclaje

**B. DATOS DE LA EXCAVACIÓN**

DIMENSIONES: ANCHO 1,00 m LARGO 1,00 m PROFUNDIDAD 1,50 m

MÉTODO DE EXCAVACIÓN: MANUAL  MECÁNICO  EQUIPO A UTILIZAR: Retro llanta

**C. AUTORIZACIONES**

ITEM	NOMBRE	FIRMA Y REGISTRO	FECHA	ACCIONES POR REALIZAR
Funcionario autorizado de la especialidad Eléctrica	<u>Victor Ojeda</u>	<u>[Firma]</u> 05710	<u>24/10/12</u>	<u>Verificar distancia de seguridad. Usar EPP.</u>
Funcionario autorizado de la especialidad Instrumentos	<u>Jaine Martinez</u>	<u>[Firma]</u> 20976	<u>26/10/12</u>	<u>Instrumentos en Área</u>
Ingeniero autorizado de apoyo técnico a la Operación	<u>Edm Pablo Uca H.</u>	<u>[Firma]</u> 20792	<u>25/10/12</u>	<u>Utilizar EPP adecuados.</u>
Funcionario autorizado de la especialidad Comunicaciones	<u>Jaine Martinez</u>	<u>[Firma]</u> 20976	<u>26/10/12</u>	<u>Instrumentos en Área</u>
Funcionario autorizado de Control de Emergencias	<u>HERVO RUIZ</u>	<u>[Firma]</u> 21476	<u>25/10/12</u>	<u>Revisar área de trabajo disponible de ext. PAS 20</u>
Otros:				

**NOTA:** En todas las casillas de las secciones D y E del EJECUTOR y del EMISOR se debe escribir la palabra "SI"

**D. LISTA DE VERIFICACIÓN**

**EJECUTOR:**

- ¿Se tiene definido el procedimiento de trabajo?
- ¿Han firmado todas las autoridades del área involucrada?
- ¿Se ha identificado el procedimiento para evitar daños a las tuberías y cables?
- ¿Está identificado el método de prevención de derrumbes para trabajar dentro, según la profundidad y el tipo de suelo?  
Cuál: \_\_\_\_\_
- ¿Se cuenta en el sitio con avisos, barreras, luces y cintas adecuadas para el aislamiento y demarcación diurna y nocturna?
- ¿Se verificó si hay estructuras aledañas a la excavación? (si hay, debe implementarse un método efectivo para garantizar estabilidad).

**EMISOR:**

- ¿Se realizó el análisis de riesgos y se verificó el cumplimiento de los controles?

**E. OBLIGACIONES A CUMPLIR DURANTE LA EXCAVACIÓN**

**EJECUTOR:**

- Los escombros removidos y otros materiales deben ser colocados como mínimo a 1 m del borde de la excavación.
- Se prohíbe la operación o movimiento de maquinaria al lado de la excavación, cuando se encuentren personas dentro de ésta.
- Las excavaciones deben ser rellenadas lo más pronto posible y el sitio dejado en buenas condiciones de orden y aseo.
- Se debe suspender el trabajo si se encuentra un ducto y avisar inmediatamente al Emisor del permiso.
- Se verificó la profundidad (si es mayor a 1.2 m, se deben proveer medios adecuados de acceso y salida como mínimo cada 7.5 m).
- Se verificó la profundidad (si es mayor a 1.2 m, se debe disponer de un guardia de seguridad en la parte externa).
- Se verificó la profundidad (si es mayor a 1.2 m, se debe hacer entibación).

**EMISOR:**

- Se verificó profundidad (si es mayor a 1.2 m, debe expedirse el certificado de apoyo para entrada a espacio confinado que aplique).

