

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB		
		ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
		Jefe oficina de contratación	Representante dirección SIGC	Director general
CÓDIGO	VERSIÓN	REQUERIMIENTO TÉCNICO		
A-BS-F002	02			

MEMORANDO No. 56

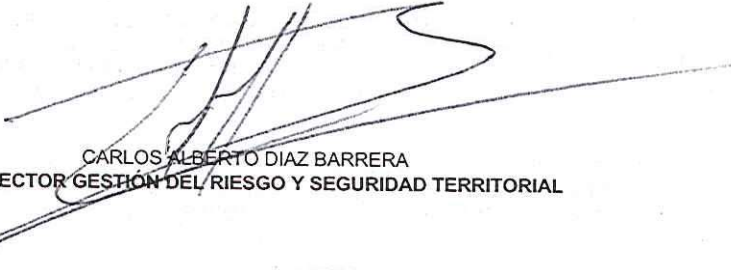
DE : SURYT - SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN DEL RIESGO Y SEGURIDAD TERRITORIAL

PARA : OC - OFICINA DE CONTRATACIÓN

ASUNTO : LA ENTIDAD REQUIERE CONTRATAR LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA : 30/05/2024

POR MEDIO DE LA PRESENTE ME PERMITO REMITIR A SU DESPACHO EL REQUERIMIENTO Técnico PARA DAR INICIO AL PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN DE CONTRATISTA SEGÚN LO DISPUESTO EN EL MANUAL DE CONTRATACIÓN DE LA CDMB


CARLOS ALBERTO DIAZ BARRERA
SUBDIRECTOR GESTIÓN DEL RIESGO Y SEGURIDAD TERRITORIAL

Proyectó: JESUS EVELIO SANCHEZ SANCHEZ 

Elaboró: CARLOS ALBERTO DIAZ BARRERA 

Aprobó: CARLOS ALBERTO DIAZ BARRERA 

Revisó: CARLOS ALBERTO DIAZ BARRERA 

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB		
		ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
		Jefe oficina de contratación	Representante dirección SIGC	Director general
CÓDIGO	VERSIÓN	REQUERIMIENTO TÉCNICO		
A-BS-FO02	02			

REQUERIMIENTO TÉCNICO CDMB No

262

SUBDIR. SOLICITANTE:	SURYT - SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN DEL RIESGO Y SEGURIDAD TERRITORIAL	GRUPO GESTIÓN DEL RIESGO
RESPONSABLE:	CARLOS ALBERTO DIAZ BARRERA	COORD.:
FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2024	
RESPONSABLE TÉCNICO:	JESUS EVELIO SANCHEZ SANCHEZ	
SUPERVISOR DEL FUTURO CONTRATO:	CARLOS ALBERTO DIAZ BARRERA	

INTEGRANTES DEL COMITÉ DE CONTRATACIÓN:

N/A

DESCRIPCIÓN DE LA NECESIDAD

LA CENTRAL DE ABASTOS DE BUCARAMANGA S.A., ES EL PRINCIPAL OPERADOR LOGÍSTICO PARA LA COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGROALIMENTARIOS Y AGROINDUSTRIALES DEL NORORIENTE COLOMBIANO, SIENDO LA TERCER CENTRAL DE ABASTO CON MAYORES VOLUMENES COMERCIALIZADOS DE COLOMBIA. CENTROABASTOS S.A. ES UN IMPORTANTE EJE DE CONEXIÓN DEL CAMPO CON LA CIUDAD EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER DESDE HACE 32 AÑOS, CONTANDO CON ALREDEDOR DE 1300 ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES EN SUS 26 HECTÁREAS, COMERCIALIZANDO 3300 TONELADAS DE PRODUCTOS CON VISITAS DE ENTRE 13000 Y 15000 PERSONAS POR DÍA DE MERCADO, GENERANDO 27000 EMPLEOS ENTRE DIRECTOS E INDIRECTOS, POR LO CUAL ES UNA EMPRESA CARDINAL EN EL DESARROLLO DE LA REGIÓN.

EN EL SECTOR DE CENTROABASTOS SE HABÍAN INSTALADO EN EL AÑO 2006 MUROS EN GAVIÓN DE 3 M DE ALTURA CIMENTADOS SOBRE UN DENTELLÓN DE 4 M DE PROFUNDIDAD; NO OBSTANTE, LA ESTRUCTURA YA FUE SOCAVADA POR EL CAUCE Y SE HA PRESENTADO EL COLAPSO DE VARIOS TRAMOS DE MURO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 200 M.

LA SEDE DE LA EMPRESA CENTROABASTOS SE LOCALIZA ENTRE EL ANILLO VIAL Y EL RÍO DE ORO; NO OBSTANTE, ESTE IMPORTANTE AFLUENTE DURANTE LAS ÚLTIMAS DÉCADAS HA VISTO UN INCREMENTO SUSTANCIAL EN SUS PROCESOS DE EROSIÓN LATERAL DE CAUCE, POR UN DESEQUILIBRIO EN SUS PROCESOS NATURALES DE TRANSPORTE Y DEPOSITACIÓN DE SEDIMENTOS.

ESTE TIPO DE DESEQUILIBRIOS HA SIDO UNA CONSTANTE EN LA MAYORÍA DE LOS CAUCES URBANOS, DEBIDO EN GRAN PARTE AL ENDURECIMIENTO DE AMPLIAS EXTENSIONES URBANAS LOCALIZADAS EN SU ÁREA AFERENTE, DISMINUYENDO SUSTANCIALMENTE LOS TIEMPOS DE RECORRIDO DE LOS FLUJOS DE ESCORRENTÍA Y POR TANTO, AUMENTANDO LOS CAUDALES PICO CONCENTRADOS EN ALGUNOS PUNTOS DE DESCARGA ESPECÍFICOS, CON LO CUAL, SE INCREMENTA SIGNIFICATIVAMENTE LA CAPACIDAD DE ARRASTRE DE SÓLIDOS EN EL CAUCE DURANTE PERIODOS CORTOS DE DURACIÓN DE ALTAS PRECIPITACIONES Y EL VOLUMEN DE SÓLIDOS DEPOSITADOS DESPUÉS DE LAS CRECIENTES.

EN EL SECTOR EXISTEN FACTORES ANTRÓPICOS ADICIONALES CONCERNIENTES A LA EXTRACCIÓN MINERA EN EL RÍO DE ORO, CON VARIAS LICENCIAS AGUAS ABAJO DE CENTROABASTOS, QUE HAN CAUSADO UNA PROFUNDIZACIÓN DEL CAUCE A UNA ESCALA DIFÍCILMENTE MEDIBLE DESDE EL ÁREA DE LA INGENIERÍA, PERO FÁCILMENTE OBSERVABLE EN ALGUNOS SECTORES CON OBRAS DE CONTROL DE CAUCE, COMO ES EL CASO DE CENTROABASTOS, CUYA SOCAVACIÓN SUPERA LOS 4 M DE PROFUNDIDAD EN OBRAS CON APROXIMADAMENTE 15 AÑOS DE EXISTENCIA Y FUE LA CAUSA DEL COLAPSO DE VARIOS TRAMOS DE MURO EN GAVIÓN.

POR LO ANTERIOR Y CON EL FIN DE PROTEGER LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA SE HACE NECESARIO QUE LA CDMB COMO APOYO A LAS ENTIDADES TERRITORIALES REALICE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE GIRÓN, SANTANDER

ASÍ MISMO Y DENTRO DEL MARCO DE LA LEY 99 DE 1993 EN SU ARTÍCULO 31, ESTAS OBRAS QUE SE DESARROLLA SATISFACE LA FUNCIÓN 23 DE LAS CORPORACIONES AUTÓNOMAS REGIONALES POR CUANTO SE TRATAN DE ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE DESASTRES EN ZONAS DE ALTO RIESGO PARA CONTROL DE INUNDACIÓN.

VENTAJAS DE LA CONTRATACIÓN

CON LA REALIZACION DEL PRESENTE PROCESO CONTRACTUAL LA CDMB ADELANTARA LA SELECCION DEL OFERENTE MAS IDONEO QUE CONTARA CON LA CAPACIDAD TÉCNICA, OPERATIVA, ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA, PARA REALIZAR LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, DE ESTA MANERA SE APOYA A LA ENTIDAD TERRITORIAL EN LA PREVENCIÓN DEL RIESGO, REDUCIENDO LAS AMENAZAS NATURALES Y PROTEGIENDO LAS COMUNIDADES QUE POSIBLEMENTE SE VEAN AFECTADAS

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB		
		ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
		Jefe oficina de contratación	Representante dirección SIGC	Director general
CÓDIGO	VERSIÓN	REQUERIMIENTO TÉCNICO		
A-BS-FO02	02			

CONCORDANCIA CON LA
MISIÓN Y FUNCIONES DE LA
ENTIDAD

CON ESTE PROCESO, DENTRO DEL MARCO DE LA LEY 99 DE 1993 EN SU ARTICULO 31, QUE SE DESARROLLA SATISFACE LA FUNCIÓN 23 DE LAS CORPORACIONES AUTÓNOMAS POR CUANTO SE TRATAN DE ACTIVIDADES DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE DESASTRES EN ALTO RIESGO PARA CONTROL DE INUNDACION.

DE LA MISMA MANERA LA DIRECCION GENERAL DE LA CDMB DEBE REALIZAR SEGUIMIENTO GESTION DEL RIESGO EN SU AREA DE JURISDICCION, EL CUAL VA DIRECCIONADO AL ACOMPAÑAMIENTO DE LOS MUNICIPIOS DENTRO DEL ROL QUE COMO AUTORIDAD DESEMPEÑA DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN LA LEY 1523 DE 2012, FRENTE AL Y REDUCCION DEL RIESGO.

CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE ACCIÓN

LE2: . Gobernanza hacia una seguridad hídrica por unidades hidrográficas subsiguientes - PROGRAMA: Territorios más adaptados y resilientes frente al riesgo en la jurisdicción de la CDMB. - PROYECTO: - Territorios más adaptados y resilientes frente al riesgo en la jurisdicción de la CDMB.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS BIENES Y SERVICIOS

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER (RA-OBRA-02)

ALCANCE DEL OBJETO

1. ENTREGAR A SATISFACCION LA OBRA CUMPLIENDO CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS, ADMINISTRATIVAS Y FINANCIERAS ESTABLECIDAS POR LA ENTIDAD Y RELACIONADAS EN LOS PLIEGOS DE CONDICIONES.
2. EFECTUAR LA ENTREGA DE LOS TRABAJOS EN LOS PLAZOS PREVISTOS EN LOS DOCUMENTOS DE ESTUDIOS PREVIOS Y EN LOS PLIEGOS DE CONDICIONES.
3. EL PROPONENTE SE COMPROMETE DURANTE EL DESARROLLO DE LA OBRA UTILIZARA ELEMENTOS, MATERIALES E INSUMOS DE EXCELENTE CALIDAD, CON EL FIN DE GARANTIZAR LA ESTABILIDAD DE LOS TRABAJOS Y DAR CUMPLIMIENTO A CABALIDAD CON TODOS LOS ASPECTOS ESTABLECIDOS.
4. ENTREGAR LOS PLANOS RECORD Y MEMORIAS DE CALCULO DE LA OBRA EJECUTADA COMO REQUISITO INDISPENSABLE PARA EL RECIBO FINAL Y LIQUIDACIÓN DEL CONTRATO POR PARTE DE LA ENTIDAD.
5. PAGAR LOS IMPUESTOS DE LEY Y GARANTIAS CONTRACTUALES ESTABLECIDAS.
6. CUMPLIR LAS INSTRUCCIONES IMPARTIDAS POR EL SUPERVISOR DE LA OBRA.
7. REPOTAR CUALQUIER SITUACION QUE PUEDA AFECTAR LA NORMAL EJECUCION DEL CONTRATO.
8. EL CONTRATISTA DEBERA DOTAR A TODO EL PERSONAL DE OBRA CON HERRAMIENTAS PROPIAS DE TRABAJO, ASI COMO PARA SUS DIFERENTES ACTIVIDADES MISIONALES, DEBERA CONTAR CON SUS PROPIOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) Y DEMAS DISPOSITIVOS PARA LA PREVENCIÓN, PORTECCIÓN Y CONTROL DE LOS RIESGOS PROFESIONALES ATENDIENDO LA NORMATIVIDAD EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. LOS (EPP) UTILIZADOS DEBEN CUMPLIR CON LAS NORMAS TÉCNICAS NTC NIOSH Y ANSI.

OBSERVACIONES

PRESUPUESTO ESTIMADO (ADJUNTAR SOPORTE, PRESUPUESTO O FORMA DE CÁLCULO):

DIECISEIS MIL OCHOCIENTOS VEINTIDOS MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS SESENTA Y TRES PESOS

CONDICIONES DEL CONTRATO

VALOR CONTRATO: 16,822,277,763.00

FORMA DE PAGO:

PAGOS PARCIALES MENSUALES DE ACUERDO CON EL AVANCE DE OBRA EJECUTADA MEDIANTE LA SUSCRIPCIÓN DE ACTAS DE PAGO DEBIDAMENTE REVISADAS Y APROBADAS POR LA INTERVENTORÍA Y LA SUPERVISIÓN DEL CONTRATO POR PARTE DE LA CDMB

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA- CDMB		
		ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:
		Jefe oficina de contratación	Representante dirección SIGC	Director general
CÓDIGO A-BS-FO02	VERSIÓN 02	REQUERIMIENTO TÉCNICO		

ANTICIPO: 40.00 %

JUSTIFICACION:

EN CALIDAD DE ANTICIPO PREVIA SUSCRIPCIÓN DE LA RESPECTIVA FIDUCIA, CON EL FIN DE GARANTIZAR EL INICIO DE LAS ACTIVIDADES PRELIMINARES DE LOCALIZACIÓN, REPLANTEO, MOVIMIENTOS DE TIERRAS Y EL SUMINISTRO DE MATERIALES DE OBRAS.

PLAZO : 6 - MESES

LUGAR DE EJECUCIÓN: BUCARAMANGA

DISPONIBILIDAD PRESUPUESTAL	VIGENCIA	VIGENCIA ACTUAL	VIGENCIAS FUT.
-----------------------------	----------	-----------------	----------------

3205	R101	Territorios más adaptados y resilientes frente al riesgo en la jurisdicción de la CDMB.	
------	------	---	--

2_3.2.02.02.008.05	Realizar Estudios, diseños, construcción, adecuación y mantenimiento de infraestructura para la mitigación de amenazas ambientales a causa de fenómenos de erosión, remoción en masa, avenidas torrenciales y/o inundación en el área de jurisdicción de la CDMB	2024	16.822.277.763.00
--------------------	--	------	-------------------

LICENCIAS, PERMISOS, ESTUDIOS, ETC

Licencia de construcción

☐

Licencia Ambiental

☐

Diseños

☐

JUSTIFICACIÓN:

(De la exigencia o no)

ANEXOS:

DISEÑOS, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PRESUPUESTO DE OBRA

SUBDIRECTOR GESTIÓN DEL RIESGO Y
SEGURIDAD TERRITORIAL

CARLOS ALBERTO DÍAZ BARRERA

RESPONSABLE TÉCNICO

JESUS EVELIO SANCHEZ BANCHEZ

Proyectó: JESUS EVELIO SANCHEZ SANCHEZ
Elaboró: CARLOS ALBERTO DÍAZ BARRERA



PRESUPUESTO

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB			
		ELABORÓ: Profesional SURYT	REVISÓ: Delegado de la Dirección para el SIGC	REVISÓ: Delegado de la Dirección para el SIGC	APROBÓ: Director General
CÓDIGO: M-RA-FO10	VERSIÓN: 2	PRESUPUESTO DE OBRA			
OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER					
FORMULARIO DE CANTIDADES APROXIMADAS DE OBRA Y PRECIOS					
ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
SECCIÓN PRIMERA					
1.01	Replanteo, control y medición de la obra	mes	6.00	\$11,713,121.00	\$70,278,726.00
1.03	Vallas y señales especiales				
1.03.01.A	Valla tipo 1A (5,00m x 2,80 m)	und	1.00	\$2,694,051.77	\$2,694,051.77
1.04	Desmonte y limpieza	m ²	1,240.00	\$5,514.00	\$6,837,360.00
1.05	Retiro de basuras y escombros	m ³	930.00	\$87,572.00	\$81,441,960.00
SUBTOTAL SECCIÓN PRIMERA:					\$161,252,097.77
SECCIÓN SEGUNDA					
2.01.A	Excavación con acarreo libre				
2.01.A.06	Excavación mecánica bajo agua	m ³	5,115.00	\$70,883.00	\$362,566,545.00
2.01.A.07	Excavación en roca bajo agua	m ³	3,100.00	\$118,598.00	\$367,653,800.00
2.03	Sobreacarreo para acarreo totales mayores de 1.000,00 m	m ³ -km	67,797.00	\$4,032.00	\$273,357,504.00
2.05	Control de cauce mediante conformación de jarillón provisional con material de río	m ³	12,400.00	\$70,536.00	\$874,646,400.00
SUBTOTAL SECCIÓN SEGUNDA:					\$1,878,224,249.00
SECCIÓN TERCERA					
3.00	Concretos				
3.02.2	Suministro y colocación de Concreto ciclopeo 40% rajon de piedra y 60% concreto de 3000 psi con emplazamiento mayor a 5 metros y niveles freaticos altos	m ³	3,410.00	\$812,219.00	\$2,769,666,790.00
3.04	Suministro y colocación de concreto de 3000 psi	m ³	568.00	\$1,295,196.00	\$735,671,328.00
3.08	Llenado de inyeccion con lechada cementicia para anclajes	m ³	100.00	\$1,169,845.00	\$116,984,500.00
3.09	Suministro y colocación de concreto de 2000 psi para solado e=10cm	m ²	308.00	\$97,116.00	\$29,911,728.00
SUBTOTAL SECCIÓN TERCERA:					\$3,652,234,346.00
SECCIÓN CUARTA					
4.00	Aceros				
4.01	Suministro y colocación acero de refuerzo fy 4200 kg / cm2	kg	4,812.00	\$12,233.00	\$58,865,196.00
4.02	Suministro y colocación de anclajes				
4.02.02	Suministro e instalación de 3 cables Ø=1/2" de L=20m	und	200.00	\$892,931.00	\$178,586,200.00
4.03	Tensionamiento de anclajes	und	200.00	\$57,877.00	\$11,575,400.00
4.05	Suministro e instalación de platina de 200mm x 200mm x 12mm con tres agujeros	und	200.00	\$83,537.00	\$16,707,400.00
4.06	Suministro e instalación de popora de 3 agujeros conicos para cuña de Ø=1/2"	und	200.00	\$159,797.00	\$31,959,400.00
4.07	Suministro e instalación de kit de cuñas de Ø=1/2" para anclaje	und	200.00	\$97,614.00	\$19,522,800.00
SUBTOTAL SECCIÓN CUARTA:					\$317,216,396.00
SECCIÓN QUINTA					
5.00	Perforaciones horizontales				
5.02	Ejecución perforación horizontal en taludes con pendientes mayores a 1:1 con equipo de perforación descolgado para anclajes de 0,00m a 15,00m	m	3,000.00	\$442,692.00	\$1,328,076,000.00
5.03	Ejecución de perforaciones horizontales en taludes con pendientes mayores a 1:1 con equipo de perforación descolgado para anclajes mayores a 15,00m	m	1,000.00	\$470,149.00	\$470,149,000.00
5.08	Jacket de respaldo para revestimiento de perforación horizontal en anclajes y drenes de penetracion	m	4,000.00	\$210,174.00	\$840,696,000.00
SUBTOTAL SECCIÓN QUINTA:					\$2,638,921,000.00
SECCIÓN SEXTA					
6.00	Varios				
6.03	Cerramiento en malla eslabonada y poste de concreto a 2,00m	m	624.00	\$264,503.00	\$165,049,872.00
6.04	Estructura de disipación de energía	m	20.00	\$641,923.00	\$12,838,460.00
6,07,01	Gaviones con malla electrosoldada, de cuerpo 2.00 x 1.00 x 1.00	m3	8,960.00	\$401,380.00	\$3,596,364,800.00

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB			
		ELABORÓ: Profesional SURYT	REVISÓ: Delegado de la Dirección para el SIGC	REVISÓ: Delegado de la Dirección para el SIGC	APROBÓ: Director General
CÓDIGO: M-RA-FO10	VERSIÓN: 2	PRESUPUESTO DE OBRA			
OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER					
FORMULARIO DE CANTIDADES APROXIMADAS DE OBRA Y PRECIOS					
ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
6,07,02	Estructura estabilizante en muro flexible en gaviones con anclaje activo y recubrimiento en concreto reforzado (e=10cm) de sección 2m x 1m x 1m. incluye zapata de concreto reforzado del anclaje. (no incluye perforación, ni anclaje)	und	200.00	\$1,629,063.00	\$325,812,600.00
6.11	Demolición Mecánica de concreto hasta e=10cm. No incluye cargue ni retiro	m2	3,100.00	\$30,574.00	\$94,779,400.00
6.12	Suministro e instalación de tubería sanitaria de 2" pasamuros o lloraderos	m	248.00	\$14,691.00	\$3,643,368.00
SUBTOTAL SECCIÓN SEXTA:				\$4,198,488,500.00	
Presupuesto Costos directos				\$12,846,336,588.77	
Administración:				24%	\$3,083,120,781.31
Imprevistos				1%	\$128,463,365.89
Utilidades:				5%	\$642,316,829.44
A.I.U.:				30%	\$3,853,900,976.64
I.V.A.				19%	\$122,040,197.59
Presupuesto total de obra				\$16,822,277,763.00	
<div> Nombre: CARLOS ALBERTO DIAZ BARRERA Subdirector de Gestión de Riesgo y Seguridad Territorial – SURYT</div> <div>PROYECTO: JESUS EVELIO SANCHEZ SANCHEZ - COORDINADOR GRUPO DE GESTION DEL RIESGO</div>					



ESTUDIO TECNICO

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER.



SUBDIRECCION DE GESTION DEL RIESGO Y SEGURIDAD TERRITORIAL – SURYT

2024

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. OBJETIVO GENERAL	2
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3. LOCALIZACIÓN	2
4. ÁREA AFERENTE	3
5. GEOLOGÍA	4
5.1. GEOLOGIA REGIONAL	4
5.1.1. Rocas Metamórficas	4
5.1.2. Rocas Ígneas	7
5.1.3. Rocas Sedimentarias	8
5.2. GEOLOGIA LOCAL	24
5.2.1. Formación Girón (Jg)	24
5.2.2. Miembro Órganos de la Formación Bucaramanga (Qbo)	27
5.2.3. Depósitos de ladea (Qd)	29
5.2.4. Depósitos aluviales de terrazas bajas y Terraza medias (Qtb, Qtm) .	30
5.2.5. Depósitos aluviales de cauce y llanura de inundación (Qal)	31
5.2.6. Rellenos Antrópicos (RelInc)	32
5.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	33
5.3.1. Falla de Bucaramanga	33
5.3.2. Falla del Suárez	33
5.4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	33
5.4.1. Marco general	34
5.4.2. Indicadores geomorfológicos	34
5.4.3. Elementos geomorfológicos	34
5.5. COMPOSICIÓN DEL LECHO DEL RÍO DE ORO	43
6. HIDROLOGÍA RÍO DE ORO	44
6.1. DEFINICIÓN DE LA CUENCA	44

6.2. PRECIPITACIÓN.....	45
6.2.1. Estaciones en el área de estudio	45
6.2.2. Caracterización Física.....	47
6.2.3. Parámetros Generales	47
6.2.4. Parámetros de Forma	49
6.2.5. Parámetros de Relieve.....	51
6.2.6. Parámetros de Relieve en relación con la erosión	57
6.2.7. Parámetros Relativos a la Red Hidrográfica	59
6.3. TRATAMIENTO PROBABILÍSTICO DE LA INFORMACIÓN	63
6.4. RESULTADOS DE DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD.....	65
6.4.1. Precipitaciones máximas en 24 horas	65
6.4.2. Precipitaciones para diferentes duraciones de lluvia	66
6.5. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE PRECIPITACIÓN	75
6.5.1. Cálculo de precipitación promedio de la cuenca.....	75
6.5.2. Relación precipitación-escorrentía.....	79
6.6. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA PARA CADA PUNTO DE ENTRADA.....	81
6.7. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO	82
6.8. CAUDALES DE DISEÑO RÍO DE ORO	87
7. HIDRÁULICA DEL CAUCE	87
7.1. CÁLCULO DE LOS PERFILES DE FLUJO (FLUJO GRADUALMENTE VARIADO)	88
7.2. MÉTODO DEL PASO ESTÁNDAR	90
7.3. METODOLOGÍA.....	90
7.3.1. Procesamiento de Información Topográfica.....	90
7.3.2. Implementación del Modelo Matemático.....	91
7.4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD “N” DE MANNING	91
7.5. RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO	96
7.6. RESULTADOS DEL MODELAMIENTO GEOTECNICO	112
Escenario Estático:	112

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE
ORO SECTOR CENTROABASTOS



Escenario Dinámico:	112
7.6.1. Análisis estático	113
7.6.2. Análisis dinámico	114
7.6.3. MURO EN GAVIÓN:	117
7.6.4. ANALISIS ESTATICO CON MEDIDAS ESTRUCTURALES.....	124
7.6.5. ANALISIS DINÁMICO CON MEDIDAS ESTRUCTURALES.....	125
8. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN	126
8.1. PARÁMETROS HIDRÁULICOS	126
8.2. MÉTODO DE LISCHTVAN – LEBEDIEV	127
9. DISEÑO DE ESPIGONES	132
9.1. PARTES DE UN ESPIGÓN.....	133
9.2. DISEÑO DE ESPIGONES.....	133
9.3. ELEMENTOS A DISEÑAR	134
9.4. LOCALIZACIÓN EN PLANTA	135
9.5. SEPARACIÓN ENTRE ESPIGONES	136
9.6. ORIENTACIÓN DE LOS ESPIGONES	138
9.7. ALTURA DE LOS ESPIGONES	139
9.8. LONGITUD DE LOS ESPIGONES.....	139
9.9. ESPIGONES PROYECTADOS	140
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	143

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localización del sector de estudio	2
Figura 2	Delimitación Área Aferente de la Microcuenca Río de Oro a la altura del proyecto – Fuente: Estudio CDMB	3
Figura 3	Delimitación de Áreas Aferentes Río de Oro – Fuente: Estudio CDMB	44
Figura 4	Curva Hipsométrica cuenca Río de Oro Alto – Fuente: Estudio CDMB	52
Figura 5	Curva Hipsométrica cuenca Quebrada Grande – Fuente: Estudio CDMB	52
Figura 6	Curva Hipsométrica cuenca Quebrada Soratoque – Fuente: Estudio CDMB	53
Figura 7	Curva Hipsométrica cuenca Río Lato o Hato – Fuente: Estudio CDMB	53
Figura 8	Curva Hipsométrica cuenca Quebrada El Palmar – Fuente: Estudio CDMB	54
Figura 9	Curva Hipsométrica cuenca Quebrada Ruitoque – Fuente: Estudio CDMB	54
Figura 10	Curva Hipsométrica cuenca Quebrada San Antonio – Fuente: Estudio CDMB	55
Figura 11	Curva Hipsométrica cuenca Río Frío – Fuente: Estudio CDMB.....	55
Figura 12	Curva Hipsométrica cuenca Quebrada La Iglesia – Fuente: Estudio CDMB	56
Figura 13	Curva Hipsométrica cuenca Quebrada Chimitá – Fuente: Estudio CDMB	56
Figura 14	Análisis flujo gradualmente variado	88
Figura 15	Modelamiento Río de Oro K7+650.....	99
Figura 16	Modelamiento Río de Oro K7+700.....	99
Figura 17	Modelamiento Río de Oro K7+750.....	100
Figura 18	Modelamiento Río de Oro K7+800.....	100
Figura 19	Modelamiento Río de Oro K7+836.50.....	100
Figura 20	Modelamiento Río de Oro K7+850.....	101
Figura 21	Modelamiento Río de Oro K7+900.....	101
Figura 22	Modelamiento Río de Oro K7+950.....	101

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE
ORO SECTOR CENTROABASTOS



Figura 23	Modelamiento Río de Oro K8+00.....	102
Figura 24	Modelamiento Río de Oro K8+050.....	102
Figura 25	Modelamiento Río de Oro K8+100.....	102
Figura 26	Modelamiento Río de Oro K8+150.....	103
Figura 27	Modelamiento Río de Oro K8+200.....	103
Figura 28	Modelamiento Río de Oro K8+250.....	103
Figura 29	Modelamiento Río de Oro K8+300.....	104
Figura 30	Modelamiento Río de Oro K8+350.....	104
Figura 31	Modelamiento Río de Oro K8+400.....	104
Figura 32	Modelamiento Río de Oro K8+450.....	105
Figura 33	Modelamiento Río de Oro K8+500.....	105
Figura 34	Muro en gavión proyectado.....	106
Figura 35	Variables para el análisis de la socavación – Fuente: INVIAS.....	127
Figura 36	Colocación de espigones cortos antes del primer espigón de diseño.....	135
Figura 37	Parámetros para determinar el espaciamiento entre espigones en tramos curvos.....	138
Figura 38	Sección transversal gavión proyectado tramos con y sin espigón	141
Figura 39	Planta del muro proyectado con espigones	143

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Microcuencas Río de Oro – Fuente: Estudio CDMB	44
Tabla 2	Áreas por Microcuencas del Río de Oro – Fuente: Estudio CDMB.....	47
Tabla 3	Perímetros de las Microcuencas del Río de Oro – Fuente: Estudio CDMB 48	
Tabla 4	Longitudes brazos principales de los cauces – Fuente: Estudio CDMB	49
Tabla 5	Clasificación por Gravelius.....	50
Tabla 6	Forma de las microcuencas según Cs – Fuente: Estudio CDMB.....	50
Tabla 7	Rectángulos equivalentes – Fuente: Estudio CDMB.....	51
Tabla 8	Altura media por Microcuenca – Fuente: Estudio CDMB	57
Tabla 9	Coeficiente de masividad	57
Tabla 10	Coeficiente Orográfico CO	58
Tabla 11	Densidad de Drenaje – Fuente: Estudio CDMB	60
Tabla 12	Pendiente media de la corriente principal – Fuente: Estudio CDMB....	60
Tabla 13	Alejamiento medio – Fuente: Estudio CDMB	61
Tabla 14	Tiempos de Concentración Tc – Fuente: Estudio CDMB	62
Tabla 15	Funciones de distribución seleccionadas para cada estación para el cálculo de la precipitación máxima en 24 horas – Fuente: Estudio CDMB	66
Tabla 16	Precipitación máxima en 24 H en cada estación para distintos periodos de retorno – Fuente: Estudio CDMB	66
Tabla 17	Funciones de distribución seleccionadas para cada estación para el cálculo de la precipitación para diferentes duraciones de lluvia – Fuente: Estudio CDMB	66
Tabla 18	Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia menores a 20 minutos para la estación de Llano Grande – Fuente: Estudio CDMB	67
Tabla 19	Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia entre 20 y 200 minutos para la estación de Llano Grande – Fuente: Estudio CDMB	68
Tabla 20	Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia menores a 10 minutos para la estación de La Granja – Fuente: Estudio CDMB...	69

Tabla 21	Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia entre 10 y 120 minutos para la estación de La Granja – Fuente: Estudio CDMB..	69
Tabla 22	Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia menores a 10 minutos para la estación de La Floresta – Fuente: Estudio CDMB	70
Tabla 23	Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia entre 10 y 150 minutos para la estación de La Floresta – Fuente: Estudio CDMB	71
Tabla 24	Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia menores a 20 minutos para la estación de Aeropuerto Palonegro – Fuente: Estudio CDMB	71
Tabla 25	Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia entre 20 y 120 minutos para la estación de Aeropuerto Palonegro – Fuente: Estudio CDMB.....	72
Tabla 26	Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia menores a 30 minutos para la estación de Club Campestre – Fuente: Estudio CDMB	73
Tabla 27	Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia entre 30 y 240 minutos para la estación de Club Campestre – Fuente: Estudio CDMB	73
Tabla 28	Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia menores a 10 minutos para la estación de El Rasgón – Fuente: Estudio CDMB..	74
Tabla 29	Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia entre 10 y 90 minutos para la estación de El Rasgón – Fuente: Estudio CDMB...	75
Tabla 30	Áreas de cada drenaje por estación – Fuente: Estudio CDMB	77
Tabla 31	Porcentajes de áreas de cada drenaje por estación	77
Tabla 32	Áreas de cada drenaje por punto de entrada – Fuente: Estudio CDMB	78
Tabla 33	Porcentajes de áreas de cada drenaje por punto de entrada – Fuente: Estudio CDMB.....	78
Tabla 34	Curvas de escorrentía para los complejos de suelo cobertura CN	79
Tabla 35	Números de curva para casos de condición de humedad antecedente III	80
Tabla 36	Características de la cuenca por punto de entrada del río de Oro – Fuente: Estudio CDMB.....	82
Tabla 37	Hidrograma sintético de Snyder	84

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE
ORO SECTOR CENTROABASTOS



Tabla 38	Hidrograma unitario triangular del USBR	84
Tabla 39	Hidrograma unitario triangular de Temez	85
Tabla 40	Hidrograma sintético de SCS	85
Tabla 41	Caudales de diseño Río de Oro Puntos de entrada 1 y 2	86
Tabla 42	Caudales de diseño Río de Oro Puntos de entrada 3 y 4	86
Tabla 43	Caudales de Diseño Río de Oro – Fuente propia	87
Tabla 44	Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad mediante la ecuación de Cowan	94
Tabla 45	Coeficientes de Rugosidad “n” de Manning por tramos	96
Tabla 46	Resultados numéricos modelamiento hidráulico con obras proyectadas – Fuente propia Actualización Estudio CDMB	97
Tabla 38:	Niveles de amenaza, resolución 1294 de 2009, Normas Geotécnicas, CDMB	116
Tabla 47	Valores del coeficiente de contracción del cauce μ	129
Tabla 48	Coeficiente $\emptyset$ que depende de la concentración del material transportado	129
Tabla 49	Coeficiente Z	130
Tabla 50	Coeficiente β que depende del periodo de retorno	130
Tabla 51	Socavación generada por el cauce – Fuente propia	131
Tabla 52	Separación entre espigones en tramos rectos	137
Tabla 53	Separación entre espigones en tramos curvos	138

LISTA DE FOTOS

Foto 1	Neis de Bucaramanga al oriente de la UDES, le intruyen diques de roca ígnea .	4
Foto 2	Suelos producto de la meteorización de rocas esquistosas de la Formación Silgará, al nororiente de la Mesa de los Santos	6
Foto 3	Areniscas de la formación Girón sector Bahondo, margen izquierda del río de Oro	25
Foto 4	Afloramiento de areniscas de la Formación Girón, vía Palenque, Café Madrid	25
Foto 5	Bloques angulares de roca arenisca sobre la margen derecha del río de Oro ...	26
Foto 6	Limolitas de la Formación Girón, taludes de corte ampliación vía Palenque, Café Madrid	26
Foto 7	Areniscas de la Formación Girón, sobre el cauce del río de Oro, sector quebrada La Picha	27
Foto 8	Miembro Órganos afectados por socavación del río de Oro	28
Foto 9	Erosión en surcos y carcavamiento sobre los taludes localizados sobre la margen izquierda del río de Oro, frente al barrio Santa Cruz de Girón.....	28
Foto 10	Base del Órganos cubierto por depósitos aluviales recientes.....	29
Foto 11	Depósitos de ladera sobre la margen izquierda del río de Oro	30
Foto 12	Depósitos de terrazas bajas, margen izquierda del Río de Oro, sector vereda Carrizal	30
Foto 13	Depósitos de terrazas medias, margen derecha del Río de Oro, sector Q. La Picha	31
Foto 14	Llanura aluvial del Río de Oro	31
Foto 15	Llenos de basuras y escombros, sector industrial de Girón.....	32
Foto 16	Rellenos compactados, sector industrial Bucaramanga y Girón, margen derecha Río de Oro	32
Foto 17	Viviendas dentro de la zona de cauce del río de Oro, sector Bahondo.....	35
Foto 18	Dique lateral en gaviones revestidos, para evitar desborde del río de Oro, zona urbana de Santa Cruz, Girón	35
Foto 19	Zonas suburbana sobre la margen derecha del río de Oro en llanura de inundación, sector industrial.....	36
Foto 20	Llenos compactados, en la zona industrial, margen derecha del río de Oro	43

1. INTRODUCCIÓN

La Central de Abastos de Bucaramanga S.A., es el principal operador logístico para la comercialización de productos agroalimentarios y agroindustriales del Nororiente Colombiano, siendo la tercer Central de abasto con mayores volúmenes comercializados de Colombia. Centroabastos S.A. es un importante eje de conexión del campo con la ciudad en el Departamento de Santander desde hace 32 años, contando con alrededor de 1300 establecimientos comerciales en sus 26 hectáreas, comercializando 3300 toneladas de productos con visitas de entre 13000 y 15000 personas por día de mercado, generando 27000 empleos entre directos e indirectos, por lo cual es una empresa cardinal en el desarrollo de la región.

En el sector de Centroabastos se habían instalado en el año 2006 muros en gavión de 3 m de altura cimentados sobre un dentellón de 4 m de profundidad; no obstante, la estructura ya fue socavada por el cauce y se ha presentado el colapso de varios tramos de muro en una longitud aproximada de 200 m.

La sede de la Empresa Centroabastos se localiza entre el anillo vial y el Río de Oro; no obstante, este importante afluente durante las últimas décadas ha visto un incremento sustancial en sus procesos de erosión lateral de cauce, por un desequilibrio en sus procesos naturales de transporte y depositación de sedimentos.

Este tipo de desequilibrios ha sido una constante en la mayoría de los cauces urbanos, debido en gran parte al endurecimiento de amplias extensiones urbanas localizadas en su área aferente, disminuyendo sustancialmente los tiempos de recorrido de los flujos de escorrentía y por tanto, aumentando los caudales pico concentrados en algunos puntos de descarga específicos, con lo cual, se incrementa significativamente la capacidad de arrastre de sólidos en el cauce durante periodos cortos de duración de altas precipitaciones y el volumen de sólidos depositados después de las crecientes.

En el sector existen factores antrópicos adicionales concernientes a la extracción minera en el Río de Oro, con varias licencias aguas abajo de Centroabastos, que han causado una profundización del cauce a una escala difícilmente medible desde el área de la ingeniería, pero fácilmente observable en algunos sectores con obras de control de cauce, como es el caso de Centroabastos, cuya socavación supera los 4 m de profundidad en obras con aproximadamente 15 años de existencia y fue la causa del colapso de varios tramos de muro en gavión.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el Río de Oro hidrológica e hidráulicamente a la altura de Centroabastos S.A. con el objetivo de proyectar las obras que garanticen un adecuado control de cauce, mitigando la amenaza por fenómeno de inundación y frenando los procesos de erosión lateral de cauce.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer los caudales de diseño del Río de Oro en el sector de interés, con base en los parámetros de las Normas Geotécnicas CDMB vigentes (Resolución No. 1294 de 2009).
- Realizar el análisis hidráulico del cauce y establecer los niveles máximos de la lámina de agua.
- Evaluar la socavación máxima en el sector objeto de estudio.
- Proyectar las obras de control de cauce.
- Mediante el análisis de los resultados emitir las conclusiones correspondientes.

3. LOCALIZACIÓN



Figura 1 Localización del sector de estudio

Centroabastos S.A. se localiza en la Vía Palenque a Café Madrid No. 44 – 96 del Municipio de Bucaramanga, hacia la margen derecha del Río de Oro, en coordenadas $7^{\circ}06'10.72''$ N y $-73^{\circ}09'57.77''$ E, sobre los 668 msnm. De acuerdo con lo comentado por el personal de Centroabastos, su muro de cerramiento del costado occidental, originalmente se localizaba a más de 30 m de la margen derecha del Río de Oro; no obstante, por el avance de la línea de erosión, a día de hoy en algunos sectores se ubica a menos de 15 m.

4. ÁREA AFERENTE

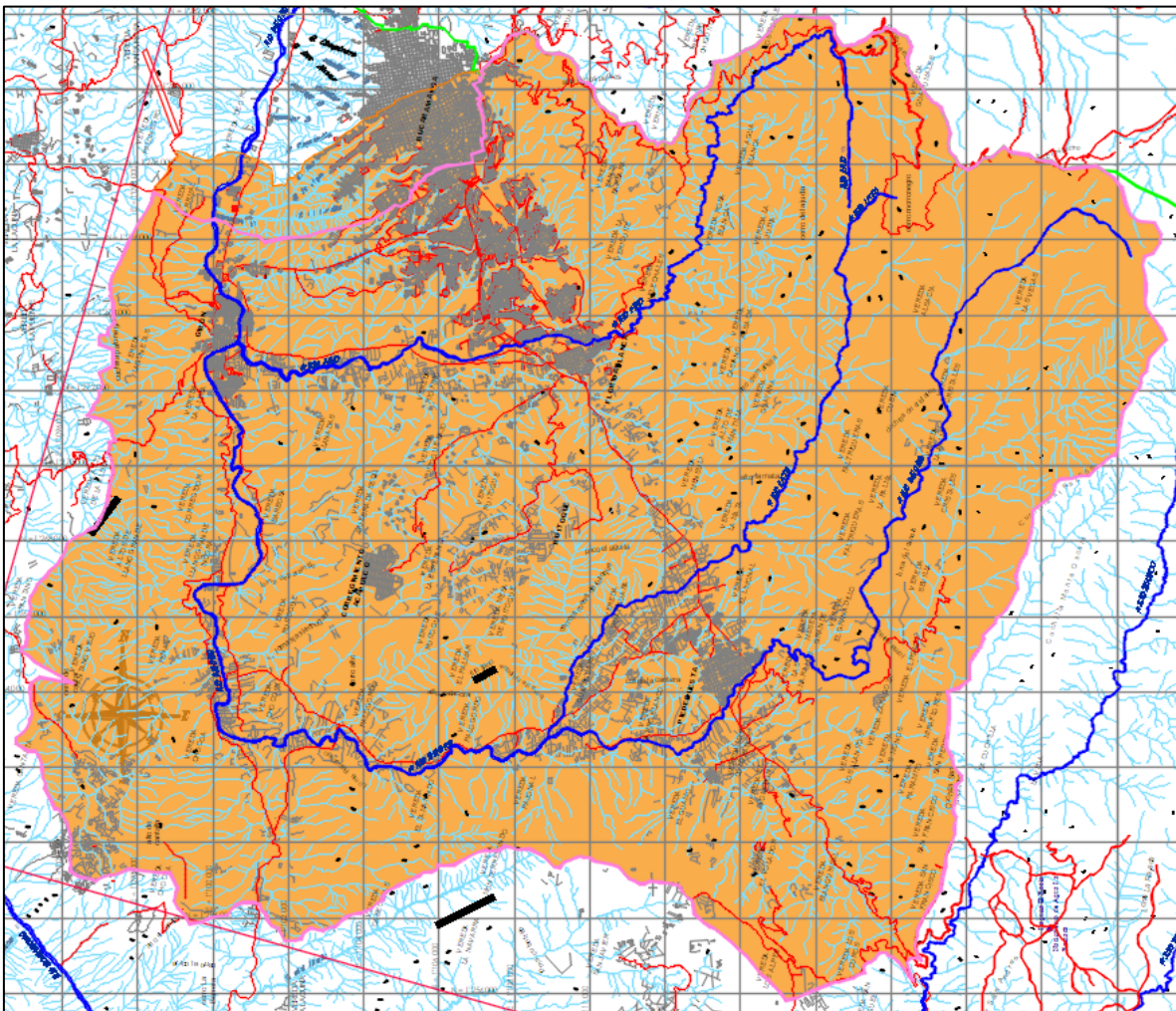


Figura 2 Delimitación Área Aferente de la Microcuenca Río de Oro a la altura del proyecto – Fuente: Estudio CDMB

El Río de Oro nace sobre los 3450 msnm, y tras un recorrido de su brazo principal de 67.23 Km hasta la confluencia del Río Suratá sobre los 600 msnm, posee un

área aferente total de 573.59 Km²; no obstante, hasta Centroabastos, posee un área aferente de 544.36 Km² (54435.87 Ha) con una longitud de su brazo principal de 62.90 Km (62900.795 m) (Ver Figura 2).

5. GEOLOGÍA

El presente capítulo tomado del Estudio de actualización amenaza por inundación del Río de Oro de la CDMB, se refiere a lo relacionado con la geología, litología, geología estructural, geomorfología, discontinuidades, características físicas de las rocas, presencia de suelos, depósitos no consolidados, problemas de inestabilidad, erosión etc.

5.1. GEOLOGIA REGIONAL

5.1.1. Rocas Metamórficas

Neis de Bucaramanga (PEb)



Foto 1 Neis de Bucaramanga al oriente de la UDES, le intruyen diques de roca ígnea

Nombre propuesto por Goldsmith y otros (1971, en Ward et al. 1973), para el conjunto de rocas cristalinas de edad Precámbrico que aflora al oriente del Área Metropolitana. Se localiza al oriente del sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta, siendo su límite occidental fallado en dirección N30°W, los mejores afloramientos se encuentran sobre la vía que conduce a las antenas de RCN, al oriente del barrio Los Alares y en el carretable de la vereda Vericute (municipio de Floridablanca).

Dicha unidad forma parte del Macizo de Santander, el cual se distingue por presentar relieve marcadamente sobresaliente por su elevada topografía, pendientes abruptas (entre 25° y 40°) y un patrón de drenaje dendrítico a subdendrítico y subparalelo.

Ésta unidad consta de rocas metamórficas de alto grado, con fábrica orientada y textura gruesa a media. Entre Floridablanca y Piedecuesta la foliación tiene orientación variable, indicativo de perturbaciones tectónicas severas, aunque con ligera tendencia hacia el noreste en la dirección del buzamiento de la foliación. Está compuesta, principalmente, de neis semipelítico, neis hornbléndico, anfibólita y esquisto; incluye también zonas de migmatitas (Ward et al., 1973) y es posible la existencia de rocas cataclásticas, cerca de los planos de las fallas principales.

Se encuentran dos tipos de neis: Uno de color blanco a rosado, constituido esencialmente por plagioclasa, cuarzo y feldespato potásico (Chaparro y Guerrero 1991). Debido a su aspecto masivo y a la ausencia de estratificación, Ward et al. (1973), suponen un origen ígneo intrusivo primario y lo clasifican como Ortoneis. El otro es un paraneis, de color gris verdoso y alternancia de bandas máficas, principalmente anfibólicas y bandas félsicas cuarzofeldespáticas.

De los minerales constituyentes el único que se conserva casi inalterado es el cuarzo y la muscovita; esta última se presenta en láminas muy finas. Los feldespatos y ferromagnesianos, por lo general, se encuentran en estado de meteorización alta.

La mayoría de afloramientos del Neis de Bucaramanga se encuentran parcialmente saprolitizados, en estado de meteorización entre moderada y alta. Esta unidad litológica, en especial dentro de una franja aproximada de unos 500 metros paralela al sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta, se presenta intensamente fracturada y es altamente susceptible a fenómenos de remoción en masa que involucran saprolito y fragmentos de roca de tamaño diverso. Los desprendimientos ocurren en las laderas o cortes de talud y la roca superficial descompuesta es variable en espesor, con un promedio entre 3 y 8 metros. Hacia el oriente del sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta, y sobre las cotas alrededor de 1400 y 1600 m.s.n.m, el Neis de Bucaramanga se presenta intruído por una masa de origen ígneo denominada Cuarzomonzonita de La Corcova (JRcg). Ward et al. (1973), le han asignado al Neis de Bucaramanga una edad de 940-945 m.a, debido a que puede reflejar el ciclo de Orogenia del Pre-Cámbrico.

Esta unidad no aflora dentro de la zona del proyecto, encontrándose al oriente del sistema de fallas de Bucaramanga – Santa Marta (ver Foto 1).

Formación Silgará (PDs)



Foto 2 Suelos producto de la meteorización de rocas esquistosas de la Formación Silgará, al nororiente de la Mesa de los Santos

Se observa al oriente y suroriente de Piedecuesta, conformando una morfología ondulada y de relieve bajo, sobre la zona de influencia del sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta, donde aparece en forma discontinúa en una longitud aproximada de 3 Km. También aflora al nororiente del área en inmediaciones de la confluencia de los ríos Tona y Suratá, presentándose como una franja alargada de dirección noreste, limitada por rocas del neis de Bucaramanga y Tonalita.

Corresponde a una unidad de rocas metamórficas compuesta por esquistos cuarzo cloríticos, de color gris verdoso, filitas, anfibolitas verdes y grises, con foliación delgada a media, intercalados con niveles de mármol. Corresponde a la facies esquistos verdes, indicativo de un grado de metamorfismo bajo a medio.

La roca se presenta alta a completamente meteorizada, pero con muy buena foliación. La secuencia presenta dirección de buzamiento de la foliación del orden de $120^{\circ}/40^{\circ}$, tal como aparece indicado en el Mapa Geológico del Cuadrángulo H-12 (INGEOMINAS-U.S. GEOLOGICAL SURVEY, 1977).

Debido a su poca extensión y bajo relieve, a la formación Silgará no se asocian procesos de inestabilidad de alguna consideración. Su edad ha sido asignada al Devoniano por Ward et al. (1973).

Esta unidad o aflora dentro de la zona del proyecto; emplazamientos de rocas esquistosas meteorizadas se hallan nororiente de la Mesa de los Santos observables sobre de los taludes de corte por la vía que comunica el sector de Tres Esquinas con la Mesa de Los Santos (ver fotografía 2).

5.1.2. Rocas Ígneas

Diorita y Tonalita del Área del río Suratá (TRt)

Un cuerpo ígneo alargado de dirección noreste se observa al norte de la confluencia del río Tona y el río Suratá; lo conforman rocas dioríticas y tonalíticas, bastante alteradas y cizalladas por fallamiento. La morfología es similar a la del Neis de Bucaramanga y el drenaje es dendrítico a paralelo.

Hacia el occidente la Tonalita está en contacto con neis rico en anfibolita y paraneis, y hacia el oriente, está afectada por fallamiento que en diversos sectores convierte la roca en esquisto clorítico, aunque en algunas zonas se observa la Tonalita intruyendo esquistos y neises metasedimentarios. La roca es equigranular, de grano medio, de color verde grisáceo; es común encontrar inclusiones de Diorita de grano fino y en sección delgada la textura es hipidiomórfica (el Cuarzo varía de 1 a 15%, la Andesina es zonada de 40 a 60%, la Biotita es de color verde marrón de 0 a 25% y la Hornblenda es verde azulosa de 0 a 45%. Los accesorios son Feldespato Potásico, Esfena, Apatito, Óxido de Hierro, Clorita y Epidota Secundaria) (Ward et al., 1973).

Al occidente de la desembocadura de la quebrada Chitota en el río Suratá, aflora un cuerpo ígneo de composición diorítica de color gris verdoso que en sección delgada presenta textura afanítica y pórfidos con cuarzos de hasta 5 mm de diámetro (el cuarzo va de 10 a 20 %, plagioclasas de 40 a 50%, feldespatos de 3 a 5 % y biotita 5 %).

Según Ward et al., 1973, se ignora si todas las Tonalitas y Dioritas tienen la misma edad. Estas rocas pos-metamórficas son probablemente más jóvenes que el metamorfismo de la formación Silgará, pero alguna puede ser metamórfica tardía. Teniendo en cuenta el contacto intrusivo con la formación Tiburón, su edad debe corresponder al pos-Triásico.

Cuarzomonzonita de la Corcova (JRcl)

Ocurre hacia la zona nororiental del área, en el sector de La Corcova sobre la vía Bucaramanga - Pamplona y al norte de la población de Piedecuesta, formando la masa principal del plutón de la Corcova. Se caracteriza por desarrollar una morfología abrupta con colinas alargadas donde se observa un drenaje dendrítico.