**F. FIRMAS**

PERSONALMENTE HE VERIFICADO LO QUE ME CORRESPONDE DE LO ANTERIOR Y CONSIDERO SEGURO PROCEDER CON EL TRABAJO

Wilson JAIMES [Firma] 3958736  
 NOMBRE, FIRMA Y REGISTRO C.C. EJECUTOR

GUSTAVO ROSA [Firma] 4647  
 NOMBRE, FIRMA Y REGISTRO C.C. EMISOR

Tallo Cardales 28000 ECP-DR-F-010, Actualización 02, Agosto 06 de 2007

# Anexo D: Permiso de Trabajo En Caliente, Construcción de Anclajes

**ECOPETROL S.A.**  
**Producción**

VICEPRESIDENCIA \_\_\_\_\_  
 GERENCIA **RMM** 030831

**PERMISO DE TRABAJO EN CALIENTE**  
En caso de cualquier duda, consulte el Manual de Permisos de Trabajo ECP-DRI-M-001

---

**GENERALIDADES**

FECHA DE DILIGENCIAMIENTO **29-10-12** RAM HSE **M** OT/CONTRATO **MA0015551**  
 DEPENDENCIA O EMPRESA EJECUTORA **Eduardo Enciso** ESPECIALIDAD **Obra Civil** No PERSONAS EJECUTORAS **6**  
 PLANTA O LUGAR **Campo Casabi** EQUIPO OBJETO DEL TRABAJO **CDE 1000**  
 ACTIVIDAD A REALIZAR **Construcción de anclaje**  
 HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS A UTILIZAR **Retrolleto, picos, palan, sacos.**

---

**DOCUMENTOS ADJUNTOS** (Marque con el N° Consecutivo o con X)

<input type="checkbox"/> ANÁLISIS DE RIESGOS	<input checked="" type="checkbox"/> ATS 3 Que: <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> CERT MANTENIMIENTO DE LÍNEA	<input type="checkbox"/> PROCEDIMIENTO DE RESCATE
<input type="checkbox"/> CERT ESPACIO CONFINADO CON ATM. PELIGROSA	<input type="checkbox"/> CERT. Aislamiento Electr.	<input type="checkbox"/> CERT RADIOGRAFIA INDUSTRIAL	<input type="checkbox"/> AUTOR. USO AGUA DE CINCENIO
<input type="checkbox"/> CERT ESPACIO CONFINADO CON ATM. NO PELIGROSA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> CERT BLOQUEO Y TARJETEO (SAS)	<input type="checkbox"/> AUTOR. CIERRE DE VÍA
<input type="checkbox"/> CERT PRODUCTOS QUÍMICOS Y MAT. PELIGROSOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> CERT MANEJO DE CARGAS	<input type="checkbox"/> TARJETA ANDAMIO CERTIFICADO
<input type="checkbox"/> CERT LÍNEA DE TEA VIVA O GASES TÓXICOS	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> CERT TRABAJO EN ALTURA	<input type="checkbox"/> PLANIZAJE DE CARGA
<input type="checkbox"/> CERT HOT - TAP EN LÍNEAS Y EQUIPOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> CERT EXCAVACIÓN	<input type="checkbox"/> DOC. CONTROL DE CAMBIOS DE PLANTA
<input type="checkbox"/> CERT HOT - TAP EN TANQUES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> FICHA TOXICOLÓGICA	<input type="checkbox"/> OTRO:

---

**PREPARACIÓN PARA EL TRABAJO** (Coloque "Si" o "No" en cada casilla)

<input checked="" type="checkbox"/> SI SE IDENTIFICARON, VALORARON Y CONTROLARON LOS RIESGOS	<input type="checkbox"/> EQUIPO Y ALREDEDORES ESTÁN LIMPIOS Y LIBRES DE ACEITES Y/O QUÍMICOS
<input checked="" type="checkbox"/> NO SE APLICÓ EL SAS DE PROCESO	<input checked="" type="checkbox"/> SI SE VERIFICARON CONDICIONES ATMOSFÉRICAS Y DIRECCIÓN DEL VIENTO
<input checked="" type="checkbox"/> NO SE APLICÓ EL SAS ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/> NO SE INSTALARON BARRERAS PARA RETENER ESCORIAS O CHISPAS
<input checked="" type="checkbox"/> NO SE AISLARON E IDENTIFICARON LAS FUENTES DE ENERGÍA POTENCIAL Y/O MOTRIZ	<input checked="" type="checkbox"/> NO SE CUBRIERON ADECUADAMENTE TODAS LAS ALCANTARILLAS
<input checked="" type="checkbox"/> NO SE APLICÓ EL PROCEDIMIENTO PARA DRENAR Y/O VENTILAR EL EQUIPO	<input checked="" type="checkbox"/> NO SE RETIRARON LOS MATERIALES Y QUÍMICOS COMBUSTIBLES DEL ÁREA
<input checked="" type="checkbox"/> NO SE APLICÓ EL PROCEDIMIENTO DE LAVADO Y/O SOPLADO DEL EQUIPO	<input checked="" type="checkbox"/> NO SE ATERRIZÓ ADECUADAMENTE LA MÁQUINA DE SOLDADURA
<input checked="" type="checkbox"/> SI SE REVISARON INTERFERENCIAS CON OTROS TRABAJOS ADYACENTES	<input checked="" type="checkbox"/> NO SE ATERRIZÓ EL EQUIPO QUE GENERA ELECTRICIDAD ESTÁTICA
<input checked="" type="checkbox"/> NO SE INHABILITARON PROTECCIONES DE SEGURIDAD (cortes, alarmas, bloqueos, etc)	<input checked="" type="checkbox"/> NO EL EQUIPO DE OXCORTE TIENE VÁLVULAS CHEQUE Y ATRAPA-LLAMAS

---

**RIESGOS RESIDUALES DE PROCESO** N.A. X

PRESIÓN DE EQUIPO: \_\_\_\_\_ psig TEMPERATURA DEL EQUIPO: \_\_\_\_\_ °F PRODUCTO QUE MANEJA: \_\_\_\_\_  
 OTROS: \_\_\_\_\_

---

**RIESGOS AMBIENTALES** (Coloque "Si" o "No" en cada casilla)

NO ¿EXISTE POSIBILIDAD DE ALGÚN TIPO DE DERRAME O EMISIÓN, YA SEA DE HIDROCARBURO O CONTAMINANTE, POR LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO?  
 NO ¿SE COLOCARON LOS EQUIPOS, ELEMENTOS O BARRERAS NECESARIOS PARA EVITAR O MINIMIZAR EL DERRAME O LA EMISIÓN?  
 CUÁLES: \_\_\_\_\_

---

**PRECAUCIONES ADICIONALES** (Coloque "Si" o "No" en cada casilla)

NO ¿SE REQUIERE GUARDIA DE OPERACIONES?  
 NO ¿SE REQUIERE GUARDIA DE CONTROL DE EMERGENCIAS?  
 NO ¿SE REQUIERE GUARDIA DE SEGURIDAD?  
 SI ¿SE REQUIERE EQUIPO DE CONTRAINCENDIO A LA MANO?  
 OTRAS: \_\_\_\_\_

---

**EQUIPOS Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL REQUERIDOS** (Coloque "Si" donde aplique)

<input type="checkbox"/> RESPIRADOR VAPORES ORGÁNICOS	<input type="checkbox"/> EQUIPO DE PROTECCIÓN CONTRA CAÍDA	<input type="checkbox"/> VESTIDO ESPECIAL
<input type="checkbox"/> RESPIRADOR VAPORES ÁCIDOS	<input type="checkbox"/> EQUIPO DE "PRIMOS AUXILIOS"	<input type="checkbox"/> GAFAS ESPECIALES
<input checked="" type="checkbox"/> RESPIRADOR PARA POLVOS O HUMOS	<input type="checkbox"/> VISERA Y ALISTO	<input type="checkbox"/> GUANTES
<input type="checkbox"/> EQUIPO DE AIRE RESPIRABLE CERTIFICADO	<input type="checkbox"/> BOTAS	<input type="checkbox"/> SENSOR ESPECIAL
<input type="checkbox"/> EQUIPO DE RESCATE	<input type="checkbox"/> OTRAS:	

---

**PRUEBAS DE GASES**

FECHA PRUEBA (dd/mm/aa)	29-10-12
HORA PRUEBA (am/pm)	09:30
TIEMPO DE VALIDEZ	01
LEL %	≤ 10
O <sub>2</sub> %	19.5 a 23
CO, ppm	≤ 35
H <sub>2</sub> S, ppm	≤ 10
OTRO	
FIRMA PROBADOR	<i>[Firma]</i>
REGISTRO PROBADOR	04072176