Esta unidad se encuentra bastante fracturada y cizallada, se presenta en algunos sectores como Diques y masas pequeñas. En estado poco alterado la cuarzomonzonita se observa de color gris, de grano fino a medio, equigranular, de textura sacaroide, con biotita uniformemente diseminada. Esta roca al meteorizarse pasa a un material areno arcilloso de colores gris claro y gris amarillo y de consistencia media; cuando es masiva se altera en forma esferoidal (en cebolla). En sección delgada la textura es cenomórfica a subhidiomórfica granular

aplítica. La roca está compuesta de 30 a 35% de cuarzo, 25 a 45% de plagioclasa zonada, 30 a 45% de feldespato de potasio predominantemente microclina, 3% de biotita y trazas hasta de 2% de moscovita. Los accesorios son: Apatito, óxido de hierro y Zircón, los productos de alteración son clorita, epidota y sericita (Ward et al., 1973).

Una edad K/Ar en moscovita de La Corcova es semejante a edades K/Ar en biotita de rocas de los batolitos principales del macizo de Santander. La edad de la cuarzomonzonita de La Corcova con relación a otras rocas del Grupo Plutónico de Santander, es incierta (Ward et al., 1973)

Cuarzomonzonita, Granito y Pórfido Cuarzoso (JRcg)

Esta unidad que fue definida por Ward et al, (1973) aflora en el sector oriental de los barrios Álvarez, Cabecera y el conjunto residencial Montearroyo, en Bucaramanga. Cuerpos ígneos de granito y cuarzomonzonita aparecen junto con el Neis de Bucaramanga conformando un complejo ígneo metamórfico en el sector de la planta de tratamiento del acueducto sobre el río Suratá en la vía Bucaramanga – Matanza.

Los mejores afloramientos observados de esta unidad están sobre la quebrada La Flora, donde se encuentra asociado con el Neis de Bucaramanga, también se encuentra expuesta al suroccidente de Morrónico, al norte y nororiente del Área Metropolitana.

La geomorfología es muy semejante a la del Neis de Bucaramanga, reconociéndose lomos, escarpes y depósitos de ladera asociados. Macroscópicamente es de grano grueso, inequi-granular, rosado, naranja y gris violáceo, con textura hipidiomórfica. La oligoclasa y albita se presentan ligeramente zonadas, subtabulares y equidimensionales.

Estos pequeños cuerpos intrusivos están altamente meteorizados, cizallados y presentan algún grado de metamorfismo debido a la acción del sistema de fallas Bucaramanga - Santa Marta. El contacto con el Neis de Bucaramanga en algunos sectores es fallado, y en otros se presenta como intrusivo. Mediciones radiométricas (K/Ar) hechas en biotita y muscovita de estas rocas intrusivas han dado una edad Jurásica. (Ward et al., 1973).

5.1.3. Rocas Sedimentarias

Formación Floresta (Df)

El nombre “Floresta Series” fue introducido por Caster (1939) para designar estratos del Devónico por A. A. Olson y Teófilo Ramírez en 1935 (Dickey, 1941) en cercanías a la población de Floresta en el Departamento de Boyacá. Posteriormente Botero R. (1950) introdujo el nombre de formación Floresta para

los estratos del Devónico que suprayacen esquistos y neises en la localidad de Floresta y sectores adyacentes. En el área actualmente estudiada se presenta al norte de Bucaramanga, en una franja alargada de dirección NNE, al occidente de la quebrada La Lomera y al sur de la quebrada Las Monas.

Los afloramientos son bastante limitados, las rocas no son muy resistentes a la meteorización dando una morfología de lomos suaves ondulados. No se conoce el contacto normal de la formación Floresta con las unidades infrayacentes, en este caso con la formación Diamante. Las rocas presentes al norte de Bucaramanga son de grano fino, muy fracturadas y se encuentran ligeramente metamorfoseadas, siendo principalmente filitas bien laminadas micáceas de colores amarillo, gris verdoso a gris amarillento, de lustre sedoso, intercaladas con cuarcitas de color gris amarillento, muy duras, laminadas con espesores de hasta 60 cm. Estas rocas desarrollan un suelo delgado, arenoso, gris amarillento.

Se observan capas con alto contenido fosilífero, hacia las partes altas del flanco occidental de la quebrada La Lomera, aparentemente los fósiles calcáreos y el cemento han sido lixiviados de una limolita calcárea dura, presentándose una roca marrón, amarillenta clara, porosa y blanda con abundantes moldes y rellenos de fósiles que se encuentran fragmentados. Según muestras colectadas e identificadas por J.T. Dutro, Jr. Del U.S. Geological Survey, se le asigna una edad Devónico Inferior Alto (WARD et al., 1973).

Formación Diamante (Pcd)

Definida por Dickey (1941), en la quebrada La Mona (municipio de Rionegro). Esta secuencia se encuentra aflorando al norte del casco urbano de Bucaramanga, en dos franjas bien definidas con dirección preferencial nor-nororiente. La primera franja es paralela a la carretera Bucaramanga-Rionegro, hacia el norte del río Suratá y al oriente de la quebrada las Monas, con una longitud de aproximadamente 3 Km. La segunda franja es paralela a la margen izquierda de la quebrada la Lomera desde la estación de servicio de Vijagual hasta el sitio denominado “Puente de Tierra”, con una longitud de 1.5 Km.

Geomorfológicamente presenta un relieve de colinas bajas con pendientes moderadas a suaves. Esta unidad es una secuencia sedimentaria compuesta por tres miembros principales (González et al., 1994):

Miembro Inferior: Constituido por areniscas lodosas de grano muy fino a muy grueso, de variados colores (morado, gris crema, verde, pardo rojizo, blanco y marrón), intercaladas con lodolitas y principalmente arcillolitas moradas, pardo rojizas y verdes.

Las capas presentan contactos irregulares de planos a ondulados, no paralelos, con laminación de plano paralela a flaser, bioperturbación, rill marks, ripple marks, calcos de carga, etc.

Miembro Medio: Conformado por lodolitas, areniscas de grano muy fino, verdes pardas y grises, intercalaciones de rocas carbonatadas (microesparita, microesparita fosilífera, biomicrita, bioesparita e intramicrita) de color gris y pardo.

Los contactos con las capas son ligeramente ondulados a ondulados no paralelos, irregulares, plano paralelos, con laminación ondulosa paralela a no paralela y plana paralela.

Miembro Superior: La secuencia calcárea aflora en la cantera de Cementos Diamante y en la quebrada El Ceilán, representado en su totalidad por calizas duras, masivas, cristalinas de grano fino a medio, ligeramente arcillosas, fosilíferas, en especial biomicritas y bioesparitas, y en menor proporción micritas a micritas fosilíferas grises claras. Los contactos son ondulados a ligeramente ondulados.

Al norte del río Suratá, sureste de la mina de Cementos Diamante, se presenta como areniscas masivas de grano fino a medio, de colores rojo, crema, con matriz calcárea. También aparece una secuencia calcárea, explotada por la compañía Cementos Diamante, caracterizada por calizas esparíticas, gris claras, con piritas y contenido fósil (Crinoideos y Braquiopodos), en capas de 10 a 40 cm intercaladas con arcillolitas calcáreas, grises, verdosas y violáceas con espesores hasta de 10 cm.

En cercanías al sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta las rocas se encuentran bastante fracturadas y medianamente meteorizadas. La edad de esta unidad es Pérmica, de acuerdo con la identificación de dos braquiópodos, *Meekella* Sp. y *Orthotichia* Sp. (R.E. Grant of the Geological Survey, in Ward et al. - 1973).

Formación Tiburón (TRPt)

Definida por Ward et al. (1973), para referirse a la parte superior de la serie Suratá de Dickey (1941; en Ward et al., 1973).

La sección tipo aflora al norte del área estudiada, en inmediaciones del antiguo club Los Tiburones, a lo largo del sector sur del río Suratá; además se encuentran afloramientos en la zona que comprenden la quebrada el Ceylan, la Granja, la cuchilla de los Angelinos, al norte del barrio Villa Helena II Etapa, en la parte este del Cerro la esperanza y en una franja alargada en los alrededores de la vereda Vijagual.

La morfología de esta unidad corresponde a colinas suaves a moderadamente abruptas hacia el sector del valle del río Suratá. Esta unidad presenta

conglomerados muy compactos, cuyos espesores varían entre 5 y 20 m, conformados por guijos de caliza, dolomita, arenisca y chert negro; de formas subangulares a subredondeados, de 2 a 10 cm de diámetro, incluidos y firmemente cementados en una matriz calcárea, gris, de grano fino a medio. Localmente se hallan algunos guijos de cuarzo hasta de 5 mm de diámetro.

Existen niveles de caliza gris clara a oscura, masiva, ligeramente arcillosa, cristalina, de grano fino a medio, micácea, con venas rellenas de calcita de espesor variable, principalmente del tipo micrita intraclástica; los espesores son variables, pero en promedio van de 1.5 a 7 m. Se observan limolitas grises a gris oscuras, en algunas ocasiones con tonalidades rojizas, de dureza media, calcáreas, arcillosas, ligeramente micáceas; sus espesores varían entre los 4 a 25 m. También existen niveles de areniscas de grano fino, con cemento calcáreo, de colores gris rojizo, cuyos espesores están entre 1 y 3 m. El espesor total de la formación según Gómez (1993) es de 350 m; Ward et al. (1973), afirman que este puede alcanzar entre 450 a 500 m.

El límite estratigráfico con la infrayacente formación Diamante, en la cantera de Cementos Diamante S.A., es discordante en 42 grados, igualmente en el sector de la quebrada la Pajuela la discordancia alcanza los 34 grados. Su límite superior con la formación Bocas está expuesto en el cerro la Esperanza en donde se observa que la relación entre dichas formaciones es concordante. En los alrededores de la quebrada la Lomera, cerca del barrio los Colorados, el contacto con los depósitos suprayacentes del Cuaternario está dado por una discordancia de tipo angular.

En general la roca se encuentra relativamente fresca, presentando una dureza alta y hacia la zona de influencia del sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta se encuentra fracturada y cizallada.

La edad de la formación dada por Ward et al. (1973), está comprendida entre el Carbonífero Superior - Pérmico Medio y Triásico.

Formación Bocas (TRb)

Definida por Dickey (1941), como la Serie Bocas; Ward et al. (1973), le dan el nombre de formación Bocas.

La sección tipo de la formación Bocas se localiza en el sector comprendido entre Puente Tierra y la inspección de Bocas, por la carretera a Rionegro (Tomado de Ward et al. 1973). Estas rocas afloran hacia el este de las montañas de los Angelinos y hacia el norte, en la confluencia de los ríos De Oro y Suratá. Sobre esta unidad se encuentra ubicado el barrio El Pablón. Esta formación se observa en contacto fallado con las formaciones Girón, Tiburón y Floresta.

La morfología es moderada a abrupta, observándose un drenaje radial en el sector del barrio el Pablón. La morfología moderada corresponde a las áreas donde

predominan limolitas, arcillolitas y shale, poco resistentes a la meteorización, originando suelos de colores anaranjados, amarillos y marrones. Esta formación consiste en limolitas calcáreas, de grano fino, de colores gris verdoso y pardo rojizo, ocasionalmente en capas de 1 m de espesor. También contiene limolitas grises verdosas, calcáreas, delgadas con nódulos calcáreos grises de 4 mm de diámetro, conglomerados con cantos redondeados, calizas grises y cuarzos en una matriz arenosa calcárea (Ward et al. 1973).

Al oriente del cerro los Angelinos y al norte de la confluencia de los ríos de Oro y Surata se presentan estratos de areniscas calcáreas de grano fino a medio, de colores pardo, rojizo y crema, intercalados con capas de conglomerados arenosos, de color verde, con guijos calcáreos hasta de 1 cm de diámetro; también se observan areniscas, pardas con nódulos calcáreos de 1 cm de diámetro.

Esta unidad, además, presenta conglomerados polimícticos con espesores que varían entre 15 y 20 m, de colores gris verdosos, duros, masivos, con gránulos y guijos subredondeados a subangulares de caliza gris, shale gris oscuro, feldespato y cuarzo, con tamaños que varían de 2 mm en promedio hasta 10 mm, incluidos dentro de una matriz arenosa, calcárea, gris verdosa.

Se observan areniscas de grano grueso a conglomeráticas, pardo verdosas, con granos subangulares a subredondeados compuestos por cuarzo y feldespato principalmente que conforman el 70% de la roca. La matriz es del 20% y el cemento silíceo es del 10%. Su espesor varía de 1 a 3 m.

Presenta niveles de arcillolitas ligeramente duras a físis, de colores gris verdoso a gris azulado, silíceas, ligeramente calcáreas, con piritita, micas y restos de plantas. Sus espesores varían entre 6-8 m.

Se aprecian también, limolitas ligeramente calcáreas, gris verdosas a pardo rojizas, con pequeñas concreciones de hasta 1 cm, calcáreas, de color gris a negro, arcillosas, micáceas, masivas, de dureza media a alta, con espesores entre los 7 a 20 m.

El espesor de esta unidad es de aproximadamente 590 m según Ward et al, (1973).

Esta formación infrayace a la formación Jordán en contacto transicional. Ward et al, (1973) por criterios estratigráficos le asignan una edad Triásica.

Formación Jordán (Jj)

Fue inicialmente reconocida por Cediel (1968) en su estudio sobre la formación Girón del área de Bucaramanga. Según Cediel (1968), la formación Jordán incluye dos facies:

Facies Superior: (200 m) Limolita de color marrón rojizo y arenisca de grano muy fino, bien estratificada en capas de 30 a 80 cm de espesor.

Facies Inferior: (Aprox. 100 m) Principalmente arenisca de grano grueso, gris verdosa, en capas hasta de 1 m de espesor y algunas capas de shale gris verdoso hasta de 2 m de espesor; algunas capas gruesas con estratificación cruzada contienen niveles conglomeráticos con guijos hasta de 2 cm de diámetro.

En el área estudiada la unidad subyace de manera concordante la formación Girón. La totalidad de afloramientos definen un área de extensión relativamente pequeña, inferior a 5 km². La formación Jordán aflora a lo largo de una franja desde el barrio La Trinidad hasta la urbanización Bucarica, y sobre parte de la ladera norte del cerro La Cumbre. Allí se encuentran secuencias de areniscas violetas claras, de grano fino a medio, con intercalaciones de lodolitas y limolitas violetas oscuras a marrón, en espesores de 20 a 30 cm.

Hacia el sur del barrio El Carmen y sobre el cerro que comunica este sector con el barrio La Cumbre, afloran algunas capas de arenisca violácea de grano medio, las cuales también se observan en los alrededores del casco urbano de Piedecuesta, donde se encuentra cubierta parcialmente por depósitos aluviales de tipo cono de deyección. Dentro de las geoformas sobresalientes se destaca el Cerro de la Cruz.

Las mejores exposiciones se encuentran dispersas al occidente del sistema de fallas Bucaramanga-Santa Marta dentro de un corredor de 1 a 3 km de ancho, como es el caso de la urbanización José A. Morales.

Las rocas de la formación Jordán presentan morfología suave y diaclasas moderadamente espaciadas y en estado de meteorización media. En algunos sectores, especialmente en las divisorias de aguas, la roca está alta a completamente meteorizada (saprolito) con coloraciones amarillentas, rojizas y violáceas donde es notable el carácter deleznable.

Con base en relaciones estratigráficas se le asigna una edad Jurásico inferior (Ward et al, 1973).

Formación Girón (Jg)

Descrita inicialmente por Hettner (1892) como “Girón Series” en Ward et al., (1973). Similar a la formación Jordán, esta unidad se presenta separada del Macizo de Santander por el sistema de fallas de Bucaramanga-Santa Marta; es decir que aflora al occidente de dicha estructura.

Estratigráficamente infrayace la formación Tambor y suprayace la formación Jordán. Las mayores exposiciones ocurren en la margen izquierda del río de Oro, en el cerro de Palonegro, sobre la vía que comunica con el aeropuerto, donde consta de conglomerados y areniscas, de color amarillo-naranja, alternando con

capas de lodolitas rojas violáceas. Las rocas en dicho sector se presentan muy fracturadas y cizalladas debido a la acción del sistema de fallas del Suárez. También se observa bastante bien en los alrededores de la Mesa de Ruitoque, en el sector de La Cumbre y el cerro de La Cruz en Piedecuesta, donde las pendientes de las laderas varían entre 15 y 25°.

La morfología que presentan corresponde a escarpes fuertes, colinas y cerros aislados como se observa al occidente del casco urbano de Piedecuesta. Lanhenheim (1954), quien designó los afloramientos del cañón del río Lebrija como la sección tipo, la dividió informalmente en un miembro inferior arenoso de 750 m, un miembro medio arcilloso de 1250 m y en otro superior arenoso de 1500 m.

En la sección tipo, Cediel (1968) le midió un total de 4650 m.; la dividió en 7 facies litológicas que, en general, están constituidas de areniscas de grano grueso, con intercalaciones de areniscas conglomeráticas y capas rojas interestratificadas de limolita y arcillolita, en estratos hasta de 1 m de espesor, areniscas de grano grueso, conglomeráticas, gris claro, con estratificación cruzada y areniscas rojizas, de grano medio a grueso. Las capas conglomeráticas contienen guijos de cuarzo y de calizas hasta de 4 cm de diámetro.

Al occidente del río de Oro se presenta en estratos gruesos con intercalaciones de conglomerados, areniscas conglomeráticas con estratificación cruzada, y areniscas de grano grueso a medio, cuarzofeldespáticas, de colores crema, verde y rojo. También se observan intercalaciones de lodolitas masivas, violáceas, con bajo contenido de micas.

En la quebrada La Picha y la quebrada Chapinero, sobre la vía Café Madrid-El Palenque, se encuentran areniscas silíceas, grisáceas hasta de 2 m de espesor, de grano fino a medio, bien cementadas, con niveles gravosos de cuarzo lechoso redondeado y abundante contenido de muscovita.

Al occidente del río de Oro se encuentra cubierta, en su mayor parte, por depósitos sedimentarios de origen aluvial y coluvial, tales como la formación Bucaramanga y los flujos de escombros y detritos de Floridablanca y Piedecuesta, así como de otros provenientes del cerro de Palonegro.

Sobre el talud derecho de la autopista Floridablanca a Piedecuesta, correspondiente a la base de la ladera de la Mesa de Ruitoque, conforma una faja alargada de dirección aproximada norte-sur, caracterizada por la alternancia de estratos muy duros de conglomerados, hasta de 3 m de espesor, capas de arenisca dura de 0.8 a 2 m de espesor, y niveles blandos de lutitas violeta hasta de 2.5 m. Las areniscas presentan estratificación cruzada y gradación, pasando desde grano fino, medio, grueso, a conglomeráticas; su color es café claro. Los conglomerados se componen en su mayor parte de cantos de cuarzo, chert y

riolita. La orientación de la estratificación varía entre N5°E/50W y N5°W/60°W; se destacan tres juegos de diaclasas: N5°W/50°E; N60°W/40°S; N80°E/60°N.

En los alrededores de Floridablanca, muestra niveles de areniscas conglomeráticas de color marrón rojizo con intercalaciones de areniscas violáceas, de grano fino. Las areniscas conglomeráticas están intercaladas con niveles de areniscas de grano medio de mala selección. Estos bancos de areniscas son muy competentes; sin embargo, presentan alto grado de fracturamiento tanto paralelo como perpendicular a la estratificación.

Afloramientos esporádicos de la formación Girón aparecen en la parte baja de las quebradas que llegan del escarpe occidental de la Meseta de Bucaramanga hacia el río de oro. Se caracterizan por capas competentes de conglomerados, areniscas verdosas y rojizas, intercaladas con lodolitas violetas masivas.

Las rocas de la formación Girón presentan alteraciones medias a altas, principalmente hacia el cerro de la Cruz en Piedecuesta y en el cerro de Palonegro. Ward et al., (1973) le asigna una edad Jurásica a esta unidad litológica.

Formación Tambor (Kita)

Definida por Morales et al., (1958), la sección tipo se encuentra en el valle del río Lebrija, entre los kilómetros 92 y 95 del ferrocarril de Bucaramanga a Puerto Wilches; el nombre fue utilizado inicialmente por H. D. Hedberg en un informe inédito de 1931.

Aflora al sur del área de estudio, sobre una extensión de aproximadamente 20 Km², entre las cotas de 1000 y 1200 m de altitud, conformando la parte superior de la Mesa de Ruitoque y se distribuye en cuerpos aislados con morfología moderada hacia el extremo suroccidental del área, formando parte de las laderas del valle del río de Oro.

Según Ward et al., (1973), al sur de Bucaramanga la formación Tambor alcanza espesores entre 100 y 250 metros. El límite inferior de esta formación es una inconformidad y sus capas basales generalmente corresponden a niveles conglomeráticos y en algunos sectores los materiales más gruesos son fragmentos angulares de arenisca conglomerática y conglomerado de la formación Girón. En otros sectores se observan solamente pequeños guijos bien redondeados de cuarzo y bancos de areniscas micáceas, de color amarillo y grano fino, con espesores máximos de 3 m, intercalados con capas de shale de color amarillo rojizo. Forma una superficie estructural de baja inclinación al occidente, con pendiente promedio de 3°, suprayaciendo aparentemente en discordancia angular la formación Girón.

Morfológicamente esta formación conforma la parte superior de meseta de Ruitoque. Se observa la roca completamente meteorizada alcanzando espesores

hasta de 4 metros y debido a su morfología más o menos plana y suavemente ondulada, en los montículos se presentan remanentes delgados de suelo residual y en las depresiones pequeñas acumulaciones de suelos de grano fino, producto de estancamiento de aguas. La formación Tambor fue datada dentro del Cretáceo inferior (Ward et al. 1973).

Formación Bucaramanga

La formación Bucaramanga fue descrita inicialmente por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternaria que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico, sobre el cual se ubica el casco urbano de la ciudad de Bucaramanga. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el cerro de Palonegro y el río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2° y 7° y una extensión aproximada de 60 a 80 Km². La formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del río de Oro, conformando un drenaje dendrítico subparalelo.

El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m.

De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombros, canal y lagunar.

De Porta (1958) divide la formación Bucaramanga en los siguientes niveles: a) un paquete inferior con más de 150 m de espesor, conformado por niveles discontinuos de gravas, clasto soportado, con lentes arenosos intercalados; b) una capa relativamente delgada de 10 a 18 m de espesor, ubicada en la parte intermedia a alta, compuesta de sedimentos arcillosos, la cual se extiende por una buena parte de la terraza; y c) un nivel superior de 8 a 15 m de espesor, constituido por una mezcla de fragmentos angulares gruesos y finos arenosos.

Algunos trabajos recientes proponen 5 miembros definidos de base a techo como: Calcáreo, Órganos, Finos, Gravoso y Limos Rojos. Dos de ellos propuestos por Hubach, (1952) y tres por Niño y Vargas, (1992). Es importante destacar que las relaciones estratigráficas del miembro Calcáreo, descritas por Niño y Vargas, con respecto al miembro Órganos, no se pudieron determinar durante el trabajo de campo, debido a que el denominado miembro Calcáreo no presenta límites

estratigráficos claros que permitan separarlo del Órganos, no presenta distribución lateral y se observa en forma de lentes locales en la quebrada La Picha, al noroccidente del Área Metropolitana. Lo anterior indica que el denominado miembro Calcáreo forma parte del miembro Órganos; por lo tanto, teniendo en cuenta las clasificaciones hechas por Hubach (1952) y Niño y Vargas (1993), se propone dividir la formación Bucaramanga, de base a techo, en los siguientes miembros: miembro Órganos (Qbo), miembro Finos (Qbf), miembro Gravoso (Qbg) y miembro Limos Rojos (Qblr).

De acuerdo con las dataciones paleomagnéticas publicadas en el proyecto hidroeléctrico Fonce-Suárez, la parte más antigua de la formación Bucaramanga tiene unos 730.000 años ubicándola dentro del Pleistoceno medio-superior.

Miembro Órganos (Qbo). Definido por Hubach (1952). Aflora en las laderas y escarpes de la parte occidental de la Meseta de Bucaramanga y el Área Metropolitana, en los alrededores del municipio de Girón, anillo vial, en las estribaciones de la parte norte de la mesa de Ruitoque y en los cortes de la carretera que comunica la población de Girón con la ciudad de Bucaramanga. Los mejores afloramientos donde se puede observar casi toda la secuencia se presentan en una extensa área sobre el escarpe occidental del Abanico de Bucaramanga, destacándose los siguientes espesores: En las quebradas dos Aguas (espesor : 164.8 m), las Navas (espesor : 72 m de la base del nivel), Argelia (espesor : 60 m de la parte superior del nivel) y la parte norte de la Cuyamita (espesor : 8.8 m de la parte superior del nivel) ; otros afloramientos son referidos a los barrios La Feria (espesor : 144.2 m) y Don Bosco (5.2 m del tope del nivel).

Con base en las columnas realizadas, correlaciones estratigráficas y cortes topográficos, se estima que su espesor podría superar los 180 m, siendo el nivel más potente de la Formación Bucaramanga (Mancera y Salamanca, 1994). Morfológicamente este miembro constituye valles en “V”, interfluvios de filos ondulados con crestas agudas ramificadas.

Se caracteriza por erosionarse fácilmente, formando surcos, cárcavas y tierras malas que dan formas de estoraques que alcanzan alrededor de 15 m de altura y sobre el se desarrolla un drenaje dendrítico subparalelo.

De acuerdo con Bueno y Solarte (1994), corresponde a una serie monótona de niveles polimícticos de fragmentos gruesos, de aspecto conglomerático, en alternancia con capas y lentes limo arenosos, con variaciones laterales y verticales en composición y textura. Hubach (1952) describe niveles lenticulares limo arenosos, con espesores hasta de 5 m.

Los niveles de aspecto “conglomerático” conforman depósitos de gravas y bloques, débilmente consolidados, clastos soportados (60%) y grano soportados (40%), dispuestos en forma de capas gruesas a muy gruesas, con espesores hasta de 15

m. El tamaño de los cantos varía entre 10 y 30 cm, alcanzando bloques mayores de 1 metro de diámetro. Estos se componen en su mayoría de areniscas silíceas de grano medio, bien cementadas y en menor proporción de fragmentos de rocas ígneas ácidas de textura fanerítica, neis micáceo de color amarillo a rosado, areniscas lodosas rojizas de grano fino y alto contenido de micas, cuarzo lechoso, liditas y cherts. Todos los fragmentos tienen formas redondeadas a sub redondeadas, esfericidad baja a media y mala selección. Los niveles gravosos presentan matriz arcillosa, pardo amarillenta, con algunas variaciones a gris amarillento. Los feldespatos en las rocas se encuentran moderadamente.

Los niveles finos corresponden a arcillas arenosas y arenas arcillosas compactas, de consistencia firme, ligeramente micáceas, con trazas de materia orgánica. Su origen se relaciona con depósitos cíclicos intercanales. El mayor espesor de los niveles limo arenosos se presentan hacia la base, lo que explica periodos más largos de retrabajamiento, bajo un régimen fluvial constante. El predominio de lentes hacia la parte superior y los contactos irregulares podrían indicar periodos de erosión por corrientes intermitentes (Bueno y Solarte, 1994).

Los depósitos se encuentran medianamente meteorizados, presentando poca compactación de éstos, con alta permeabilidad y son fácilmente erodables, lo que facilita el desprendimiento de bloques y cantos en las épocas de fuertes precipitaciones.

El ambiente de depositación de este miembro se relaciona con flujos de escombros y flujos torrenciales, e interdigitación de facies de corrientes de canal, correspondiendo a la parte proximal y media del Abanico de Bucaramanga. La edad del Miembro Órganos podría abarcar el Pleistoceno medio.

Miembro Finos (Qbf). Este nivel fue reconocido y definido por Hubach (1952). Se ubica estratigráficamente entre el nivel inferior de la Formación Bucaramanga (Miembro Órganos) y el nivel superior (Miembro Gravoso) en contactos netos plano-parallel. Es una extensa capa lenticular horizontal, más o menos continua, de unos 15 m de espesor promedio, donde alternan niveles arcillosos, limo arenoso y areno limosos, de colores gris verdosos. Los mejores afloramientos se encuentran en las canteras de la antigua ladrillera Bucaramanga y en la empresa de ladrillos y tubos donde es explotada para la producción de ladrillos y tejas. Otros sectores donde aflora son los barrios Ciudadela Real de Minas, Campo Hermoso y La Feria entre otros.

La geometría de sus niveles es tabular a lenticular, con espesores que oscilan entre 5 y 40 cm, de estratificación plana paralela, cruzada y ondulosa. La secuencia del miembro Finos se puede dividir en dos conjuntos: 1) Conjunto Arcilloso: Localizado hacia la base, se caracteriza por ser arcillo-limoso, masivo, de colores grises a verdes, con estratificación plana paralela, en donde el espesor

varía ampliamente, como en el barrio el Porvenir (9 m) y cuchilla de Palomitas (2 m).

Conjunto Arenoso: Se localiza hacia el techo, donde muestra una alternancia de niveles areno limosos con niveles limo arenosos arcósicos de colores amarillento a pardo amarillento. Hacia la base de este conjunto predominan costras y un nivel arcilloso pardo oscuro. En la cuchilla Palomitas solo se observan las arcillas grises a verdes en contacto erosivo con el suprayacente miembro Gravoso (Qbg).

En el barrio Malpaso, el miembro Finos, muestra niveles arenosos abigarrados, con un nivel intermedio de base conglomerática, suprayaciendo un nivel arcillo arenoso, de color gris verdoso, moteado de blanco, producto de la alteración de los feldespatos.

En los sitios donde aflora su geomorfología corresponde a escarpes, observándose un grado de alteración moderada con consistencia plástica para el Conjunto Arcilloso. El Miembro Finos es, en gran parte del área, un nivel guía de baja permeabilidad.

El ambiente de depositación de este miembro es de depósitos de ambiente aluvial de intercanales poco profundo, de baja energía y de escasas interdigitaciones de flujo de escombros de facies arenosas.

Miembro Gravoso (Qbg). Definido por Niño y Vargas (1992), ubicado sobre la escarpa occidental y norte de Bucaramanga, también conforma los escarpes superiores de la parte alta del nacimiento de la quebrada La Iglesia, en los alrededores de los barrios Lagos del Cacique, Diamante II y San Luis. Otras secciones importantes se localizan en los barrios La cumbre, La Feria, Polvorines, Don Bosco y la vía a Café Madrid.

La morfología que presenta el miembro Gravoso es similar a la del Órganos en los sectores de los valles de las quebradas, pero hacia la parte sur de la quebrada la Iglesia la morfología corresponde a colinas suaves onduladas, con un drenaje dendrítico.

Su espesor varía entre 8 y 30 m; presenta niveles gravosos, gravo arenosos y gravo lodosos. Los cantos son, en su mayor parte, tamaño grava de diámetro promedio 15 cm y bloques de roca, en menor cantidad, hasta de 0,8 m de diámetro, subangulares a subredondeados, en matriz areno-arcillo-limosa, color pardo rojizo, rojizo y ocre pálido; en general el depósito es matriz soportado, aunque localmente se presenta clasto soportado. El contacto inferior con el miembro Finos es neto, continuo y suavemente ondulado y el contacto superior con el miembro Limos rojos es gradacional (Niño y Vargas, 1992).

Macroscópicamente se estima que la matriz representa alrededor de un 60% del volumen total, con aproximadamente 2/3 partes de arena tamaño medio a grueso

y 1/3 de finos. Los cantos están compuestos en su mayor parte por rocas metamórficas-ígneas del Macizo de Santander, y areniscas cuarzosas, areniscas limosas y limolitas moradas de las Formaciones Girón y Jordán. La matriz, por su parte, es de composición cuarzo-feldespática micácea (cuarzo, plagioclasa, láminas de muscovita), de consistencia media y de baja cohesión.

Existen unos depósitos bastante meteorizados que cubren el cerro La Cumbre, probablemente pertenecientes al Miembro Gravoso, los cuales pudieron ser levantados por acción tectónica; en este caso, los materiales que lo componen son en su mayor parte cantos y bloques de rocas sedimentarias de las Formaciones Girón y Jordán, cuyas características litológicas ya se han perdido debido a su alteración, embebidos en una matriz arcillosa de colores rojo y amarillo.

Los depósitos que conforman el miembro Gravoso presentan un grado de meteorización medio a alto. Los bajos porcentajes de humedad natural ($W < 15\%$), el predominio granular y el grado de meteorización sugiere que, al menos la parte superficial de este miembro tiene poca compactación y buena permeabilidad. El ambiente de depositación indica un dominio de flujo de escombros.

Miembro Limos Rojos (Qblr). Nivel definido por Julivert (1963). Este miembro se localiza en el sector urbanizado de Bucaramanga, aunque no en forma uniforme y se continúa hacia el sur, hasta el sector norte del municipio de Floridablanca.

Geomorfológicamente este miembro constituye lo que anteriormente se denominaba como “Meseta de Bucaramanga”, con relieve semiplano y pendientes entre 2 y 7%; el drenaje es escaso paralelo y superficial (Niño y Vargas, 1992). Está constituido por arenas arcillosas gravosas y limos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Se observó la presencia esporádica de bloques angulares de arenisca asociados superficialmente a este miembro; estos cantos pueden estar embebidos dentro de limos rojos y se caracterizan por estar meteorizados. Suprayace al segmento gravoso y su contacto con éste es gradacional.

La parte más superficial de este miembro se encuentra altamente meteorizada, formándose en algunos sectores niveles de oxidación que le ayudan a incrementar su compactación y resistencia a la erosión. El ambiente de depositación indica un dominio de flujo de lodos combinados con caídas de bloques de la pendiente del macizo.

Depósitos de flujos de Escombros (Qfe)

Son depósitos de piedemonte de origen aluvio torrencial y aluvio gravitacional, provenientes principalmente de la denudación de los materiales alterados que componen el Macizo de Santander, los cuales son transportados a lo largo de los cauces de corrientes de agua que nacen en éste. De acuerdo con las

características granulométricas, geométricas y composicionales, estos depósitos provienen de flujos torrenciales de detritos y, en parte, flujos de escombros.

Se presentan sobre el piedemonte oriental del Área Metropolitana, entre el casco urbano de Floridablanca y Piedecuesta, donde se reconocen materiales cuyo depósito, al pie de la ladera montañosa, forma abanicos y conos de deyección coalescentes con pendiente de $2,5^\circ$ a $3,5^\circ$ y superficie suavemente ondulada, con drenaje paralelo a subparalelo. Se destaca los depósitos donde se localizan los perímetros urbanos de Floridablanca y Piedecuesta.

Están constituidos esencialmente por fragmentos de rocas ígneas y metamórficas del macizo, tamaño grava y bloque, principalmente neises y granodiorita, esporádicamente anfíbolitas y esquistos, en matriz areno-limosa. Estos depósitos sedimentarios se han venido acumulando mediante repetidos episodios de descargas torrenciales, probablemente violentas, por lo que los espesores y sus proporciones granulométricas y volumétricas son muy variados. Se pueden encontrar eventos clasto soportados, con predominio de bloques y gravas, como también matriz soportados, con predominio de arena; el tamaño máximo de estos bloques puede sobrepasar 1 m de diámetro.

La matriz intersticial es de arena media a gruesa en alrededor de un 80% (aproximadamente un 20% de finos limo-arcillosos), principalmente cuarzo, feldespatos y partículas de rocas moderadamente meteorizadas, muscovita en laminillas y algunos máficos; los depósitos presentan coloración blancuzca, rojiza y ocre, dependiendo del grado de oxidación y baja humedad.

En general los materiales que conforman los depósitos de flujos de escombros se encuentran en condición medianamente suelta. De acuerdo con lo observado en el área de estudio, estos depósitos descansan, principalmente, sobre rocas de las Formaciones Girón, Jordán y Silgará; su espesor medio se estima en alrededor de 10 a 15 m.

En el sector oriental del casco urbano de Piedecuesta se presentan unos depósitos delgados, pseudo estratificados, de arena limosa con grava fina, caracterizados por su consistencia firme y baja humedad. Parecen corresponder a depósitos de lavado, depositados sobre el cono aluvial de Piedecuesta, que podrían cubrir una buena parte del sector urbano de dicha localidad.

Depósitos Aluviales

Son los depósitos de material dejados por los ríos y quebradas mayores, los cuales se distribuyen de acuerdo con la altura y posición en los valles. Se dividen en Terrazas Medias (Q_{tm}), Terrazas Bajas (Q_{tb}) y Depósitos Aluviales de Cauce y Llanuras de Inundación (Q_{al}).

Depósitos Aluviales de Terrazas Medias (Qtm). Como su nombre lo indica, son depósitos de origen aluvial, de superficie más o menos plana y horizontal, muy poco disectados, ubicados hacia las márgenes de las corrientes de agua principales. Su composición granulométrica es muy similar a la de los conos de deyección descritos en los flujos de escombros, incluso el tamaño máximo de los bloques es también superior a 1 m de diámetro y hay bloques esporádicos de 2 m.

Sobre la margen izquierda de la quebrada La Estancia, afluente del río Frío, al occidente de Floridablanca, conforma un nivel de terraza de 15 m de altura respecto al cauce, compuesta por fragmentos angulares a subangulares, de 20 cm promedio de diámetro, clasto soportado, con coloración blancuzca, en matriz de arena cuarzo feldespática, provenientes del macizo de Santander. En estos depósitos se aprecia que hay predominio de rocas de neis cuarzo feldespático - micáceos, además de que los clastos se encuentran en estado de meteorización alto-moderado. Las partículas que componen la terraza media se encuentran, en dicho sector, en estado suelto y con humedad baja, siendo fácilmente disgregables o erosionables. El cuarzo y las plagioclasas conforman casi el 90% de la matriz arenosa (70% arena y 30% finos), con algo de muscovita y máficos; mientras que las gravas y bloques son en esencia neises y probablemente cuarzomonzonita.

Este nivel se extiende hacia el occidente de Floridablanca, siendo especialmente extenso sobre la margen izquierda de la quebrada La Estancia, donde también se desarrolla un nivel de terraza aluvial más bajo (Qal1).

Depósitos Aluviales de Terrazas Bajas (Qtb). Los mayores depósitos de este tipo conforman el área urbana de Girón, se observan en las márgenes de los ríos de Oro y Frío (valles de Guatiguará y Río Frío). Además, corresponden estos depósitos a los niveles máximos de inundación alcanzados por las crecientes extraordinarias actuales. Los cortes de terraza, de profundidad inferior a 6 metros, muestran cantos subredondeados a redondeados de areniscas cuarzosas blancas, amarillentas y resistentes, guijos ígneo-metamórficos, algunas areniscas violáceas y fragmentos de cuarzo lechoso con una disposición no uniforme y algunos lentes arenosos.

En el municipio de Floridablanca este nivel se presenta como un depósito de forma alargada, de superficie más o menos plana, de aproximadamente 4 km de longitud por 250 m promedio de ancho, donde se ubican los barrios Bucarica y Lagos II etapa. Este nivel se distribuye aguas abajo por el río Frío, donde presenta un espesor de 6 m, y la quebrada La Estancia, hasta muy cerca de la confluencia con el río de Oro.

En dicho sector, está compuesto de gravas arenosas y arenas gravosas, de forma angular a subangular, con algunos bloques de roca de tamaño métrico, de neis y

cuarzomonzonita provenientes del macizo de Santander. Corresponde a depósitos aluviales, tipo flujos torrenciales y flujos de escombros, transportados a lo largo del río Frío en época reciente; dicho nivel es susceptible a flujos torrenciales y flujos de escombros.

Depósitos Aluviales de Cauce y Llanura de Inundación (Qal). Las principales acumulaciones están localizadas en los valles y llanuras de inundación de los ríos de Oro, Suratá, del Hato y Frío, además de sus quebradas tributarias como la Iglesia, Zapamanga, Suratoque, Aranzoque y en general toda la red hidrográfica que se desarrolla al occidente del Macizo de Santander, en especial las corrientes que entallan, de manera profunda, el abanico aluvial conformado por la formación Bucaramanga. Estos depósitos están compuestos por fragmentos de composición y granulometría muy variable.

En general contienen cantos de areniscas silíceas, areniscas conglomeráticas, conglomerados, cuarcitas y lodolitas, como también granito, granodiorita, diorita, gabro, neis y esquisto, en una matriz areno lodosa. El tamaño de los cantos varía desde unos pocos centímetros hasta 1 m, con predominio del diámetro de 50 cm., de forma subredondeada a redondeada y baja esfericidad.

El aluvión del río Suratá muestra bloques de calizas redondeadas de 2 m de diámetro, conglomerados calcáreos, neises, granitos y areniscas cuarzosas de estratificación cruzada incluidas dentro de una matriz arenosa. Estos depósitos son bastante sueltos y permeables.

Depósitos Coluviales o de Ladera (Qd)

Son depósitos acumulados, por lo general, en la base de escarpes, y provienen del desprendimiento de materiales de laderas adyacentes, por la acción de la fuerza de gravedad. La mayoría se originan por fenómenos de remoción en masa de tipo caída de rocas, deslizamientos y volcamiento. Son de común ocurrencia en escarpes de roca muy fracturada, saprolitos y depósitos de suelos finos.

La mayor parte de estos depósitos están localizados hacia el occidente del área de estudio, entre el escarpe oriental del cerro de Palonegro y la margen izquierda del río de Oro. En dicho sector los coluviones están asociados con rocas meteorizadas y fracturadas de la formación Girón, localizadas sobre el sistema de la traza de la Falla de Suárez. Son depósitos de color amarillo claro y rojizo, en el que los cantos y bloques son principalmente de conglomerados y areniscas cuarzofeldespáticas rojizas, subangulares, de baja esfericidad. Los cantos están en proporción de un 60%, embebidos en una matriz arenosa a areno arcillosa que ocupa el 40 % del volumen total del depósito. El tamaño y espesor de los coluviones es variable, pero relativamente pequeño si se compara con los depósitos aluviales. Su extensión promedio es inferior a 0.5 hectáreas y su espesor está entre 5 y 10 metros.

Otros depósitos coluviales se presentan dispersos por toda el área de estudio; algunos se relacionan con roca muy fracturada del Neis de Bucaramanga, a lo largo de la Falla del mismo nombre, otros con areniscas y arcillolitas de las formaciones Jordán, Tambor y Girón.

Por la carretera que parte hacia la Mesa de Ruitoque se observan coluviones a partir de Formación Girón, los cuales presentan coloración café rojizo; están compuestos por gravas y bloques de arenisca y conglomerado, en matriz de arena media (80%) y finos (20%) que además muestran contenidos de humedad del orden de 20%.

5.2. GEOLOGIA LOCAL

La mayor parte del corredor se desarrolla sobre depósitos cuaternarios conformados por depósitos aluviales recientes del río de Oro, depósitos de terrazas bajas, depósitos de ladera, unidades gravosas y arcillosas del Miembro Órganos de la Formación Bucaramanga, además, de afloramientos aislados de la Formación Girón en ventanas de erosión y rellenos compactados y rellenos sin compactar.

5.2.1. Formación Girón (Jg)

Esta unidad aflora sobre el valle del río de Oro en sectores aislados; el primer afloramiento se encuentra en los alrededores del sitio denominado Bahondo (ver Foto 3), en pequeñas ventanas delante de las instalaciones de la Central de abastos (Foto 4). En el afloramiento se identifican unidades de roca arenisca de grano grueso y conglomerática de color amarillo rojizo; los estratos de arenisca presentan una orientación media de N55E/12NE.

En los alrededores de Bahondo, sobre el cauce del río de Oro predominan bloques de más de 1.00 metros de diámetro conformados por areniscas pertenecientes a la Formación Girón (ver Foto 5).

Por la vía al Café Madrid en el sector comprendido entre las cuencas de las quebradas Nariño y Nápoles afloran horizontes de areniscas de la Formación Girón, con buzamiento subhorizontal (ver Foto 4).

Entre las cuencas de las quebradas Chapinero y La Picha, sobre los cortes efectuados para la ampliación de la vía al Café Madrid, se exponen buenos afloramientos de limolitas de color rojizo que se intercalan con areniscas (ver Foto 6). Sobre el mismo sector, sobre el cauce del río de Oro, afloran unidades de roca arenisca pertenecientes a la Formación Girón (ver Foto 7).

En la zona de confluencia del río de Oro con el río Suratá afloran espesos paquetes de rocas areniscas pertenecientes a la Formación girón, las cuales buzando al occidente con una inclinación de 75 grados. Estas unidades de roca se

prolongan hacia el norte y occidente del área conformando el flanco oriental del cerro de Palonegro.

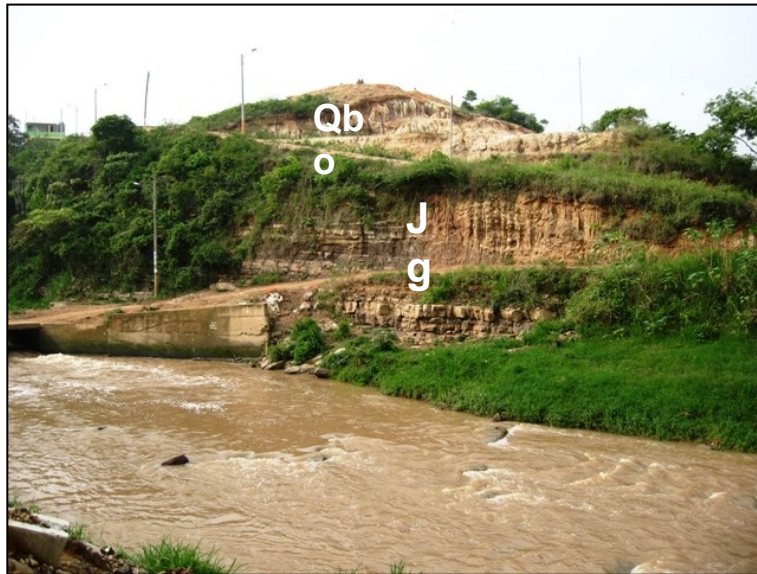


Foto 3 Areniscas de la formación Girón sector Bahondo, margen izquierda del río de Oro



Foto 4 Afloramiento de areniscas de la Formación Girón, vía Palenque, Café Madrid



Foto 5 Bloques angulares de roca arenisca sobre la margen derecha del río de Oro



Foto 6 Limolitas de la Formación Girón, taludes de corte ampliación vía Palenque, Café Madrid



Foto 7 Areniscas de la Formación Girón, sobre el cauce del río de Oro, sector quebrada La Picha

5.2.2. Miembro Órganos de la Formación Bucaramanga (Qbo)

Aflora en las márgenes del río de Oro y éste discurre sobre esta unidad (horizonte arcilloso – gravoso de color gris), en sector, esta unidad se encuentra cubierta por depósitos aluviales recientes y depósitos de terrazas bajas.

En el tramo comprendido entre el sector de Bahondo y el Malecón del casco antiguo, sobre la margen izquierda del río de Oro se desarrollan taludes naturales afectados por procesos erosivos sobre los horizontes gravosos y arcillosos (ver Foto 8 y Foto 9).

Por la vía al café Palenque – Café Madrid, se observan afloramientos del miembro órganos, debajo de los depósitos aluviales recientes y de flujos de escombros (ver Foto 10).



Foto 8 Miembro Órganos afectados por socavación del río de Oro



**Foto 9 Erosión en surcos y carcavamiento sobre los taludes localizados sobre la
margen izquierda del río de Oro, frente al barrio Santa Cruz de Girón**



Foto 10 Base del Órganos cubierto por depósitos aluviales recientes

5.2.3. Depósitos de ladea (Qd)

Son depósitos acumulados, por lo general, en la base de escarpes, y provienen del desprendimiento de materiales de laderas adyacentes, por la acción de la fuerza de gravedad. La mayoría se originan por fenómenos de remoción en masa de tipo caída de rocas, deslizamientos y volcamiento.

A lo largo de corredor se aprecian depósitos recientes cubriendo el miembro Órganos de la Formación Bucaramanga, en ambas márgenes del río compuestos por niveles heterogéneos de cantos y gravas en matriz arcillosa, siendo cuerpos de carácter inestable (ver Foto 11).



Foto 11 Depósitos de ladera sobre la margen izquierda del río de Oro

5.2.4. Depósitos aluviales de terrazas bajas y Terraza medias (Qtb, Qtm)

Corresponden a niveles máximos de inundación del río de Oro alcanzados por corrientes extraordinarias y se componen de cantos subredondeados a redondeados de areniscas cuarzosas blancas, amarillentas y resistentes, guijos ígneo-metamórficos, algunas areniscas violáceas y fragmentos de cuarzo lechoso con una disposición no uniforme y algunos lentes arenosos. La mayor parte del caso urbano se asienta sobre estos depósitos de terraza bajas, con pendientes menores al 4% (ver Foto 12 y Foto 13).



Foto 12 Depósitos de terrazas bajas, margen izquierda del Río de Oro, sector vereda Carrizal



Foto 13 Depósitos de terrazas medias, margen derecha del Río de Oro, sector Q. La Picha

5.2.5. Depósitos aluviales de cauce y llanura de inundación (Qal)

Se localizan en la parte más próxima al cauce del Río de Oro y corrientes menores que entregan las aguas al río. Estos depósitos se componen principalmente por cantos de areniscas silíceas, areniscas conglomeráticas, conglomerados, cuarcitas y lodolitas, como también granito, granodiorita, diorita, gabro, neis y esquisto, en una matriz areno lodosa (ver Foto 14).



Foto 14 Llanura aluvial del Río de Oro

5.2.6. Rellenos Antrópicos (RelInc)

Sobre las márgenes del Río de Oro se han acumulado materiales provenientes de desechos de construcción, basuras y materiales provenientes de cortes y explanaciones que han alterada el pasaje, su morfología y dinámica hídrica del río de Oro (ver Foto 15 y Foto 16).



Foto 15 Llenos de basuras y escombros, sector industrial de Girón



Foto 16 Rellenos compactados, sector industrial Bucaramanga y Girón, margen derecha Río de Oro

Estos materiales de rellenos sin compactar se han arrojado sobre la ronda hídrica del río de Oro sin control, que contribuyen a la proliferación de plagas y enfermedades, presencia de malos olores.

5.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

5.3.1. Falla de Bucaramanga

Regionalmente la Falla de Bucaramanga es una falla de rumbo, con dirección constante NW, que en la actualidad presenta hundimientos del bloque Oeste y elevación del bloque Este. En algunos lugares han sido reconocidos movimientos verticales de hasta 20 m de altura y desplazamiento horizontal de 120 Km de longitud. Catalogada como una falla activa debido a los rasgos neotectónicos asociados a ella, con una tasa de actividad de 0.1 a 10 mm/año.

Esta falla presenta cambios en su dirección y una serie de fallas satélites, paralelas a subparalelas que se distribuyen en una franja de 1.0 a 1.5 km. de ancho. Principalmente son fallas sinextrales de alto ángulo, con el levantamiento de los bloques localizados al este, afecta el Macizo de Santander.

Cruza por el borde oriental del Casco urbano de Bucaramanga poniendo en contacto rocas del complejo ígneo – metamórfico del Macizo de Santander, de edad Precámbrica con los depósitos sedimentarios Cuaternarios sobre los que está situada la ciudad.

5.3.2. Falla del Suárez

Esta falla tiene aproximadamente 120 km. de longitud, movimiento principal inverso y leve componente sinextral. Su trayectoria es irregular, preferencialmente N20°E, plano de falla de alto ángulo buzando hacia el Noroeste, y termina al Norte contra la Falla de Bucaramanga delimitando, junto con esta, la depresión tectónica que alberga los depósitos Cuaternarios del Abanico de Bucaramanga, siendo las generadoras de la gran mayoría de lineamientos y pequeñas fallas presentes en la zona de influencia del presente estudio. Localmente presenta fallas satélites subparalelas, de corta longitud como la falla del Río de Oro.

De acuerdo con las evidencias neotectónicas obtenidas, en el sector Norte de la Falla del Suárez se cataloga como activa, con una tasa de movimiento baja de 0,01 – 0,1 mm/año y de Girón hacia el Sur potencialmente activa.

5.4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

La descripción de las unidades y la clasificación obtenida sobre el área de estudio a escala 1:25.000, se realizó tomando como base la metodología y la clasificación de unidades geomorfológicas presentadas en el Estudio “Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa de Algunas Laderas de los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta” (INGEOMINAS, 2006).

El análisis geomorfológico del estudio de Servicio Geológico Colombiano – SGC, utilizó la metodología del ITC de Holanda (Verstappen y Van Zuidam (1975), Verstappen, 1983 y Van Zuidam, 1986). Las unidades extraídas del estudio del SGC fueran agrupadas teniendo en cuenta la nueva escala de trabajo, extrapolándose a la totalidad del área del DMI.