---

**FIRMAS EMISIÓN Y REVALIDACIONES**

COMO EJECUTOR, HE VERIFICADO EN CAMPO CON EL EMISOR LA APLICACIÓN DEL SAS Y LOS DEMÁS CONTROLES PARA MINIMIZAR LOS RIESGOS ASOCIADOS A ESTE TRABAJO Y LOS COMUNICARE AL GRUPO EJECUTOR HE VERIFICADO EL BUEN ESTADO DE LAS HERRAMIENTAS Y EQUIPOS A UTILIZAR.  
 COMO EMISOR, HE VERIFICADO EN CAMPO CON EL EJECUTOR LA APLICACIÓN DEL SAS Y LOS DEMÁS CONTROLES PARA MINIMIZAR LOS RIESGOS ASOCIADOS A ESTE TRABAJO Y CONSIDERO SEGURO PROCEDER CON LA EJECUCIÓN DEL MISMO.

FECHA (dd/mm/aa)	VALIDEZ DE SDE HAS TA (dorm-24h)	EMISOR (Firma y Registro O.C.C.)	EJECUTOR (Firma y Registro O.C.C.)
29/10/12	7:45-17:00	<i>[Firma]</i> 467	<i>[Firma]</i> 467

---

**CIERRE** (Coloque "Si" o "No" en cada casilla)

EJECUTOR: PERSONALMENTE DECLARO QUE:  
 EL TRABAJO HA SIDO TERMINADO  
 EL SITIO Y EL EQUIPO QUEDAN EN CONDICIONES SEGURAS  
 ENTREGO EL ÁREA LIMPIA Y LIBRE DE DESECHOS Y MATERIAL

NOMBRE, FIRMA Y REGISTRO O.C.C. EJECUTOR \_\_\_\_\_

EMISOR: PERSONALMENTE HE VERIFICADO QUE:  
 EL ÁREA QUEDA LIMPIA Y LIBRE DE DESECHOS Y MATERIALES  
 SE HAN REALIZADO Y ACEPTADO TODAS LAS PRUEBAS DE REG  
 EL PERMISO DE TRABAJO HA SIDO SUSPENDIDO DEFINITIVAM  
 SI EL TRABAJO HA SIDO TERMINADO, SE DEBEN NORMALIZAR LAS PROTECCIONES DE SEGURIDAD (CORTES, ALARMAS, BLOQUEOS, ETC.)