5.4.1. Marco general

Los geomorfólogos se han interesado por muchas décadas en el desarrollo de los diferentes tipos de geoformas, los cuales han sido estudiados y explicados desde el punto de vista de su forma geométrica y de su origen o de los procesos que las han originado. De esta forma, la geomorfología es una disciplina que juega un papel importante en la identificación de los procesos que le dan forma al paisaje, muchos de los cuales permiten predecir la evolución de los mismos y su comportamiento.

5.4.2. Indicadores geomorfológicos

Los indicadores geomorfológicos denotan aspectos relacionados con la forma y morfometría del paisaje que permiten deducir el origen, su evolución y posibles amenazas que lo modifiquen. Formas del paisaje tales como depresiones, lagos de falla, abertura de grietas y prominentes escarpes, sugieren reciente desplazamiento de las fallas y constituyen contundentes indicadores de trazos activos de las fallas. Colinas residuales, escarpes denudacionales, cuerpos de deslizamiento, cárcavas, tierras malas, terracetos, entre otros, representan ciclos de denudación del paisaje.

Cauces actuales, planicies de inundación, terrazas, barras puntuales, meandros y otras geoformas relacionadas con la actividad aluvial, demuestran el poder erosivo y de deposición de las corrientes fluviales.

5.4.3. Elementos geomorfológicos

Geoformas de origen fluvial

- **Cauce o Lecho Actual del Río (F1)**

Los cauces o lechos aluviales corresponden a las áreas por donde frecuentemente circulan las corrientes permanentes de agua. Dependiendo de la época del año estas geoformas pueden presentar una pequeña variación a la escala cartografiada, debido a la divagación de las corrientes (ver Foto 14).

En zonas cercanas a Bahondo se identifican localizan sobre el cauce activo del río de Oro (ver Foto 17).



Foto 17 Viviendas dentro de la zona de cauce del río de Oro, sector Bahondo

- **Llanura de Inundación (F2)**



Foto 18 Dique lateral en gaviones revestidos, para evitar desborde del río de Oro, zona urbana de Santa Cruz, Girón

Las zonas correspondientes a llanuras de Inundación corresponden a las zonas donde las corrientes permanentes han venido trabajando. También se conoce como zonas de divagación de corrientes fluviales, estos depósitos se caracterizan por presentar materiales sueltos dejados por una corriente natural de agua o por un movimiento de tipo flujo canalizado. Se localizan a lo largo de los valles de los ríos de Oro y Suratá, y en algunos casos han sido intervenidas por el hombre

mediante canalizaciones y/o construcción de diques laterales, evitando el desborde de las corrientes durante avenidas torrenciales (ver Foto 18).

Estas unidades constituyen zonas activas de sedimentación y de inundación por desborde de avenidas torrenciales, por lo que de ninguna manera deben ser habilitadas para usos urbanos (ver Foto 19).



Foto 19 Zonas suburbana sobre la margen derecha del río de Oro en llanura de inundación, sector industrial

- **Niveles de Terraza Aluvial (F3)**

Presentan una morfología plana a ligeramente inclinada limitada por un talud o escarpe adyacente al curso actual del río de Oro. Se forman por la acumulación de material mediante procesos fluviales o fluvio-torrenciales, dejando diferentes niveles con alturas menores a los 2 m para terrazas bajas y de 8 m para terrazas medias.

Se destaca que solo en las corrientes principales como Río de Oro y Frío se pueden observar simultáneamente niveles de terrazas bajas y medias (ver Foto 12 y Foto 13).

A nivel de los escarpes de terraza se presentan sobre su cara frontal con inclinación aproximadamente vertical (entre 80° y 90°), reflejando la socavación y profundización de las corrientes adyacentes.

- **Cono de Deyección y Flujos Torrenciales (F4)**

Modelado fluvial caracterizado por tener una silueta cónica con pendientes menores a 8 grados. Estos se desarrollan donde hay cambios de pendiente entre

zonas montañosas y zonas planas o de valle, debido a pérdidas de energía al disminuir la pendiente. Se asocian a las zonas de transición entre el escarpe occidental del abanico de Bucaramanga y en la desembocadura de algunas quebradas o corrientes menores sobre el valle principal aluvial.

En el Escarpe oriental de la Mesa de Lebrija, hacia la parte media e inferior se identifican cuerpos coluviales con granulometría heterogénea, donde se identifican grandes bloques angulares de roca arenisca aflorando sobre la superficie del depósito (ver Foto 11).

A nivel de flujos torrenciales corresponden a flujos canalizados muy rápidos a extremadamente rápidos de detritos saturados, originados por una creciente de un cauce natural con volúmenes excepcionales de materiales provenientes de laderas empinadas contiguas, que se producen por causas hidrometeorológicas, gravitacionales, sísmicas o volcánicas.

Geoformas de origen denudacional

Son aquellas formas del terreno asociadas a factores externos (acción del agua y el viento) que tienen que ver con procesos erosivos. El agua en forma de lluvia, ríos y de escorrentía superficial es el agente principal en los procesos de meteorización, erosión, transporte y deposición de los materiales que generan las geoformas de origen denudacional.

- **Cimas anchas (D1):**

Estas geoformas, también denominadas cumbres, se definen como elevaciones naturales del terreno, de diverso origen, cuyas cúspides tienen formas semicirculares, a partir de las cuales divergen laderas en todas las direcciones. Este tipo de geoformas se presentan achatadas y por lo general semiplanas. Estas formas son comunes en algunas divisorias del abanico de Bucaramanga en su costado occidental.

- **Lomos Denudacionales (D2):**

Corresponden a divisorias de aguas que presentan terminación en forma de crestas semiredondeadas, agudas, aplanadas e incluso llanas. Muchas de estas crestas son aprovechadas para la construcción de caminos de herradura. La inclinación de sus pendientes es mayor a 10° y conforman pendientes rectas a levemente cóncavas. Geoformas de este tipo son comunes en toda el área de estudio, siendo representativas las observadas al occidente de la escarpa del abanico de Bucaramanga, Escarpe de Lebrija y estribaciones de las mesas de Ruitoque.

- **Divisorias Subhorizontales (D3):**

Se han agrupado en esta categoría cúspides de colinas con geometría angosta, semiredondeadas a redondeadas, cimas puntiagudas y lomos anchos a angostos.

Las cimas angostas y semiredondeadas presentan en su parte superior laderas con inclinación suave. Las cimas puntiagudas, a diferencia de las cimas angostas, presentan pináculos de colinas con geometría angosta y puntiaguda terminando en forma de punta de lanza. Algunas de estas geoformas se observan hacia la margen izquierda de la Quebrada La Joya, al norte del Barrio Campo Hermoso en Bucaramanga.

Los lomos anchos corresponden a divisorias de aguas que presentan terminación en forma de crestas semiredondeadas, aplanadas e incluso llanas. Muchas de estas crestas son aprovechadas, por su morfología, para la construcción de caminos de herradura. Sus pendientes no superan los 20° y conforman pendientes rectas a levemente cóncavas.

Los lomos angostos y redondeados corresponden a divisorias de aguas que terminan en crestas semiagudas, semiredondeadas a redondeadas, en donde la inclinación de sus partes externas oscila entre 20° y 35°.

- **Laderas Subhorizontales (D4):**

Comprenden superficies naturales suavemente inclinadas del terreno, producto de procesos denudacionales, caracterizada por presentar pendientes menores a 12%. Algunas de estas geoformas son aprovechadas para construir bodegas en los chircales al suroccidente de Girón.

- **Laderas moderadas (D5):**

Superficie natural del terreno, producto de procesos principalmente denudacionales, caracterizada por presentar pendientes onduladas con inclinaciones entre 12 y 25%. Por lo general en estas zonas se presenta una buena cobertura vegetal. Son comunes en toda el área de estudio, particularmente en sectores de pie de ladera aledaños a zonas de fuerte pendiente sobre sectores transicionales a las unidades de dominio aluvial.

- **Laderas muy inclinadas (D6):**

Superficie natural del terreno cuyas laderas son muy empinadas, producto de procesos principalmente denudacionales, caracterizada por presentar pendientes con inclinaciones entre 25 y 75%. Por lo general en estas zonas la cobertura vegetal es moderada a escasa. Su distribución es amplia en toda la zona de estudio, pero son frecuentes en la escarpa occidental de Bucaramanga, donde se erosionan formando escarpes denudacionales.

- **Escarpes denudacionales (D7):**

Laderas cortas, verticales o semi-verticales (inclinación mayor a 75%) que se forman en macizos rocosos o en depósitos de suelo firme debido exclusivamente a procesos denudativos o de remoción en masa. Se observan en un alto porcentaje asociadas al escarpe occidental del abanico de Bucaramanga y en el municipio de Girón en las cuencas de las quebradas Las Papas, Zamarcanda, Villa de Los Caballeros, La Fical y El Tornillo.

- **Hondonadas Paralelas y Subparalelas (D8):**

Depresiones alargadas paralelas a la pendiente del terreno, formadas por erosión profunda, algunas de las cuales se asocian a corrientes de agua. A estas geoformas se asocia principalmente la denominada escarpa occidental de la meseta de Bucaramanga, que corresponden a la parte distal del Abanico de Bucaramanga, la cual ha sido disectada profundamente por los agentes denudativos, así como microcuencas en el área de Girón sobre el pie de ladera norte de la Mesa de Ruitoque.

A nivel cartográfico se distinguen por la alta densidad del drenaje y el avance a sectores de tierras malas o bad-lands.

- **Geoformas coluviales (D9):**

Se han agrupado en esta categoría todas las geoformas producto de acumulación de materiales (suelo residual y/o fragmentos de roca), transportados por la acción de la gravedad de zonas puntuales ligeramente más elevadas. Presentan formas irregulares con pendientes leves a moderadas. Se presenta en la mayor parte de la zona de estudio, siendo relevantes en las zonas de pie de ladera adenañas a zonas de mayor pendiente, las zonas más representativas son la ladera oriental del cerro de Palonegro. (Ver Foto 11).

Origen estructural – denudacional

Son aquellas geoformas generadas a partir de la combinación de procesos endógenos (internos) y exógenos (externos), los cuales crean cambios significativos sobre la superficie. Sin las fuerzas internas la tierra tendría una superficie uniforme sin relieve, pero es el tectonismo el encargado de desarrollar las formas del relieve más relevantes, las cuales pueden ser clasificadas de acuerdo con la escala en la cual se consideren sus características. Los aspectos que se relacionan con estas geoformas son la estratificación, fallas, pliegues, lineamientos, foliación, etc.

Por ejemplo, la inclinación a escala pequeña asociada con movimientos de falla produce depresiones, a menudo llenas con agua, que forman las denominadas charcas de falla. Características topográficas de destrucción física, formadas

durante períodos de actividad por un gran terremoto, resultan en la formación de lomos truncados. Tales cerros desplazados pueden ser transportados grandes distancias a lo largo de la falla de rumbo, pudiendo producir cerros o lomos de obturación (Selby, 1985).

Sobre el área de estudio se han agrupado los siguientes elementos geomorfológicos:

- **Lomo, Cima Estructural y silletas de falla (E1)**

El Lomo Estructural corresponde a un abombamiento de la superficie del terreno acompañada por plegamiento y fallamiento. Las dimensiones pueden variar fuertemente de unas decenas de metros a kilómetros o más dando lugar a cerros o montañas enteras alineadas alrededor de un sistema estructural de mayor extensión. Geoformas de este tipo fueron cartografiadas a lo largo del trazo de la Falla del Suárez, destacándose algunos lomos estructurales sobre el escarpe de la Mesa de Lebrija asociados a la Falla del Suárez.

También dentro de esta categoría se han clasificado las silletas de falla que son geoformas con quiebres de pendiente que presentan forma de cabalgadura o montura, situados en una cresta o interfluvio y que son el resultado de desplazamientos vertical o subvertical de planos de falla. Reconocidas principalmente a lo largo de todo el trazo de las Fallas de Bucaramanga y Suárez.

- **Escarpes de falla y facetas triangulares (E2)**

Son desniveles topográficos escarpados que se producen a lo largo de una falla, generados cuando se produce un desplazamiento. Inicialmente el escarpe puede corresponder al afloramiento del plano de falla, que se transforma en una superficie declinada por el proceso de degradación y erosión.

Las facetas triangulares corresponden a superficies de forma triangular o trapezoidal, cuyo ápice apunta hacia arriba. Se presenta en la cara libre de un interfluvio cuando es cortado por una falla. Se considera como el resultado del proceso de degradación y declinación que actúan sobre el escarpe de falla. Estas geoformas se hallan al occidente de la cuenca del Río de Oro, sobre el escarpe oriental del cerro de Palonegro.

- **Laderas Estructurales (E3)**

Son superficies naturales del terreno que se hallan inclinadas, formadas por capas o planos de discontinuidad ubicados en el mismo sentido de la pendiente. Otro tipo de ladera estructural lo constituyen los contraescarpes o contrapendientes estructurales que corresponden a escarpes de falla o ladera que mira en sentido opuesto a la pendiente general de un cerro. La falla puede ser vertical o inclinada

con el plano buzando en el sentido opuesto de la pendiente topográfica. Estas geoformas son comunes en los sectores de Café Madrid, El Pablón Alto.

- **Cañada y cauces Estructural (E4)**

Microcuenca de forma alargada, limitada por laderas estructurales o filos rocosos, la cual es atravesada longitudinalmente por una falla produciendo valles estrechos y profundos. También se han clasificado dentro de esta categoría cañadas con drenajes rectilíneos que siguen la dirección de la estratificación, foliación o de un sistema de diaclasas dominante, por lo cual tienden a presentarse agrupados o paralelos a sistemas de fallas principales.

Un ejemplo típico lo constituye la Quebrada Montes en el costado noroccidental de la Mesa de Los Santos y la Quebrada la Flora en el sector del Macizo de Santander.

Origen antropogénico

- **Laderas Explanadas (A1)**

Se han agrupado en esta categoría las geoformas de cimas explanadas, laderas terrazadas, cortes verticales, obras de ingeniería y canteras, teniendo como característica común la remoción lineal del material in situ, generando superficies planas y cortes verticales y uniformes, muy distinguibles a nivel de las planchas topográficas.

Las cimas explanadas corresponden a las superficies resultantes como consecuencia de explanaciones realizadas mecánicamente con fines urbanísticos o de infraestructura en la parte alta de interfluvios, cimas estructurales o denudacionales. En muchos barrios del área metropolitana se han realizado este tipo de excavaciones, trayendo como consecuencias problemas de inestabilidad cuando permanecen por largo tiempo expuestas a la erosión generándose cárcavas y hondonadas en los alrededores de estas cimas.

Las laderas terrazadas son superficies naturales del terreno con inclinaciones de la pendiente entre 10° y 90° caracterizada por haber sido intervenidas por la acción del hombre con fines ingenieriles (estabilización de laderas, urbanismo, etc.). Son representativas de esta geoforma, los taludes terrazados con gradas de más de 6 m de altura en el sector del Intercambiador El Bueno - la Autopista a Girón y la vía Palenque – Café Madrid. A nivel de estabilidad estas laderas subverticales afectan principalmente el Miembro Órganos, mostrando buen comportamiento frente a procesos de remoción en masa; sin embargo, frente a los procesos de erosión concentrada son altamente susceptibles.

En muchos sectores en los alrededores de Girón, es común la práctica de terrazar las laderas, lotearlas, venderlas; tiempo durante el cual se genera

erosión concentrada en los planos y terrazas conformadas a causa de la exposición de los taludes a acción hídrica de las aguas lluvias y de escorrentía sin obras de control hidráulico y falta de cobertura vegetal protectora de taludes, antes del proceso constructivo generando costos de control de erosión a los proyectos urbanísticos.

Laderas explanadas se asocian a terrenos en donde se han realizado corte en laderas y cuyo material de corte o escombros han sido movidos para llenar zonas contiguas con el fin de adecuar terrenos para viviendas e incluso obras de infraestructura. Estas geoformas son muy comunes en el área de Girón, sobre todo en pequeñas cuencas aledañas a la Autopista a Girón y en barrios como Valle de los Caballeros, Las Papas, Zamarcanda y en algunas laderas como en Corviandi 3, El Paraíso y por la vía Girón – Aeropuerto.

Las canteras son geoformas estrechamente relacionadas con la acción del hombre, en cuanto se refiere a explotación de materiales principalmente de construcción. En diferentes zonas del área estudiada existen canteras para explotación de material arcilloso, arcillo-arenoso del Miembro Finos de la Formación Bucaramanga, niveles conglomeráticos del Miembro órganos de la misma formación y calizas y margas de la Formación Diamante, cuya extracción se realiza a través de cortes verticales y terrazas por medio de buldóceres.

En las canteras de arcillas, el material se acumula, se trabaja y hornea en el mismo sitio donde se fabrican tubos, tejas y ladrillos de diferentes clases. Son comunes chircales en el área de Malpaso en límites entre los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y en la Vereda Lagunetas al occidente de Girón.

- **Llenos de Escombros y Llenos Mixtos (A2)**

Son formas asociadas a botaderos de desechos o estériles provenientes de la explotación minera y de la construcción (ver Foto 15 y Foto 16), distribuidos especialmente a lo largo de del cauce del río de Oro, así como en laderas explanadas y pequeñas depresiones del terreno para uniformizar la superficie.

En la mayoría de los casos a pesar de poseer los permisos respectivos para disponer estos materiales el manejo técnico de estos es muy deficiente y se reciben basuras y materiales que deben ser dispuestos en rellenos sanitarios o de residuos sólidos, estos últimos han sido denominados llenos mixtos (Ver Foto 20).



Foto 20 Llenos compactados, en la zona industrial, margen derecha del río de Oro

5.5. COMPOSICIÓN DEL LECHO DEL RÍO DE ORO

Para el análisis de la socavación se requiere conocer la composición del lecho, que de acuerdo a los análisis del sector cuyos depósitos corresponden a unidades de origen fluvial, suelos transportados aluviales areno limosos de terraza baja, que arrojaron valores de arenas limosas, con valores promedio de arenas de 53.77% de arenas, 38.42% de finos y un 6.96% de gravas, algunas muestras arrojaron limos y arcillas presentan valores promedio de 39.87% de arenas, 59.27% de finos y 0.86 de gravas, humedades promedio de las muestras que corresponden a esta unidad es de 6.68% y muchas de estas no presentan límite líquido ni límite plástico. Las pocas muestras que arrojaron límites obtuvieron valores promedio de 30.04 de límite líquido, 21.02 de límite plástico y un 9.02% de índice de plasticidad.

6. HIDROLOGÍA RÍO DE ORO

6.1. DEFINICIÓN DE LA CUENCA

Con base en la cartografía disponible, el estudio de la CDMB subdivide los 573.59 Km² totales de la subcuenca del Río de Oro, en sus microcuencas principales tal como se resume en la Figura 3 y la Tabla 1.

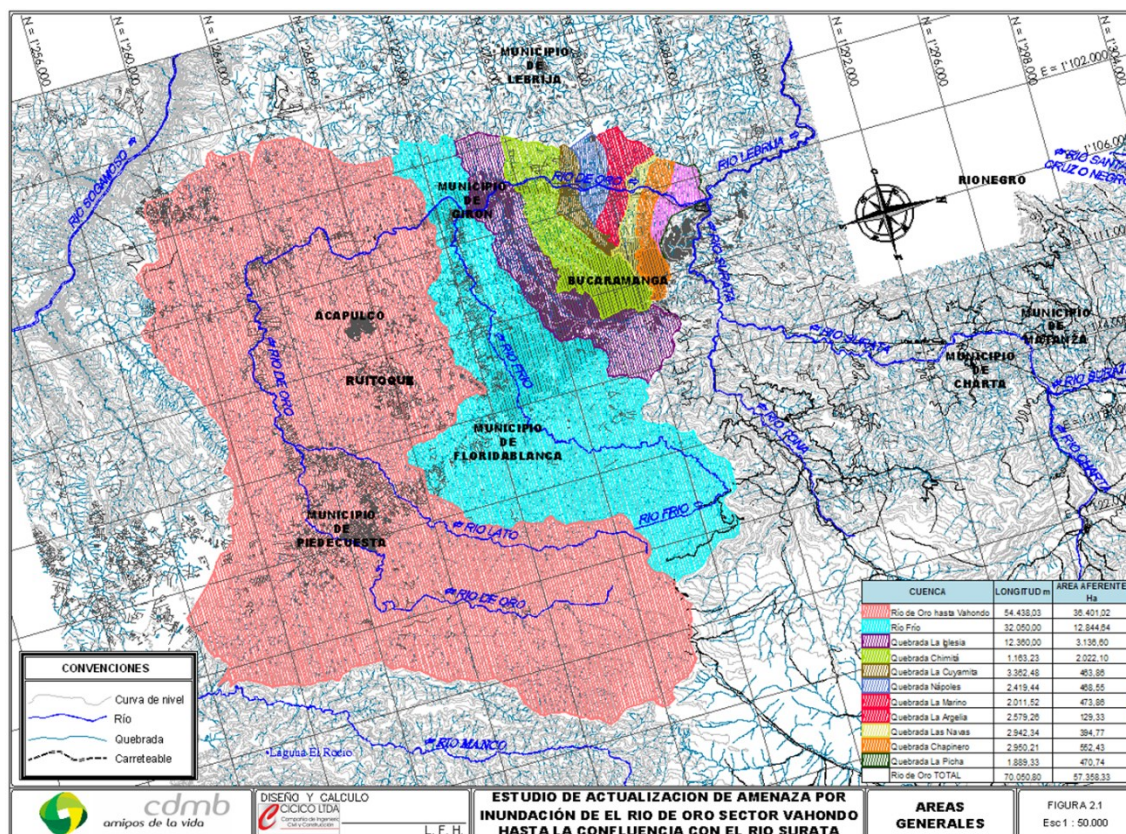


Figura 3 Delimitación de Áreas Aferentes Río de Oro – Fuente: Estudio CDMB

Tabla 1 Microcuencas Río de Oro – Fuente: Estudio CDMB

CUENCA	LONGITUD m	AREA AFERENTE Ha
Río de Oro hasta Bahondo*	54273	36085
Río de Oro hasta Café Madrid**	68069	57357
Río Frío	31750	12.844
Quebrada La Iglesia	7610	3135
Quebrada Chimitá	6309	2.022
Quebrada La Cuyamita	3318	464

6.2. PRECIPITACIÓN

6.2.1. Estaciones en el área de estudio

En el área de estudio se encuentran estaciones Pluviográficas, Pluviométricas y Limnimétricas operadas algunas por el IDEAM y otras por la CDMB. De estas se cuenta con la información de 5 estaciones Pluviográficas, de 2 estaciones Pluviométricas, de 2 estaciones Limnimétricas y 1 estación Limnigráfica.

Una descripción de las estaciones disponibles en el área de estudio es como sigue:

Estaciones operadas por el IDEAM

- Estaciones pluviográficas**

Nombre: Piedecuesta La Granja 2319070
Latitud: 07 00 N
Longitud: 75 05 W
Elevación: 1000 msnm
Fecha de instalación 1970

Nombre: Llano Grande 2319511
Latitud: 07 01 N
Longitud: 73 10 W
Elevación: 777 msnm
Fecha de instalación 1971

Nombre: La Floresta 2319059
Latitud: 07 05 N
Longitud: 73 08 W
Elevación: 925 msnm
Fecha de instalación 1978

Nombre: Vivero Suratá 2319509
Latitud: 07 05 N
Longitud: 73 08 W
Elevación: 925 msnm
Fecha de instalación 1978

Nombre: Aeropuerto Palonegro 2319513
Latitud: 07 07 N
Longitud: 73 11 W
Elevación: 1189 msnm
Fecha de instalación 1974

- **Estaciones pluviométricas**

Nombre: El Picacho 2319030
Latitud: 07 21 N
Longitud: 73 00 W
Elevación: 1725 msnm
Fecha de instalación 1968

Nombre: Palogordo 2319028
Latitud: 06 58 N
Longitud: 73 07 W
Elevación: 950 msnm
Fecha de instalación 1967

- **Estaciones limnimétricas**

Nombre: El Conquistador 2319743
Latitud: 06 59 N
Longitud: 73 02 W
Elevación: 1000 msnm
Fecha de instalación 1978

Nombre: Bahondo 2319730
Latitud: 07 03 N
Longitud: 73 10 W
Elevación: 690 msnm
Fecha de instalación 1969

- **Estaciones limnigráficas**

Nombre: Café Madrid 2319729
Latitud: 07 10 N
Longitud: 73 09 W
Elevación: 600 msnm
Fecha de instalación 1968

De estas estaciones se seleccionó por su disponibilidad de datos y nivel de importancia de acuerdo con su posición relativa en piedemonte o valle, las estaciones de Llano Grande, La Granja, La Floresta y Aeropuerto Palonegro.

La selección de los pluviogramas se realizó a partir de los datos de precipitaciones máximas en 24 horas.

Estaciones operadas por la CDMB

• Estaciones pluviográficas

Nombre: Campestre
Latitud: E 1.106.398,82 m
Longitud: N 1.273.071,53 m
Elevación: 940 msnm

Nombre: El Rasgón
Latitud: E 1.120.296,24
Longitud: N 1.270.516,82
Elevación: 2.140 msnm

A las estaciones seleccionadas se les procesó la información de precipitaciones máximas en 24 horas las cuales sirvieron para la escogencia de algunos de los aguaceros históricos más representativos.

6.2.2. Caracterización Física

Topográficamente una cuenca hidrográfica está delimitada por las divisorias de aguas que la separan de zonas adyacentes pertenecientes a otras cuencas fluviales. La medición y análisis morfométrico permiten determinar características de tamaño y forma que dependen de las condiciones geológicas del terreno.

Otros parámetros como el patrón y densidad de las corrientes que drenan el área no sólo dependen de su estructura geológica, sino también del relieve de la superficie terrestre, el clima, la cobertura vegetal y el uso y tipo de suelo.

Con base en este concepto se presenta a continuación el análisis cuantitativo de los parámetros relativos a la forma y relieve de la cuenca y su conexión con la red fluvial.

6.2.3. Parámetros Generales

Se denomina cuenca hidrográfica a la zona de terreno en la que el agua, los sedimentos y los materiales disueltos drenan hacia un punto común.