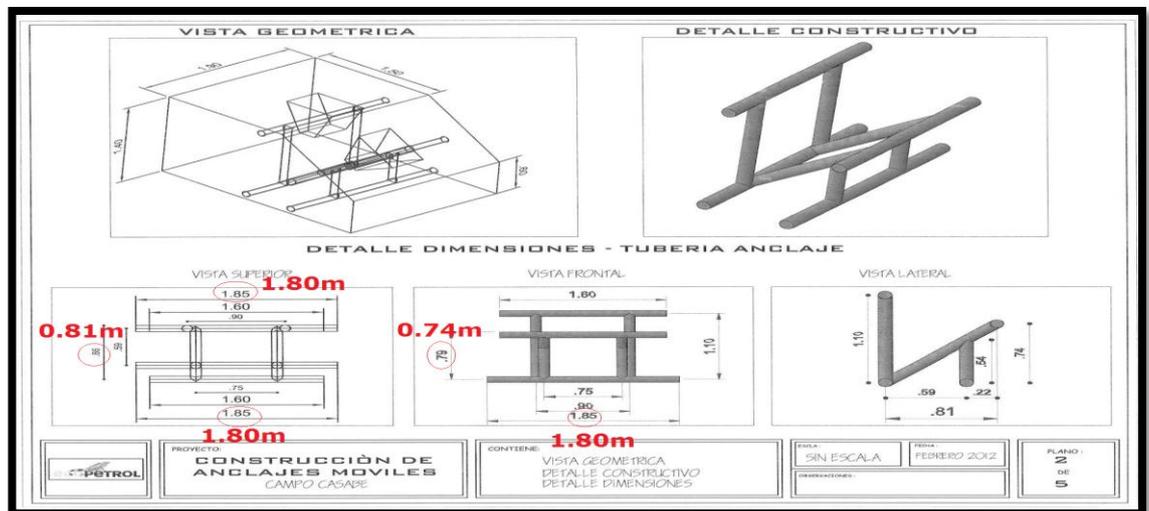
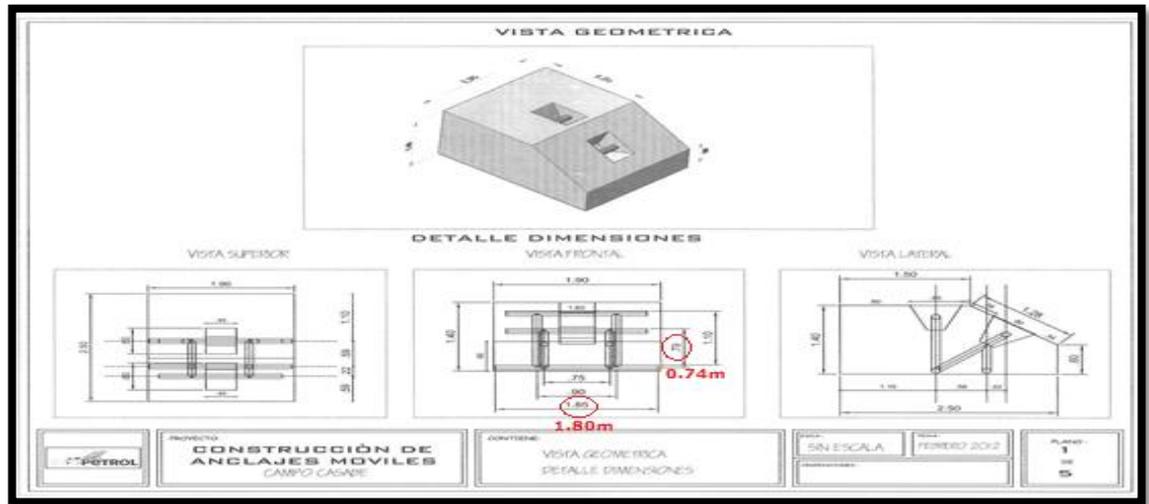
NOMBRE, FIRMA Y REGISTRO O.C.C. EMISOR \_\_\_\_\_