Tabla 2 Áreas por Microcuencas del Río de Oro – Fuente: Estudio CDMB

CUENCA	A (km ²)	A (%)
1. Cuenca media Río de Oro		
Rio de Oro Alto	77.58	13.39
Quebrada Grande	54.74	9.50
Quebrada Soratoque	14.37	2.44

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE
ORO SECTOR CENTROABASTOS



Río Lato	51.05	9.11
Quebrada El Palmar	43.39	7.60
Quebrada Ruitoque	107.26	18.73
Quebrada San Antonio	15.62	2.70
2. Cuenca baja Río de Oro		
Río Frío	128.45	22.39
Quebrada La Iglesia	31.35	5.47
Quebrada Chimitá	20.22	3.53
Quebrada Cuyamita	4.64	0.81
Quebrada Nápoles	4.69	0.82
Quebrada Nariño	4.74	0.83
Quebrada Argelia o Cantera	1.29	0.22
Quebrada Las Navas	3.95	0.69
Quebrada Chapinero	5.52	0.96
Quebrada La Picha	4.71	0.82

Tabla 3 **Perímetros de las Mircocuencas del Río de Oro – Fuente: Estudio CDMB**

CUENCA	P (km)
1. Cuenca media Río de Oro	
Río de Oro Alto	46.89
Quebrada Grande	32.80
Quebrada Soratoque	21.97
Río Lato	48.21
Quebrada El Palmar	32.15
Quebrada Ruitoque	66.44
Quebrada San Antonio	17.69
2. Cuenca baja Río de Oro	
Río Frío	74.33
Quebrada La Iglesia	41.34
Quebrada Chimitá	37.00
Quebrada Cuyamita	16.07
Quebrada Napoles	13.78
Quebrada Nariño	13.94
Quebrada Argelia o Cantera	8.09
Quebrada Las Navas	19.59
Quebrada Chapinero	18.90
Quebrada La Picha	16.83

Tabla 4 Longitudes brazos principales de los cauces – Fuente: Estudio CDMB

CUENCA	L (km)
1. Cuenca media Río de Oro	
Rio de Oro Alto	23.80
Quebrada Grande	11.45
Quebrada Soratoque	8.35
Rio Lato	21.14
Quebrada El Palmar	9.62
Quebrada Ruitoque	11.57
Quebrada San Antonio	3.09
2. Cuenca baja Río de Oro	
Rio Frio	32.05
Quebrada La Iglesia	12.36
Quebrada Chimitá	1.16
Quebrada Cuyamita	3.36
Quebrada Napoles	2.42
Quebrada Nariño	2.01
Quebrada Argelia o Cantera	2.58
Quebrada Las Navas	2.94
Quebrada Chapinero	2.95
Quebrada La Picha	1.89

6.2.4. Parámetros de Forma

La forma de la cuenca permite comprender su hidrología y calcular los riesgos de inundación. Esto se debe a que, dada una determinada cantidad de lluvia, cuanto menos alargada sea la cuenca, mayor será la escorrentía máxima y antes alcanzarán las aguas la salida o desembocadura.

Coefficiente de Gravelius [Cs]

Relaciona el perímetro de la cuenca con el perímetro de otra teórica circular de la misma superficie. El coeficiente de Gravelius se calcula utilizando la siguiente expresión:

$$Cs = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

Donde:

Cs	:	Coefficiente de Gravelius
P	:	Perímetro de la Cuenca en km
A	:	Área de la cuenca en km ²

Cuanto más irregular sea la hoya mayor es su coeficiente de Gravelius C_s . Las cuencas redondas poseen un coeficiente de compacidad igual a uno, que indica una mayor tendencia a las crecientes.

Tabla 5 Clasificación por Gravelius

C_s	Forma
1.00 - 1.25	Redonda
1.25 - 1.50	Ovalada
1.50 - 1.75	Oblonga

En la siguiente Tabla se resumen los datos calculados para las cuencas en consideración y su respectiva clasificación según su forma:

Tabla 6 Forma de las microcuencas según C_s – Fuente: Estudio CDMB

CUENCA	C_s	Forma
1. Cuenca media Río de Oro		
Río de Oro Alto	1.50	Oblonga
Quebrada Grande	1.25	Ovalada
Quebrada Soratoque	1.64	Oblonga
Río Lato	1.90	Irregular
Quebrada El Palmar	1.38	Ovalada
Quebrada Ruitoque	1.81	Irregular
Quebrada San Antonio	1.26	Ovalada
2. Cuenca baja Río de Oro		
Río Frio	1.85	Irregular
Quebrada La Iglesia	2.08	Irregular
Quebrada Chimitá	2.32	Irregular

Rectángulo Equivalente

Índice obtenido al calcular las dimensiones de un rectángulo que posee la misma área, e igual coeficiente de compacidad y repartición hipsométrica de la cuenca en estudio. Dicho rectángulo, bajo idénticas condiciones climatológicas de cobertura vegetal, y uso del suelo entre curvas de nivel, presenta el mismo escurrimiento de la cuenca en consideración.

$$l = \frac{C_s \sqrt{A}}{1.12} * \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{C_s} \right)^2} \right)$$

$$L = \frac{C_s \sqrt{A}}{1.12} * \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{C_s} \right)^2} \right)$$

Donde:

Cs : Coeficiente de Gravelius
A : Área de la cuenca en km²

Los valores obtenidos para las cuencas se presentan a continuación:

Tabla 7 Rectángulos equivalentes – Fuente: Estudio CDMB

CUENCA	I km	L km	AREA km ²
1. Cuenca media Río de Oro			
Rio de Oro Alto	3.94	19.68	77.58
Quebrada Grande	4.59	11.94	54.74
Quebrada Soratoque	1.50	9.57	14.37
Rio Lato	2.32	21.96	51.05
Quebrada El Palmar	3.39	12.81	43.39
Quebrada Ruitoque	3.59	29.88	107.26
Quebrada San Antonio	2.40	6.51	15.62
2. Cuenca baja Río de Oro			
Rio Frio	3.82	33.62	128.45
Quebrada La Iglesia	1.63	19.19	31.37
Quebrada Chimitá	1.16	17.48	20.22

6.2.5. Parámetros de Relieve

La proporción de conversión de energía potencial en energía cinética de las aguas que recorren la cuenca depende del coeficiente de relieve, que se define como la diferencia de altura entre el punto más bajo y el más alto de la cuenca, dividida por la longitud máxima de la misma. La escorrentía suele ser más rápida en cuencas con alta pendiente, lo que provoca caudales más elevados y mayor poder erosivo.

A continuación, se calculan los índices más utilizados para representar cuantitativamente el relieve de la cuenca.

Curva Hipsométrica

Es frecuente definir el relieve por la curva isométrica de la cuenca, que representa gráficamente cotas del terreno en función de las superficies correspondientes. Para realizarlo se lleva, a escalas convenientes, la latitud dada en las ordenadas y la superficie de la cuenca, para la cual cada punto tiene de cota al menos igual a esa altitud, en proyección horizontal en las abscisas. Esta última se obtiene planimetrando la superficie correspondiente al área definida en la cuenca entre la curva de nivel cuya cota se ha definido en las ordenadas y los límites de la cuenca por encima de la citada cota.

La curva hipsométrica permite caracterizar el relieve. Una pendiente fuerte en el origen hacia cotas inferiores indica llanuras o penillanuras; si la pendiente es muy

fuerte hay peligro de inundación. Una pendiente muy débil en esa parte revela un valle encajonado. Una pendiente fuerte hacia la parte media indica una meseta.

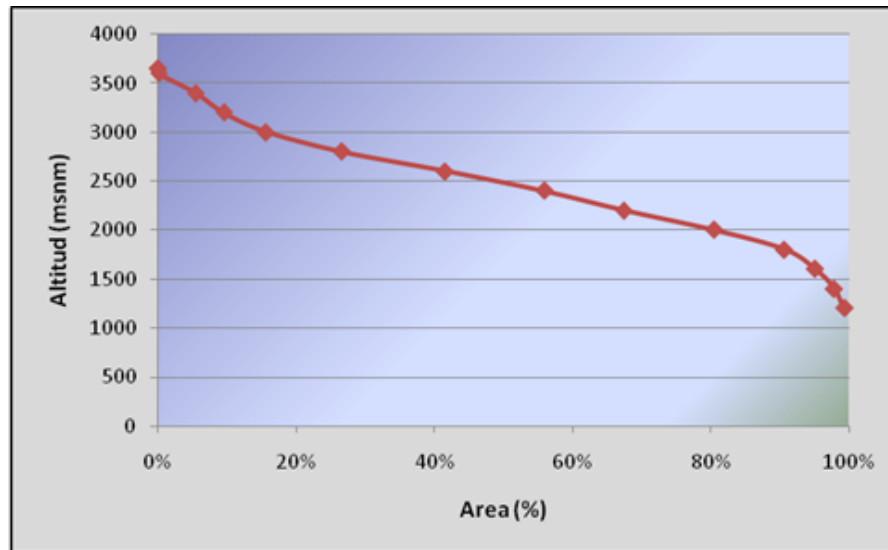


Figura 4 Curva Hipsométrica cuenca Río de Oro Alto – Fuente: Estudio CDMB

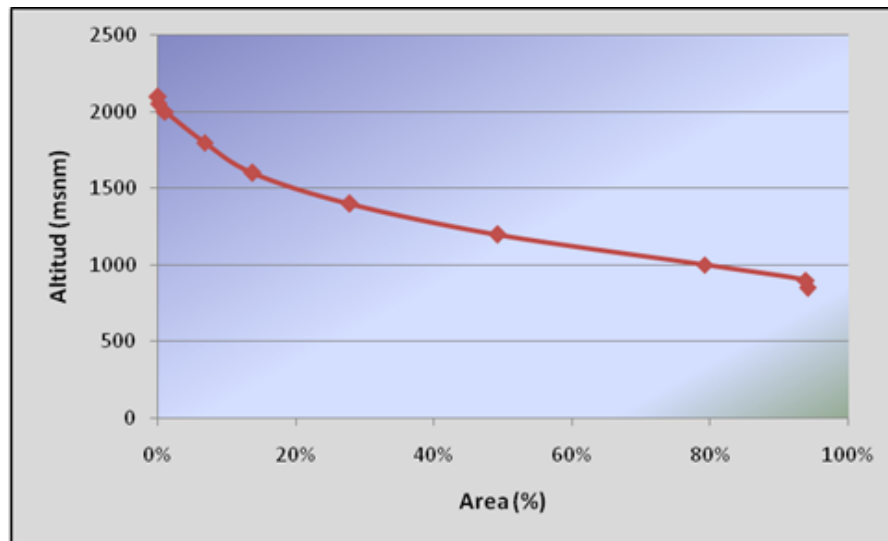


Figura 5 Curva Hipsométrica cuenca Quebrada Grande – Fuente: Estudio CDMB

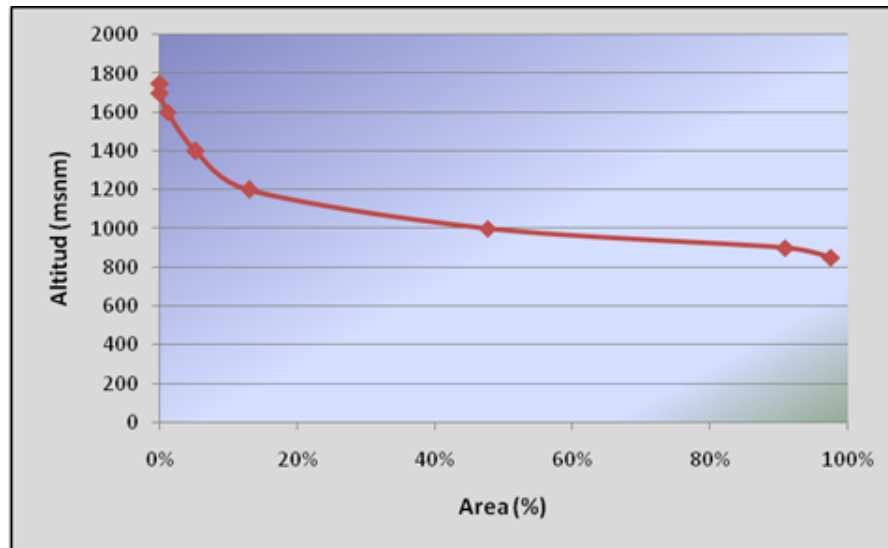


Figura 6 Curva Hipsométrica cuenca Quebrada Soratoque – Fuente: Estudio CDMB

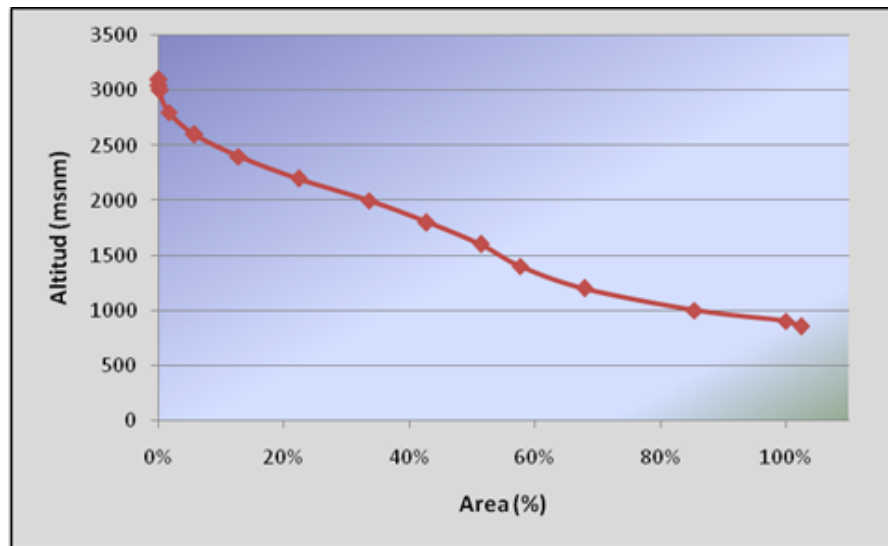


Figura 7 Curva Hipsométrica cuenca Río Lato o Hato – Fuente: Estudio CDMB

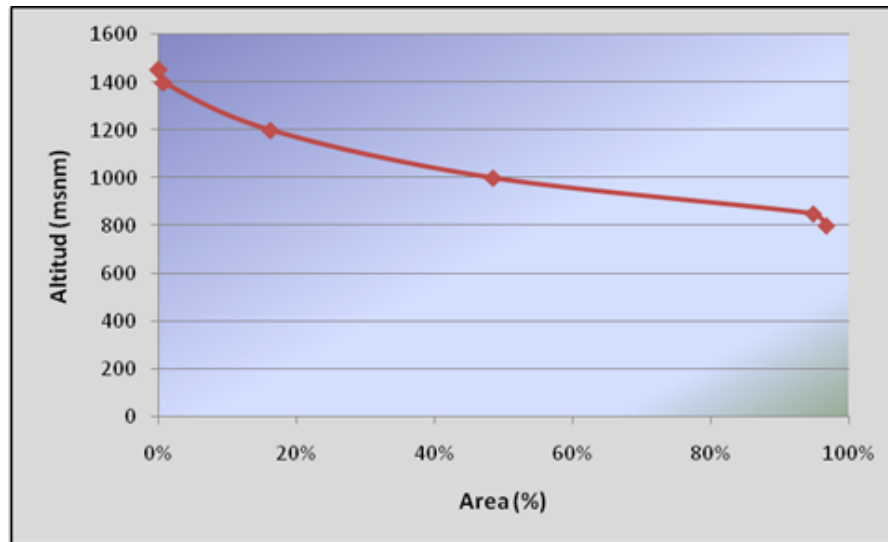


Figura 8 Curva Hipsométrica cuenca Quebrada El Palmar – Fuente: Estudio CDMB

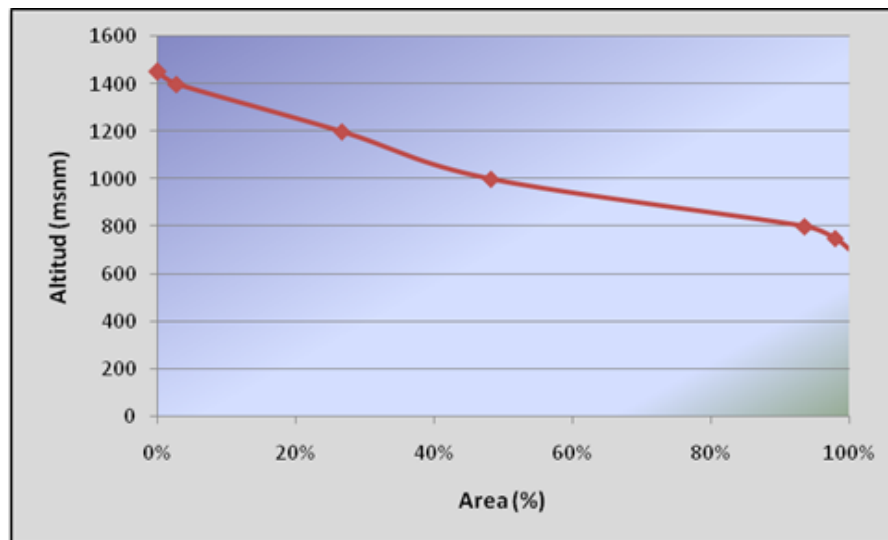


Figura 9 Curva Hipsométrica cuenca Quebrada Ruitoque – Fuente: Estudio CDMB

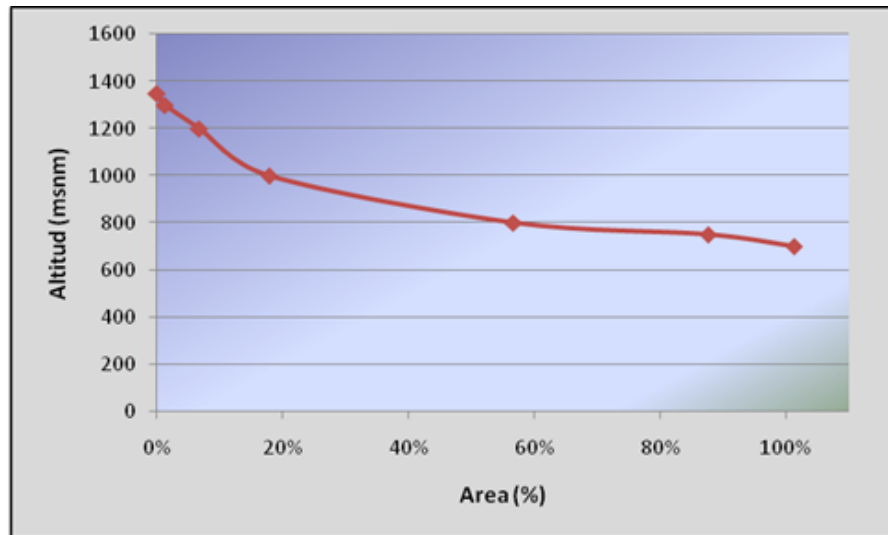


Figura 10 Curva Hipsométrica cuenca Quebrada San Antonio – Fuente: Estudio CDMB

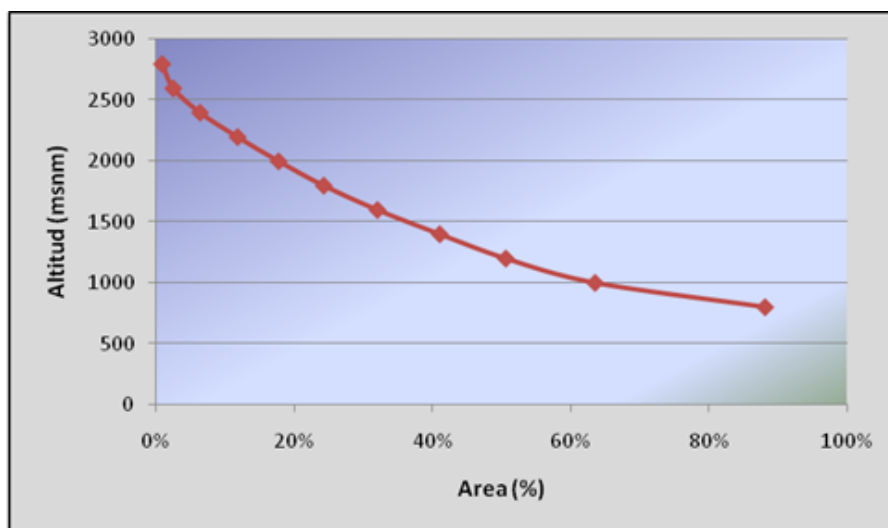


Figura 11 Curva Hipsométrica cuenca Río Frío – Fuente: Estudio CDMB

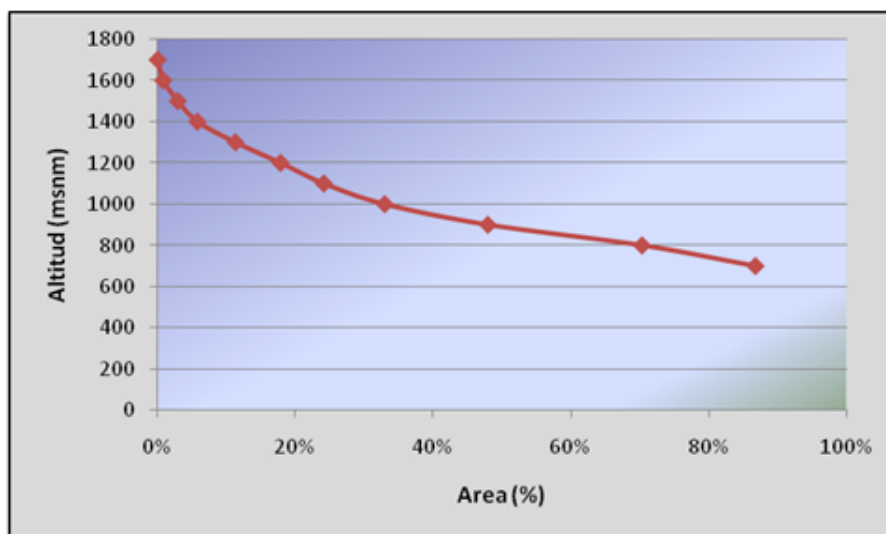


Figura 12 Curva Hipsométrica cuenca Quebrada La Iglesia – Fuente: Estudio CDMB

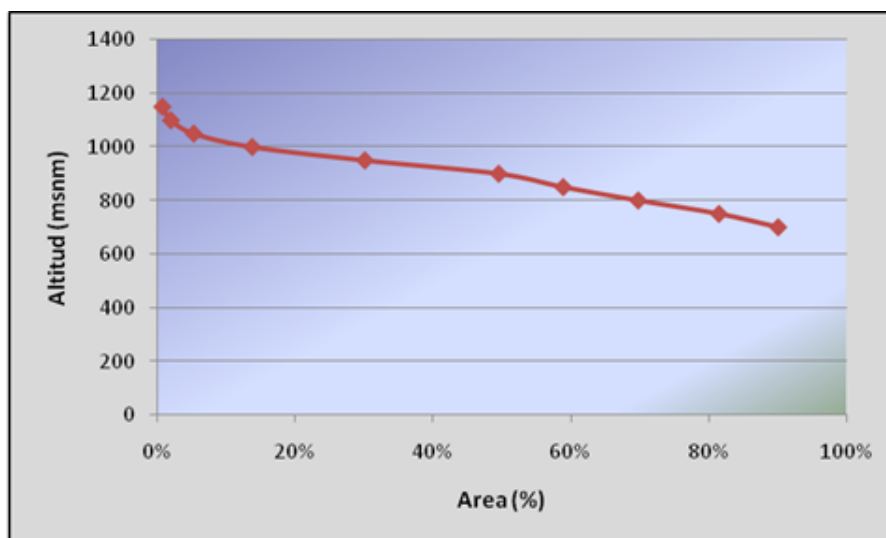


Figura 13 Curva Hipsométrica cuenca Quebrada Chimitá – Fuente: Estudio CDMB

Altura Media [h]

Se calcula como el cociente entre el área de la cuenca y su volumen (superficie comprendida entre la curva hipsométrica y los ejes coordenados), se define como:

$$h = V / A$$

Donde:

h : Altura media de la cuenca en m
V : Volumen de la cuenca en m³
A : Área de la cuenca en m²

La elevación media estimada para las cuencas en estudio se resume en la Tabla 8.

Tabla 8 Altura media por Microcuenca – Fuente: Estudio CDMB

CUENCA	AREA km ²	VOLUMEN km ³	h _{media} m
1. Cuenca media Río de Oro			
Río de Oro Alto	77.58	102	1,320
Quebrada Grande	54.74	22.40	409
Quebrada Soratoque	14.37	2.91	203
Río Lato	51.05	41.87	820
Quebrada El Palmar	43.39	10.30	237
Quebrada Ruitoque	107.26	36.89	344
Quebrada San Antonio	15.62	2.92	187
2. Cuenca baja Río de Oro			
Quebrada La Iglesia	31.37	8.10	258
Río Frío	128.45	75.66	589
Quebrada Chimitá	20.22	2.82	140

6.2.6. Parámetros de Relieve en relación con la erosión

Coefficiente de Masividad [tg α]

Permite diferenciar cuencas de igual elevación media y relieve distinto, aun cuando no es suficiente para caracterizar la proclividad a la erosión de una cuenca, pues da valores iguales en el caso de cuencas diferenciadas, como es el caso en el que altura media y superficie aumente proporcionalmente. La ecuación matemática que identifica este coeficiente es la siguiente:

$$\text{tg } \alpha = h / A$$

Donde:

tg α : Coeficiente de Masividad
h : Altura media de la cuenca en m
A : Área de la cuenca en Km²

Tabla 9 Coeficiente de masividad

CUENCA	h _{media} m	AREA km ²	tg α
1. Cuenca media Río de Oro			
Río de Oro Alto	1320.40	77.58	17.02
Quebrada Grande	409.20	54.74	7.48
Quebrada Soratoque	202.54	14.37	14.10
Río Lato	820.10	51.05	16.06

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE
ORO SECTOR CENTROABASTOS



Quebrada El Palmar	237.34	43.39	5.47
Quebrada Ruitoque	343.90	107.26	3.21
Quebrada San Antonio	187.17	15.62	11.98
2. Cuenca baja Río de Oro			
Rio Frio	589.07	128.45	4.59
Quebrada La Iglesia	258.13	31.37	8.23
Quebrada Chimitá	139.67	20.22	6.91

Valores menores de $tg \alpha$ indican menor disponibilidad del relieve de la cuenca a la erosión.

Coeficiente Orográfico [Co]

Índice que permite identificar lo accidentado del relieve de la cuenca. Combina los dos parámetros del relieve actuantes en los procesos erosivos; la altura media, sobre la energía potencial del agua; y la inclinación característica de las laderas de la cuenca, sobre la energía cinética del flujo de la escorrentía superficial. Se calcula con la siguiente expresión matemática:

$$C_o = h * tg \alpha$$

Donde:

- Co : Coeficiente Orográfico
 $tg \alpha$: Coeficiente de Masividad
h : Altura media de la cuenca en km

La clasificación del relieve según el coeficiente Orográfico se presenta a continuación para las microcuencas del Río de Oro:

Tabla 10 Coeficiente Orográfico CO

CUENCA	CO
1. Cuenca media Río de Oro	
Rio de Oro Alto	22473
Quebrada Grande	3059
Quebrada Soratoque	2855
Rio Lato	13174
Quebrada El Palmar	1298
Quebrada Ruitoque	1103
Quebrada San Antonio	2243
2. Cuenca baja Río de Oro	
Rio Frio	2702
Quebrada La Iglesia	2124
Quebrada Chimitá	965

Este parámetro expresa el potencial de degradación de la cuenca, crece mientras que la altura media del relieve aumenta y la proyección del área de la cuenca disminuye. Por esta razón toma valores bastante grades para microcuencas pequeñas y montañosas, disminuyendo en cuencas extensas y de baja pendiente. Esto implica que cuencas como Río de Oro Alto, Río Lato (o Río Hato) y Quebrada Argelia con coeficientes orográficos muy superiores a las otras microcuencas del orden de 22473, 13174 y 10731 respectivamente que representan un relieve accidentado.

6.2.7. Parámetros Relativos a la Red Hidrográfica

Cuando la escorrentía se concentra, la superficie terrestre se erosiona creando un canal. Los canales de drenaje forman una red que recoge las aguas de toda la cuenca y las vierte en su cauce principal, el clima y el relieve del suelo influyen en el patrón de la red, pero la estructura geológica subyacente suele ser el factor más relevante. Las cuencas en estudio presentan patrones hidrográficos que corresponden a redes dendríticas (en forma de árbol) cuyas características se analizan a continuación.

Densidad de Drenaje [D]

Es una medida de la textura de la red, y expresa el equilibrio entre el poder erosivo del caudal y la resistencia del suelo y rocas de superficie, se calcula dividiendo la longitud total de los canales por el área global de la cuenca:

$$D_d = \frac{\sum_{i=1}^n Li}{A}$$

Donde:

- Dd : Densidad de drenaje en km/km²
- Σ Li : Suma de las longitudes de las corrientes de la red en km
- A : Área de la cuenca en km²

Las cuencas de baja densidad se ubican en áreas de elevada permeabilidad o de litología resistente, bajo una cobertura vegetal densa y sobre relieves suaves. Cuando la densidad es muy elevada, la permeabilidad es menor o la geología menos resistente, la vegetación es escasa y el relieve quebrado.

Los valores de densidad de drenaje D generalmente oscilan entre 0.5 Km/Km² para cuencas de drenaje pobre, hasta 3.5 Km/Km² para cuencas excepcionalmente bien drenadas. La escorrentía y el caudal máximo aumentan considerablemente con la densidad de drenaje.

Tabla 11 Densidad de Drenaje – Fuente: Estudio CDMB

CUENCA	$\sum Li$ km	AREA km ²	D km/km ²
1. Cuenca media Río de Oro			
Rio de Oro Alto	188.27	77.58	2.43
Quebrada Grande	203.68	54.74	3.72
Quebrada Soratoque	49.34	14.37	3.43
Rio Lato	164.85	51.05	3.23
Quebrada El Palmar	140.19	43.39	3.23
Quebrada Ruitoque	386.83	107.26	3.61
Quebrada San Antonio	58.16	15.62	3.72
2. Cuenca baja Río de Oro			
Río Frío	411.16	128.45	3.20
Quebrada La Iglesia	101.99	31.37	3.25
Quebrada Chimitá	64.13	20.22	3.17

Pendiente Media del Cauce Principal [SC]

La velocidad de escurrimiento de las corrientes de agua tiene una relación directa con la pendiente de los canales. La pendiente del cauce principal en la cuenca se estima utilizando la siguiente expresión:

$$S_c = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L} * 100$$

Donde:

- Sc : pendiente media de la cuenca, en tanto por ciento.
H_{máx} : Cota máxima del cauce en msnm
H_{mín} : Cota mínima del cauce en msnm
L : Longitud del cauce principal en m

Tabla 12 Pendiente media de la corriente principal – Fuente: Estudio CDMB

CUENCA	ALTITUD		L Km	Sc %
	Inicial (Hmax)	Final (Hmin)		
1. Cuenca media Río de Oro				
Rio de Oro Alto	3500	1050	23.80	10.29
Quebrada Grande	1300	900	11.45	3.49
Quebrada Soratoque	1650	900	8.35	8.98
Rio Lato	2900	900	21.14	9.46
Quebrada El Palmar	1300	850	9.62	4.68
Quebrada Ruitoque	1200	750	11.57	3.89
Quebrada San Antonio	850	750	3.09	3.24
2. Cuenca baja Río de Oro				
Río Frío	2800	1200	32.05	4.99
Quebrada La Iglesia	1700	1300	12.36	3.24
Quebrada Chimitá	920	680	1.16	20.63

Alejamiento Medio [am]

Coeficiente que resulta de la relación entre la corriente de agua más larga de la red y el área de la cuenca. Este coeficiente nos permite estimar la ruta del tiempo de concentración.

$$a_m = \frac{L}{\sqrt{A}}$$

Donde:

- a_m : Alejamiento medio
 A : Área de la cuenca en Km²
 L : Longitud de la corriente más larga en Km

Tabla 13 Alejamiento medio – Fuente: Estudio CDMB

CUENCA	L km	AREA km ²	a_m
1. Cuenca media Río de Oro			
Rio de Oro Alto	23.80	77.58	2.70
Quebrada Grande	11.45	54.74	1.55
Quebrada Soratoque	8.35	14.37	2.20
Rio Lato	21.14	51.05	2.96
Quebrada El Palmar	9.62	43.39	1.46
Quebrada Ruitoque	11.57	107.26	1.12
Quebrada San Antonio	3.09	15.62	0.78
2. Cuenca baja Río de Oro			
Rio Frio	32.05	128.45	2.83
Quebrada La Iglesia	12.36	31.37	2.21
Quebrada Chimitá	1.16	20.22	0.26

Tiempo de Concentración [Tc]

Es el tiempo de flujo desde el punto más alejado hasta la salida de la cuenca, o tiempo para el cual toda la cuenca empieza a contribuir. Para calcularlo se han desarrollado diversas expresiones matemáticas entre ellas la fórmula de Kirpich y la ecuación de Giandotti.

Ecuación de Giandotti

$$T_c = \frac{4 * A^{0.5} + 1.5 * L}{0.8 * H^{0.5}}$$

Donde:

- T_c = Tiempo de concentración, en horas.
 A = Área, en Km².
 L = Longitud del cauce desde el punto más alejado, en Km.
 H = Diferencia de cotas, en m.

Ecuación de Kirpich:

$$T_c = 0.066 * \left(\frac{L}{J^{0.5}} \right)^{0.77}$$

Donde:

- T_c = Tiempo de concentración, en horas.
L = Longitud del cauce desde el punto más alejado, en Km.
J = Pendiente, en m/m.

Tabla 14 Tiempos de Concentración T_c – Fuente: Estudio CDMB

Método	Cuenca	T _c horas
Kirpich	Rio de Oro Alto	1.83
	Quebrada Grande	1.58
	Quebrada Soratoque	0.86
	Rio Lato	1.72
	Quebrada El Palmar	1.23
	Quebrada Ruitoque	1.53
	Quebrada San Antonio	0.59
	Rio Frio	3.04
	Quebrada La Iglesia	1.72
	Quebrada Chimitá	0.14
	Quebrada Cuyamita	0.47
	Quebrada Nápoles	0.31
	Quebrada Nariño	0.26
	Quebrada Argelia o Cantera	0.33
	Quebrada Las Navas	0.37
	Quebrada Chapinero	0.36
	Quebrada La Picha	0.24
Giandotti	Rio de Oro Alto	2.44
	Quebrada Grande	2.89
	Quebrada Soratoque	2.43
	Rio Lato	2.63
	Quebrada El Palmar	3.31
	Quebrada Ruitoque	3.96
	Quebrada San Antonio	0.90
	Rio Frio	2.61
	Quebrada La Iglesia	1.32
	Quebrada Chimitá	0.87

Con base en los parámetros anteriores puede deducirse que las microcuencas de la Quebrada Grande con un Cs de 1.25 y un área aferente equivalente al 9.5 % (Ver áreas aferentes en % en

Tabla 2) del área total aferente y la Quebrada El Palmar con un Cs de 1.38 y un área aferente equivalente al 7.6% del área total aferente se constituyen en las cuencas más susceptibles de aportar crecientes; la quebrada San Antonio con un coeficiente Cs de 1.26 corresponde a otra de las de mayor tendencia a las crecientes, pero esta microcuenca a su vez posee una pequeña área aferente (15.62 Km²) equivalente al 2.7 % del área total de la subcuenca media del Río de Oro. Por otra parte, esta microcuenca posee la altura media más pequeña (185 m) de todas las microcuencas, lo cual minimiza la eventual conversión de su energía potencial en energía cinética.

6.3. TRATAMIENTO PROBABILÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

Se realizó el cálculo de las precipitaciones para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años para las estaciones de Llano Grande, La Granja, La Floresta, Aeropuerto Palonegro, Rasgón y Campestre, las cuales presentan los mayores índices de precipitación en 24 horas para las condiciones de valle y piedemonte, respectivamente, en que se halla dividida topográficamente la cuenca.

Los procesos hidrológicos evolucionan en el espacio y en el tiempo de una forma que es parcialmente predecible, o determinística y parcialmente aleatoria. Un proceso de este tipo se llama estocástico.

Los métodos estadísticos están basados en principios matemáticos que describen la variación aleatoria de un conjunto de observaciones de un proceso, y estos centran su atención en las observaciones mismas, en lugar de los procesos físicos que la producen.

La probabilidad de un evento es la posibilidad de que este ocurra cuando se hace una observación de la variable aleatoria.

Se presenta una selección de las distribuciones de probabilidad comúnmente utilizadas para variables hidrológicas.

Normal

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x-\mu}{2\sigma^2}\right)$$

Rango

$$-\infty \leq x \leq \infty$$

En donde

μ = Media aritmética = X promedio

σ = Desviación Standard

Log normal

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{y - \mu_y}{2\sigma_y^2}\right)$$

Rango

$$x > 0$$

En donde

μ = Media aritmética = y promedio

σ = Desviación Standard

Pearson tipo III

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} \left(\lambda^\beta (x - \varepsilon)^{\beta-1} * e^{-\lambda(x-\varepsilon)} \right)$$

Rango

$$X \geq \varepsilon$$

Log Pearson tipo III

$$f(x) = \frac{1}{x\Gamma(\beta)} \lambda^\beta (y - \varepsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(y-\varepsilon)}$$

Rango

$$\text{Log}x \geq \varepsilon$$

En donde:

Γ = Función Gamma

$$B = \frac{1}{CV^2}$$

$$\varepsilon = \text{límite inferior de la muestra} = y - s_y \sqrt{\beta}$$

Gumbel tipo I extremo

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left[-\frac{x-u}{\alpha} - \exp\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)\right]$$

Rango

$$-\infty < x < \infty$$

En donde

μ = Media aritmética

σ = Desviación Standard

$\lambda = 1 / \bar{x}$

CV = Coeficiente de variación = $\frac{\sigma}{\mu}$

6.4. RESULTADOS DE DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD

6.4.1. Precipitaciones máximas en 24 horas

En primera instancia se analizaron los valores de precipitación máxima en 24 horas de las estaciones seleccionadas de Llano Grande, La granja, La Floresta, Aeropuerto Palonegro, Club Campestre y El Rasgón. Para ello se aplicaron las seis funciones de distribución de probabilidad mencionadas a cada una de ellas para luego seleccionar la que más se ajustara a los datos.

Una selección apresurada de cualquiera de las funciones podría traducirse en una estructura sobre diseñada y costosa o subdiseñada y peligrosa por eso la selección debe realizarse cuidadosamente. A continuación, se describen algunos métodos para hacerlo.

1. **Método del error cuadrático mínimo.** Consiste en calcular para cada función de distribución el error cuadrático y escoger la que tenga un menor valor.
2. **Pruebas de bondad del ajuste.** Las más conocidas son la de X^2 y la de Kolmogorov-Smirnov. Se debe tener precaución al utilizar estas pruebas pues sus resultados dependen mucho de la selección de los intervalos y del tamaño de la muestra, incluso pueden resultar contradictorios para una misma muestra.
3. **Análisis gráfico.** Consiste en inspeccionar una gráfica donde se haya dibujado cada una de las diferentes funciones junto con los puntos medidos, la función de distribución seleccionada será la que se ajuste visualmente mejor a los datos medidos.

La aplicación de los métodos de prueba de bondad y análisis gráfico arrojaron diferencias por lo que se optó entonces por adoptar como válido el método gráfico.

En la aplicación del análisis gráfico para la selección de las distribuciones que mejor se ajustaran para cada estación para la selección de la precipitación máxima en 24 horas, los resultados obtenidos fueron los que se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15 Funciones de distribución seleccionadas para cada estación para el cálculo de la precipitación máxima en 24 horas – Fuente: Estudio CDMB

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN SELECCIONADA
Llano Grande	Pearson III
La Granja	Log normal
La Floresta	Normal
Aeropuerto Palonegro	Gumbel
Club Campestre	Log pearson III
El Rasgón	Pearson III

En la Tabla 16 se muestran los valores máximos de precipitación en 24 horas para los diferentes periodos de retorno para cada estación.

Tabla 16 Precipitación máxima en 24 H en cada estación para distintos periodos de retorno – Fuente: Estudio CDMB

Tr (años)	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 H (mm)					
	LLANO GRANDE	LA GRANJA	LA FLORESTA	AEROPUERTO PALONEGRO	CLUB CAMPESTRE	EL RASGÓN
500	239.47	165.55	133.20	176.96	161.69	141.44
100	182.01	143.82	121.83	147.48	129.29	115.98
50	158.19	134.15	116.21	134.72	116.61	104.71
25	134.95	124.17	109.96	121.87	104.53	93.15
10	105.21	110.16	100.29	104.55	89.23	77.16
5	83.51	98.45	91.21	90.84	77.82	64.14
3	68.00	88.65	82.74	79.93	69.16	53.60
2	56.04	79.43	73.87	70.13	61.73	44.13

6.4.2. Precipitaciones para diferentes duraciones de lluvia

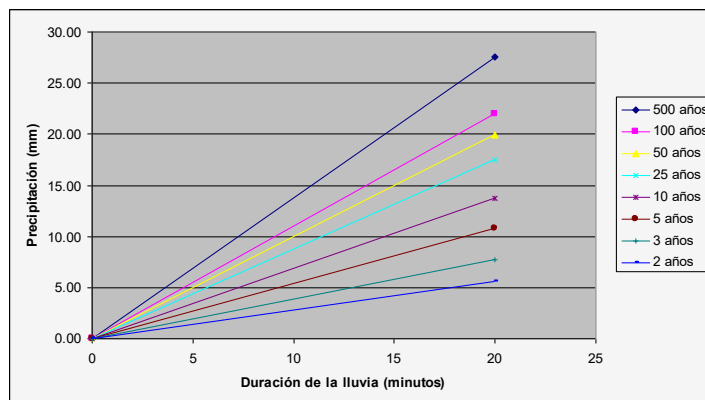
Siguiendo el mismo procedimiento aplicado a las precipitaciones máximas en 24 horas, se seleccionaron las funciones de distribución que mejor se aplicaran a los datos de los aguaceros que se tenía registrados para cada estación. En la Tabla 17 se muestran las funciones de distribución seleccionadas para cada estación.

Tabla 17 Funciones de distribución seleccionadas para cada estación para el cálculo de la precipitación para diferentes duraciones de lluvia – Fuente: Estudio CDMB

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN SELECCIONADA
Llano Grande	Pearson III
La Granja	Log pearson III
La Floresta	Pearson III
Aeropuerto Palonegro	Pearson III
Club Campestre	Gumbel
El Rasgón	Log pearson III

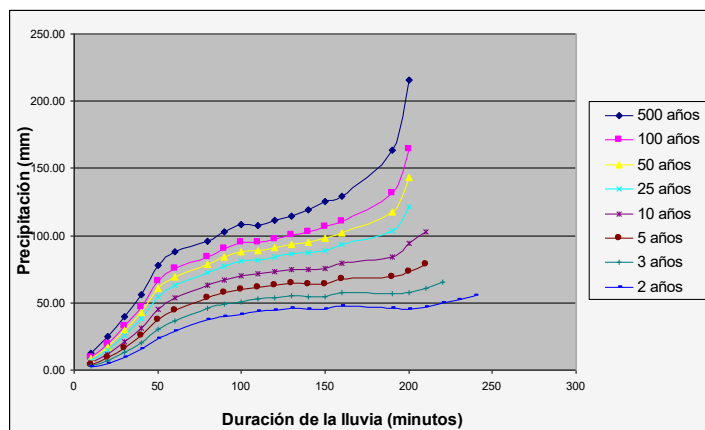
Con base en la función de distribución seleccionada para cada estación, se hallaron las ecuaciones de las líneas de tendencia que más se ajustaran a los datos las cuales se muestran desde la Tabla 18 hasta la Tabla 29.

Tabla 18 Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia menores a 20 minutos para la estación de Llano Grande – Fuente: Estudio CDMB



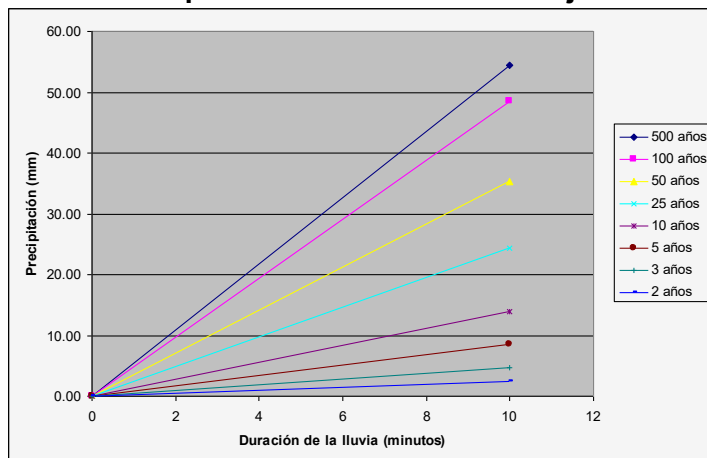
Tr Años	ECUACIONES PARA DURACIONES DE LLUVIA MENORES A 20 MINUTOS
500	$P=1.3755*tr$
100	$P=1.1008*tr$
50	$P=0.9986*tr$
25	$P=0.8732*tr$
10	$P=0.6886*tr$
5	$P=0.5367*tr$
3	$P=0.387*tr$
2	$P=0.281*tr$

Tabla 19 Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia entre 20 y 200 minutos para la estación de Llano Grande – Fuente: Estudio CDMB



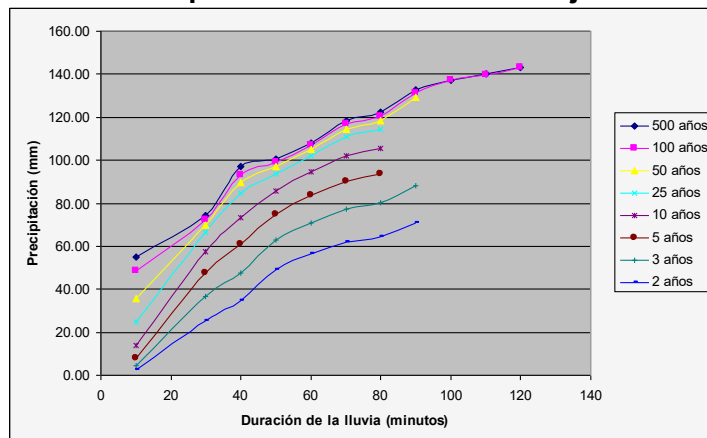
Tr Años	ECUACIONES PARA DURACIONES DE LLUVIA ENTRE 20 Y 200 MINUTOS
500	$P=0.00009*tr^3-0.0277*tr^2+3.2013*tr-26.156$
100	$P=0.00007*tr^3-0.0232*tr^2+2.783*tr-24.924$
50	$P=0.00005*tr^3-0.0174*tr^2+2.3065*tr-19.599$
25	$P=0.00004*tr^3-0.0149*tr^2+2.0639*tr-18.216$
10	$P=0.00003*tr^3-0.0119*tr^2+1.7443*tr-16.595$
5	$P=0.00002*tr^3-0.0088*tr^2+1.4114*tr-14.134$
3	$P=0.00002*tr^3-0.0087*tr^2+1.3243*tr-15.414$
2	$P=0.00001*tr^3-0.0051*tr^2+0.9354*tr-11.128$

Tabla 20 Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia menores a 10 minutos para la estación de La Granja – Fuente: Estudio CDMB



Tr Años	ECUACIONES PARA DURACIONES DE LLUVIA MENORES A 10 MINUTOS
500	$P=5.437*tr$
100	$P=4.8538*tr$
50	$P=3.5268*tr$
25	$P=2.4298*tr$
10	$P=1.396*tr$
5	$P=0.8456*tr$
3	$P=0.4662*tr$
2	$P=0.2434*tr$

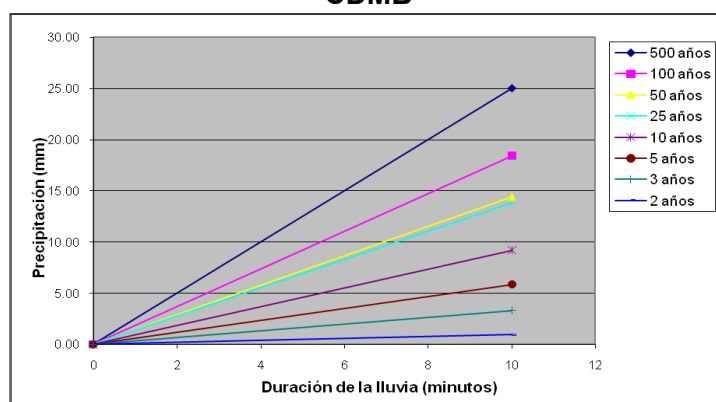
Tabla 21 Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia entre 10 y 120 minutos para la estación de La Granja – Fuente: Estudio CDMB



Tr Años	ECUACIONES PARA DURACIONES DE LLUVIA ENTRE 10 Y 120 MINUTOS
------------	--

500	$P = -0.000005 \cdot tr^3 - 0.0042 \cdot tr^2 + 1.4274 \cdot tr + 40.521$
100	$P = 0.0000007 \cdot tr^3 - 0.0058 \cdot tr^2 + 1.6012 \cdot tr + 33.105$
50	$P = 0.00007 \cdot tr^3 - 0.0208 \cdot tr^2 + 2.5942 \cdot tr + 11.336$
25	$P = 0.0002 \cdot tr^3 - 0.0414 \cdot tr^2 + 3.6006 \cdot tr - 7.7681$
10	$P = 0.00007 \cdot tr^3 - 0.0259 \cdot tr^2 + 3.1299 \cdot tr - 14.819$
5	$P = -0.0132 \cdot tr^2 + 2.4276 \cdot tr - 14.5$
3	$P = -0.0093 \cdot tr^2 + 1.9612 \cdot tr - 14.02$
2	$P = -0.0051 \cdot tr^2 + 1.3947 \cdot tr - 11.003$

Tabla 22 Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia menores a 10 minutos para la estación de La Floresta – Fuente: Estudio CDMB



Tr Años	ECUACIONES PARA DURACIONES DE LLUVIA MENORES A 10 MINUTOS
500	$P = 2,501 \cdot tr$
100	$P = 1,840 \cdot tr$
50	$P = 1,441 \cdot tr$
25	$P = 1,383 \cdot tr$
10	$P = 0,920 \cdot tr$
5	$P = 0,586 \cdot tr$
3	$P = 0,329 \cdot tr$
2	$P = 0,094 \cdot tr$

Tabla 23 Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia entre 10 y 150 minutos para la estación de La Floresta – Fuente: Estudio CDMB

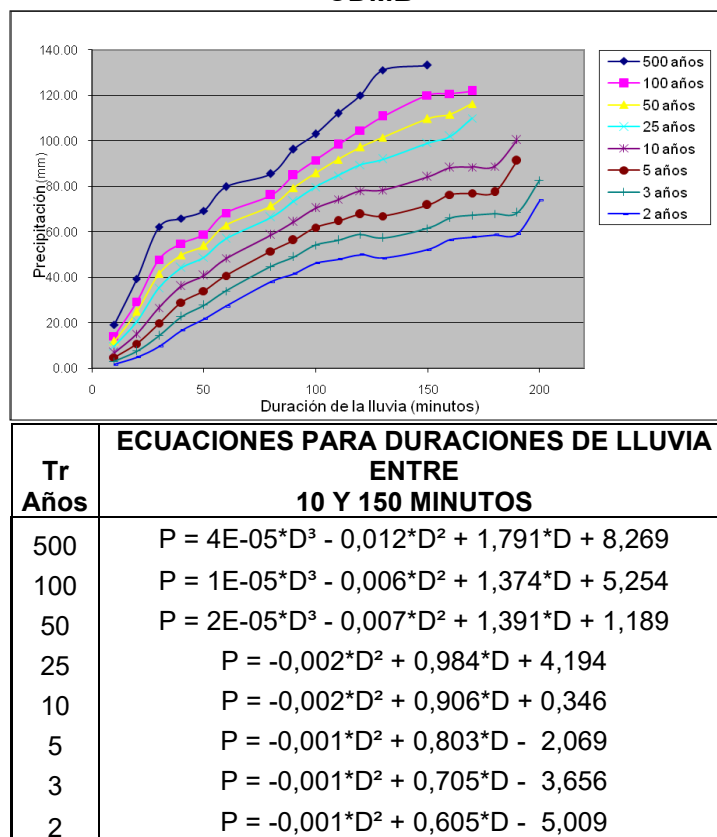
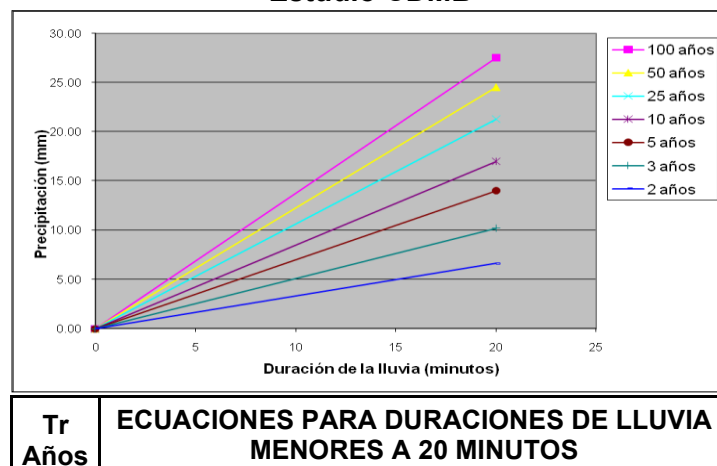