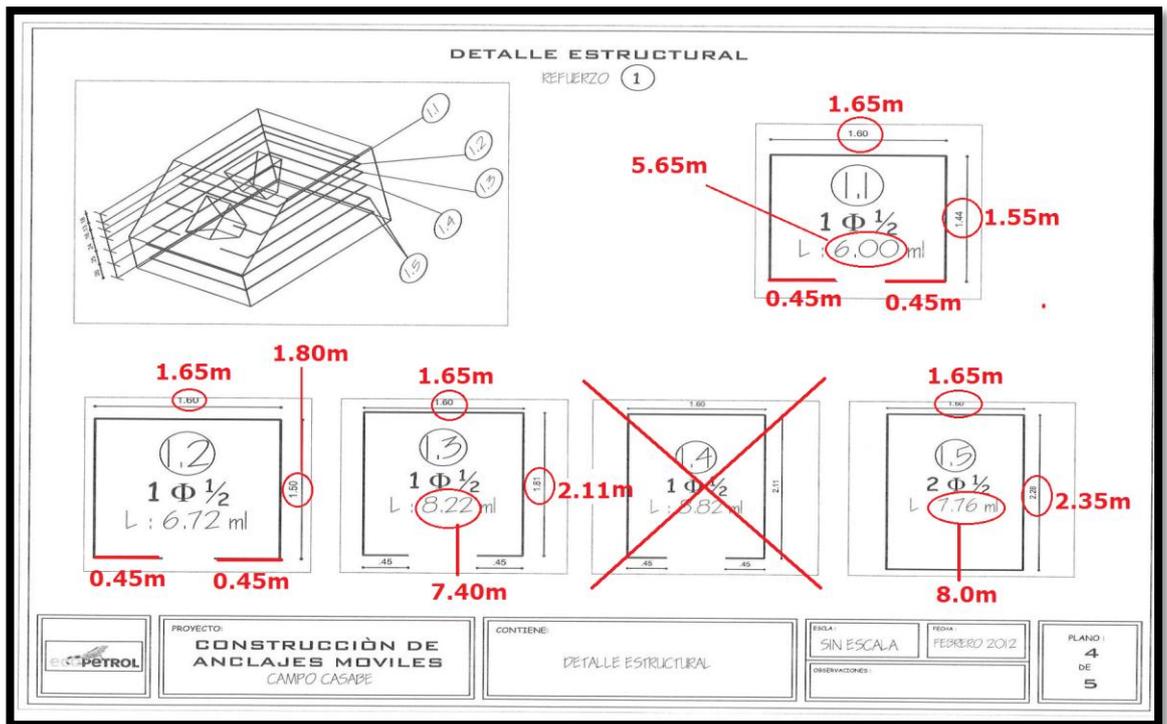
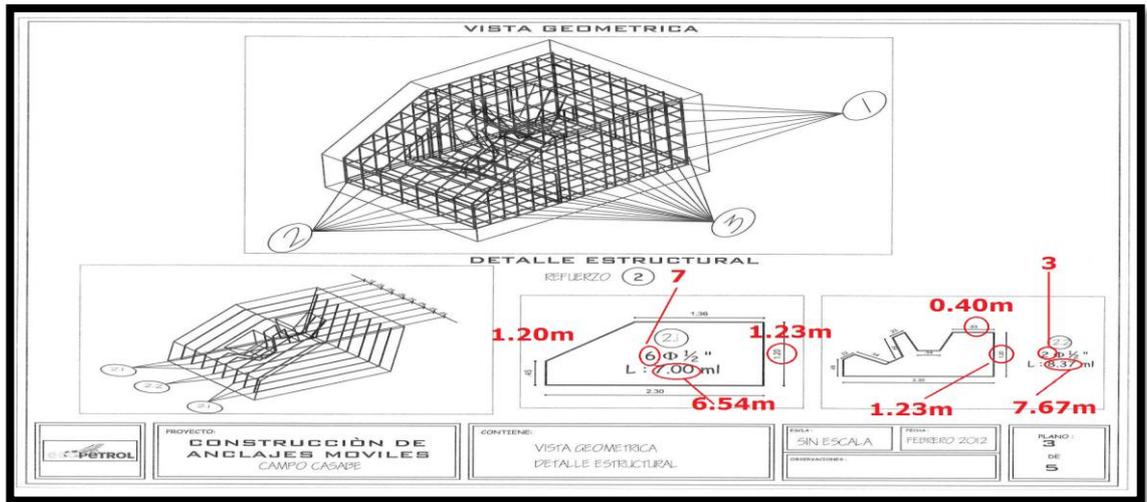
FECHA: \_\_\_\_\_

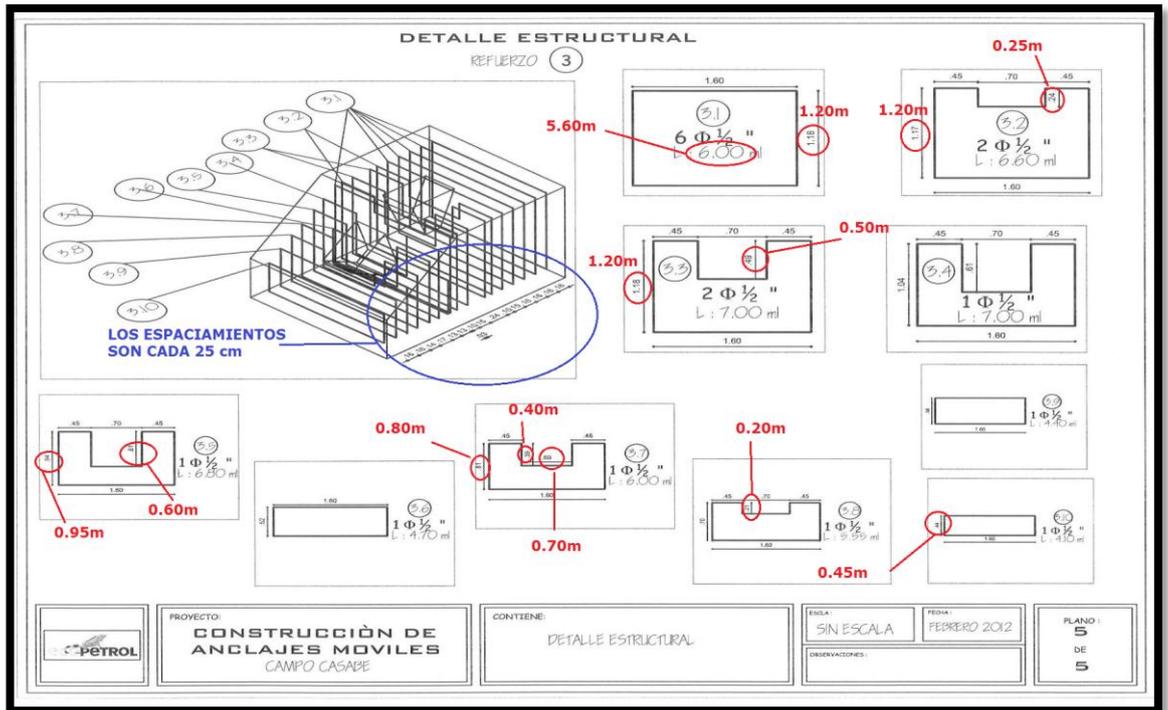
OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

Título Cardenal 3000 - Tel. 6026377 ECP - DRI - F - 006. Actualización 02. AGOSTO 06

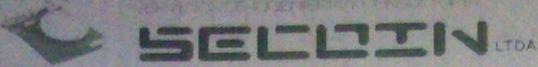
## Anexo E: Planos de Diseño de Construcción Anclajes Móviles







**Anexo F: Resultados Ensayos de Compresión, Secoin Ltda**



**SECOIN** LTDA

Barrancabermeja Octubre 18 de 2012.

**SECOIN-SEIMA  
LTDA: 001**

**SEIMA LTDA**

**REFERENCIA: CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETOS PROYECTO HEXAPODOS H-430.**

**ASUNTO: ENTREGA DE RESULTADOS DE LABORATORIO PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETOS.**

Anexo al presente se envía los resultados de los ensayos practicados en concreto, solicitados por ustedes el 18 de Octubre de 2012, correspondientes a la orden de trabajo número 001 del área de laboratorio de **SECOIN LTDA.**

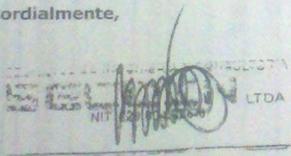
Código del ensayo	Norma aplicada	Nombre del ensayo	Identificación de la muestra en que se realizó el ensayo	No total Ensayos
RC001	NTC	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO	INFORME 001	24

Esta información no intenta suplir los conocimientos, técnicas y criterios de los profesionales responsables de la construcción de las obras.

Los resultados emitidos en este informe no deben ser utilizados en ningún tipo de campaña de información técnica o comercial.

Agradecemos la confianza depositada en nuestro laboratorio y estamos dispuestos a resolver cualquier tipo de inquietud.

**Cordialmente,**



**LUIS DEIVIS RINCON TRIANA**  
REPRESENTANTE LEGAL

Fecha de recibido *Noviembre 16/12*

Nombre: *Cesar Armando Espinosa*

Firma: *Cesar A. E.*  
*11018.677.703*

(a) El presente informe no puede reproducirse sin la aprobación por parte del laboratorio  
 (b) Los resultados de los ensayos emitidos en este informe solo son aplicables a las muestras ensayadas  
 El informe contiene 2 páginas.

Calle 73 N° 31 - 14 B. La Floresta [secointda1@gmail.com](mailto:secointda1@gmail.com) Telefax 611 20 34 Barrancabermeja