Tabla 24 Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia menores a 20 minutos para la estación de Aeropuerto Palonegro – Fuente: Estudio CDMB

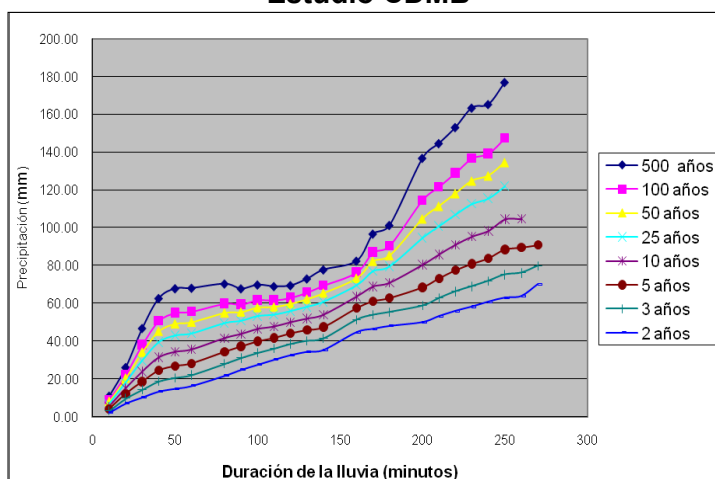


ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE
ORO SECTOR CENTROABASTOS



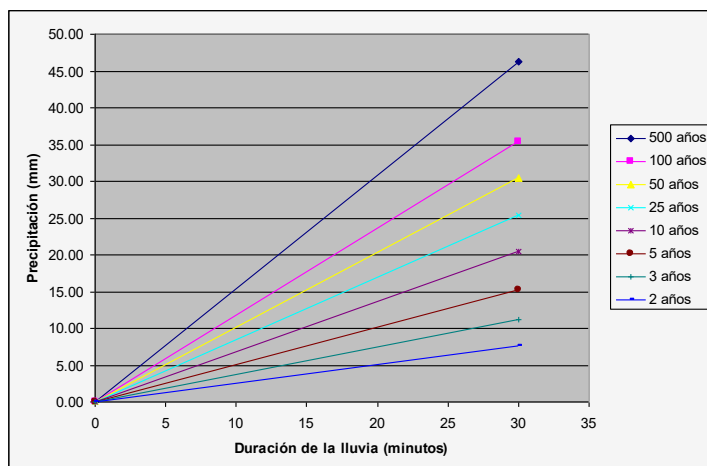
500	$P = 1,715 \cdot tr$
100	$P = 1,375 \cdot tr$
50	$P = 1,226 \cdot tr$
25	$P = 1,064 \cdot tr$
10	$P = 0,848 \cdot tr$
5	$P = 0,700 \cdot tr$
3	$P = 0,509 \cdot tr$
2	$P = 0,331 \cdot tr$

Tabla 25 Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia entre 20 y 120 minutos para la estación de Aeropuerto Palonegro – Fuente: Estudio CDMB



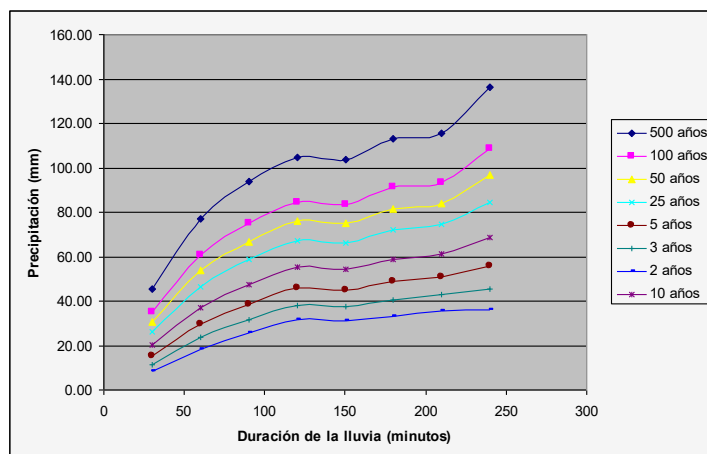
Tr Años	ECUACIONES PARA DURACIONES DE LLUVIA ENTRE 20 Y 250 MINUTOS
500	$P = 3E-05 \cdot D^3 - 0,008 \cdot D^2 + 1,192 \cdot D + 13,43$
100	$P = 2E-05 \cdot D^3 - 0,006 \cdot D^2 + 0,995 \cdot D + 9,852$
50	$P = 2E-05 \cdot D^3 - 0,005 \cdot D^2 + 0,906 \cdot D + 8,248$
25	$P = 1E-05 \cdot D^3 - 0,004 \cdot D^2 + 0,811 \cdot D + 6,591$
10	$P = 7E-06 \cdot D^3 - 0,002 \cdot D^2 + 0,583 \cdot D + 6,049$
5	$P = 7E-06 \cdot D^2 + 0,311 \cdot D + 7,779$
3	$P = -7E-05 \cdot D^2 + 0,298 \cdot D + 4,257$
2	$P = -1E-04 \cdot D^2 + 0,272 \cdot D + 1,219$

Tabla 26 Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia menores a 30 minutos para la estación de Club Campestre – Fuente: Estudio CDMB



Tr Años	ECUACIONES PARA DURACIONES DE LLUVIA MENORES A 30 MINUTOS
500	$P=1.5413 \cdot tr$
100	$P=1.1784 \cdot tr$
50	$P=1.0151 \cdot tr$
25	$P=0.8481 \cdot tr$
10	$P=0.6823 \cdot tr$
5	$P=0.5063 \cdot tr$
3	$P=0.3715 \cdot tr$
2	$P=0.2513 \cdot tr$

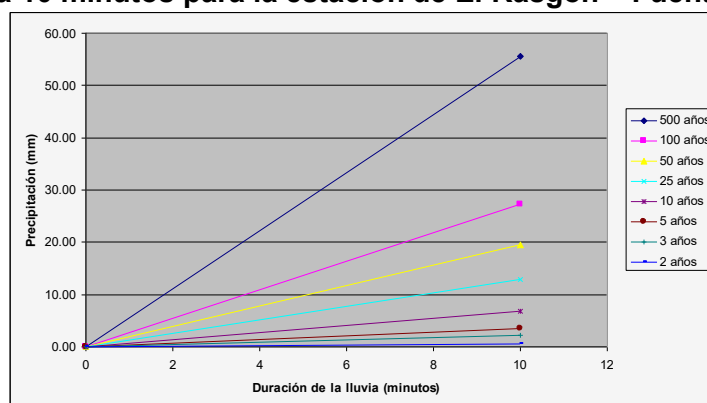
Tabla 27 Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia entre 30 y 240 minutos para la estación de Club Campestre – Fuente: Estudio CDMB



Tr	ECUACIONES PARA DURACIONES DE
----	-------------------------------

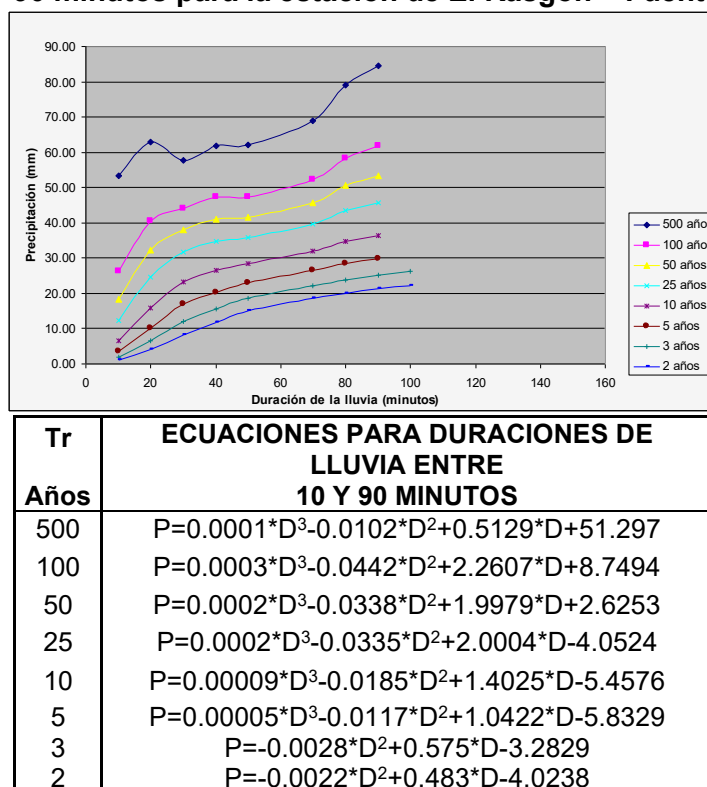
Años	LLUVIA ENTRE 30 Y 240 MINUTOS
500	$P=0.00002*D^3-0.0095*D^2+1.7155*D+2.7837$
100	$P=0.00002*D^3-0.0093*D^2+1.5468*D-3.2215$
50	$P=0.00002*D^3-0.0091*D^2+1.4722*D-6.0644$
25	$P=0.00002*D^3-0.0091*D^2+1.426*D-9.6876$
10	$P=0.00001*D^3-0.005*D^2+0.9291*D-3.173$
5	$P=0.00001*D^3-0.0049*D^2+0.8726*D-6.8488$
3	$P=0.000009*D^3-0.0044*D^2+0.7765*D-8.4325$
2	$P=0.000008*D^3-0.0039*D^2+0.6862*D-9.7522$

Tabla 28 Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia menores a 10 minutos para la estación de El Rasgón – Fuente: Estudio CDMB



Tr Años	ECUACIONES PARA DURACIONES DE LLUVIA MENORES A 10 MIN
500	$P=5.5506*tr$
100	$P=2.7236*tr$
50	$P=1.9424*tr$
25	$P=1.2802*tr$
10	$P=0.6807*tr$
5	$P=0.3469*tr$
3	$P=0.2187*tr$
2	$P=0.0586*tr$

Tabla 29 Ecuaciones para el cálculo de la precipitación para duraciones de lluvia entre 10 y 90 minutos para la estación de El Rasgón – Fuente: Estudio CDMB



Para duraciones mayores a los registrados en las tablas anteriores se adoptarán los valores máximos en 24 horas mostrados en la Tabla 16.

6.5. ANÁLISIS DE LOS DATOS DE PRECIPITACIÓN

6.5.1. Cálculo de precipitación promedio de la cuenca

En general, la altura de lluvia que cae en un sitio dado difiere de la que cae en los alrededores, aunque sea en sitios cercanos. Las estaciones registran la lluvia puntual, es decir la que se produce en el punto en que está ella y para los cálculos es necesario conocer la lluvia media en una zona dada. Para esto existen tres métodos de uso generalizado.

Método aritmético

Consiste en obtener simplemente el promedio aritmético de las alturas de precipitación registradas en cada estación usada en el análisis.

Método de Thiessen

Este método consiste en:

- Unir mediante líneas rectas dibujadas en un plano de la cuenca, las estaciones más próximas entre sí. Con ello se forman triángulos en cuyos vértices están las estaciones pluviométricas.
- Trazar líneas rectas que bisectan los lados de los triángulos. Por geometría, las líneas correspondientes a cada triángulo convergerán en un solo punto.
- Cada estación pluviométrica quedará rodeada por las líneas rectas del paso 2, que forman los llamados polígonos de Thiessen y en algunos casos por el parte aguas de la cuenca. El área encerrada por los polígonos de Thiessen y el parteaguas será el área de influencia de la estación correspondiente.
- La lluvia media se calcula entonces como un promedio ponderado de las precipitaciones registradas en cada estación, usando como peso el área de influencia correspondiente.

$$\bar{P} = \frac{1}{A_T} \sum_{i=1}^n A_i * P_i$$

Donde

A_i: es el área de influencia de la estación i

A_T: es el área total de la cuenca

P_i: es la precipitación registrada en la estación i

Método de las Isoyetas.

Este método consiste en trazar, con la información registrada en las estaciones, líneas que unen puntos de igual altura de precipitación llamadas isoyetas, de modo semejante a como se trazan las curvas de nivel en topografía.

La precipitación media se calcula en forma similar a la utilizada en los polígonos de Thiessen, pero ahora el peso es el área entre cada dos isoyetas y el parte aguas de la cuenca y la cantidad que se estima es la altura de precipitación promedio entre las dos isoyetas.

El método adoptado fue el de polígonos de Thiessen puesto que este, a diferencia del aritmético, toma en cuenta la distribución de las estaciones en el área, aunque no los factores topográficos, pero sin embargo es más conveniente que el de isoyetas desde el punto de vista práctico particularmente para cálculos repetitivos, como cuando se analiza una gran cantidad de tormentas, pues los polígonos no cambian a menos que se agreguen o eliminen estaciones. (Fundamentos de hidrología de superficie - Francisco J Aparicio.)

Los resultados obtenidos de las áreas de drenaje bajo la influencia de cada una de las estaciones seleccionadas y para cada uno de los sitios de entrada de caudal se muestran en la Tabla 30 y por porcentajes de influencia por estación en la Tabla 31.

Tabla 30 Áreas de cada drenaje por estación – Fuente: Estudio CDMB

Áreas por estación de influencia para cada microcuenca (ha)							
Cuenca	ESTACIÓN						Área Total (ha)
	LI grande	La Granja	Campestre	Rasgón	Floresta	Palonegro	
Bahondo	11915.14	13202.33	1539.84	9745.18			36402.49
Río frío	950.02	1100.05	4382.40	3200.55	3140.22	70.31	12843.56
Quebrada La Iglesia			656.57		1637.77	840.74	3135.08
Quebrada Chimitá					1028.86	993.29	2022.15
Quebrada La Cuyamita					41.50	422.57	464.08
Quebrada Nápoles						468.53	468.53
Quebrada La Argelia					3.49	599.61	603.10
Quebrada Las Navas					123.02	271.90	394.92
Quebrada Chapinero					243.86	308.55	552.41
Quebrada La Picha					11.16	459.62	470.78
							57357.10

Tabla 31 Porcentajes de áreas de cada drenaje por estación

Porcentajes por estación de influencia para cada cuenca							
Cuenca	ESTACIÓN						Área Total (ha)
	LI grande	La Granja	Campestre	Rasgón	Floresta	Palonegro	
Bahondo	32.73%	36.27%	4.23%	26.77%			100%
Río frío	7.40%	8.57%	34.12%	24.92%	24.45%	0.55%	100%
Quebrada La Iglesia			20.94%		52.24%	26.82%	100%
Quebrada Chimitá					50.88%	49.12%	100%
Quebrada La Cuyamita					8.94%	91.06%	100%
Quebrada Nápoles						100.00%	100%
Quebrada La Argelia					0.58%	99.42%	100%
Quebrada Las Navas					31.15%	68.85%	100%
Quebrada Chapinero					44.14%	55.86%	100%
Quebrada La Picha					2.37%	97.63%	100%

Teniendo en cuenta que el cálculo de la creciente máxima se debe realizar para cada sitio de confluencia con otra subcuenca que tenga el río de Oro, se deben calcular las áreas acumuladas por cada uno de ellos consideradas como punto de

entrada de caudal. A continuación, en la Tabla 32 y la Tabla 33, se muestran estos resultados al igual que se nombran los diferentes puntos de entrada que se proponen sobre el río de Oro para el tramo en estudio.

Tabla 32 Áreas de cada drenaje por punto de entrada – Fuente: Estudio CDMB

Cuenca	ESTACIÓN						Área Total (ha)
	LI grande	La Granja	Campestre	Rasgón	Floresta	Palonegro	
Bahondo	11915.14	13202.33	1539.84	9745.18			36402.49
Río frío	12865.16	14302.38	5922.24	12945.73	3140.22	70.31	49246.05
Quebrada La Iglesia	12865.16	14302.38	6578.81	12945.73	4777.99	911.05	52381.13
Quebrada Chimitá	12865.16	14302.38	6578.81	12945.73	5806.85	1904.34	54403.28
Quebrada La Cuyamita	12865.16	14302.38	6578.81	12945.73	5848.35	2326.91	54867.35
Quebrada Nápoles	12865.16	14302.38	6578.81	12945.73	5848.35	2795.44	55335.88
Quebrada La Argelia	12865.16	14302.38	6578.81	12945.73	5851.84	3395.05	55938.99
Quebrada Las Navas	12865.16	14302.38	6578.81	12945.73	5974.87	3666.95	56333.91
Quebrada Chapinero	12865.16	14302.38	6578.81	12945.73	6218.72	3975.51	56886.32
Quebrada La Picha	12865.16	14302.38	6578.81	12945.73	6229.89	4435.12	57357.10

Tabla 33 Porcentajes de áreas de cada drenaje por punto de entrada – Fuente: Estudio CDMB

Cuenca	ESTACIÓN					
	LI grande	La Granja	Campestre	Rasgón	Floresta	Palonegro
Bahondo	32.73%	36.27%	4.23%	26.77%		
Río frío	26.12%	29.04%	12.03%	26.29%	6.38%	0.14%
Quebrada La Iglesia	24.56%	27.30%	12.56%	24.71%	9.12%	1.74%
Quebrada Chimitá	23.65%	26.29%	12.09%	23.80%	10.67%	3.50%
Quebrada La Cuyamita	23.45%	26.07%	11.99%	23.59%	10.66%	4.24%
Quebrada Nápoles	23.25%	25.85%	11.89%	23.39%	10.57%	5.05%
Quebrada La Argelia	23.00%	25.57%	11.76%	23.14%	10.46%	6.07%
Quebrada Las Navas	22.84%	25.39%	11.68%	22.98%	10.61%	6.51%
Quebrada Chapinero	22.62%	25.14%	11.56%	22.76%	10.93%	6.99%
Quebrada La Picha	22.43%	24.94%	11.47%	22.57%	10.86%	7.73%

El porcentaje obtenido se multiplica por la precipitación correspondiente a la duración de la lluvia calculada para cada estación y con esto se obtiene la altura promedio de precipitación para cada punto de entrada en el río.

6.5.2. Relación precipitación-escorrentía

Para el cálculo de hidrogramas y estimación de crecientes máximas, es indispensable conocer la escorrentía que produce determinada tormenta.

Tabla 34 Curvas de escorrentía para los complejos de suelo cobertura CN

Cobertura			Grupo de suelos			
Uso de la tierra	Tratamiento práctico	Condición hidrológica	A	B	C	D
			Número de curva			
Rastrojo			77	86	91	94
Cultivos en hilera	Hileras rectas	Mala	71	81	88	91
		Buena	67	78	85	89
	Curvas de nivel	Mala	70	79	84	88
		Buena	65	75	82	86
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	66	74	80	82
		Buena	62	71	78	81
Cultivos en hileras estrechas	Hileras rectas	Mala	65	76	84	88
		Buena	63	75	83	87
	Curvas de nivel	Mala	63	74	82	85
		Buena	61	73	81	84
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	61	72	79	82
		Buena	59	70	78	81
Leguminosas en hileras estrechas o forrajes en rotación	Hileras rectas	Mala	66	77	85	89
		Buena	58	72	81	85
	Curvas de nivel	Mala	64	75	83	85
		Buena	55	69	78	83
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	63	73	80	83
		Buena	51	67	76	83
Pastos de pastoreo		Mala	68	79	86	89
		Regular	49	69	79	84
		Buena	39	61	74	80
	Curvas de nivel	Mala	47	67	81	88
		Regular	25	59	75	89
		Buena	6	35	70	79
Pastos de corte			30	58	71	78
Bosque		Mala	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
Patios			59	74	82	86
Caminos en tierra			72	82	87	89
Pavimentos			74	84	90	92

Fuente: Hidrología de tierras agrícolas CIDIAT Pag. 56

Las estimaciones de las escorrentías a partir de las precipitaciones pueden realizarse de varias formas, pero básicamente todos los métodos tratan de descontar de la lluvia caída sobre una cuenca, todas aquellas pérdidas que son debidas a factores como la infiltración, la evapotranspiración, etc. Sin embargo, el método más generalizado y quizá el más flexible es el método del número de curva CN del “Soil Conservation Service” (Servicio de Conservación de Suelos, EUA), este método es fácil de adaptar a nuestras condiciones pues toma en cuenta la cobertura del suelo, la pendiente, el porcentaje de área impermeable, el tipo de suelo, y mediante unas tablas asigna unos diferentes factores llamados número de curva CN, los cuales determinan el porcentaje de la lluvia que se infiltra.

De acuerdo con el tipo de cobertura, de suelos y de la pendiente existe una tabla para seleccionar el número de curva CN correspondiente a una condición de humedad antecedente II y que son representativos de las condiciones promedio que se pueden presentar en la cuenca. En la Tabla 34 se muestran los diferentes valores de CN para esta condición.

Para condiciones diferentes, el método utiliza condiciones adicionales I y III que corresponden a condiciones de poca humedad y mucha humedad antecedente respectivamente. En la Tabla 35 se muestran los números de curva para la Condición II.

Tabla 35 Números de curva para casos de condición de humedad antecedente

III					
CN II	CN III	CN II	CN III	CN II	CN III
1	6	34	54	67	83
2	13	35	55	68	84
3	14	36	56	69	84
4	15	37	57	70	85
5	16	38	58	71	86
6	17	39	59	72	86
7	18	40	60	73	87
8	19	41	61	74	88
9	20	42	62	75	88
10	22	43	63	76	89
11	23	44	64	77	89
12	24	45	65	78	90
13	26	46	66	79	91
14	28	47	67	80	91
15	30	48	68	81	92
16	31	49	69	82	92
17	32	50	70	83	93
18	34	51	70	84	93
19	36	52	71	85	94

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE
ORO SECTOR CENTROABASTOS



20	37	53	72	86	94
21	38	54	73	87	95
22	39	55	74	88	95
23	40	56	75	89	96
24	41	57	75	90	96
25	42	58	76	91	97
26	43	59	77	92	97
27	45	60	78	93	98
28	47	61	78	94	98
29	49	62	79	95	98
30	50	63	80	96	99
31	51	64	81	97	99
32	52	65	82	98	99
33	53	66	82	99	100

Fuente: Hidrología de tierras agrícolas CIDIAT Pag. 56

Cuando ya se tiene los coeficientes de la SCS, se procede a hallar la lluvia efectiva mediante la siguiente ecuación:

$$E = \frac{(P - P_o)^2}{P + 4 * P_o}$$

6.6. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA PARA CADA PUNTO DE ENTRADA

El ciclo hidrológico de una cuenca se puede esquematizar como un estímulo constituido por la precipitación, al que la cuenca responde mediante el escurrimiento a su salida. Entre el estímulo y la respuesta ocurren varios fenómenos que condicionan la relación entre una y otra y que están controlados por las características geomorfológicas de la cuenca y su urbanización.

Uno de los indicadores más importantes del grado de respuesta de una cuenca a una tormenta es la pendiente del cauce principal. Dado que está pendiente varía a lo largo del cauce, es necesario definir una pendiente media. Taylor y Schwarz proponen calcular la pendiente media como la de un canal de sección uniforme que tenga la misma longitud y tiempo de recorrido que la corriente en cuestión. Para el caso en el que las longitudes de los tramos no son iguales se aplica la siguiente fórmula:

$$S = \left[\frac{L}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

Donde:

- S: es la pendiente media por calcular en m/m
- L: es la longitud total del cauce del río en m
- l_i : es la longitud del tramo i en m
- S_i : es la pendiente del tramo i en m/m

En la

Tabla 36 se muestran estas características.

**Tabla 36 Características de la cuenca por punto de entrada del río de Oro –
Fuente: Estudio CDMB**

Punto de Entrada	Longitud Total m	Longitud al centroide m	Pendiente ponderada %
Bahondo	53,968	27,097	2.03%
Río frío	56,741	29,564	1.85%
Confluencia Quebrada La Iglesia	58,623	29,198	1.74%
Confluencia Quebrada Chimitá	61,054	31,698	1.65%

6.7. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO

Con la escorrentía potencial se puede hallar el caudal que produce el área de drenaje, existen varios métodos para hallar este caudal:

1. **El método racional:** es posiblemente el método más antiguo de la relación lluvia-escorrentía. Este modelo toma en cuenta, además del área de la cuenca, la altura o intensidad de precipitación y es hoy en día muy utilizado para drenajes urbanos, pero en nuestro caso no da un ajuste bueno debido a que no considera una serie de parámetros importantes.
2. **Métodos envolventes:** Estos métodos toman en cuenta sólo el área de la cuenca. Aunque no son métodos que analicen propiamente la relación entre la lluvia y la escorrentía son de enorme utilidad en los casos en que

se requiera solo estimaciones gruesas de los gastos máximos probables o bien cuando se carezca por completo de información. Consiste en obtener graficas de ensayos de forma empírica, existen diferentes fórmulas como la de Creager y Lowry además diferentes graficas para México, EUA, y otros países, pero en nuestro caso no existen.

3. **Método del Hidrograma unitario.** Este es el método más adecuado ya que toma en cuenta no solo el tipo de suelo, área, sino la forma; el volumen escurrido puede ser el mismo para dos cuencas similares pero el caudal máximo, y las demás características del hidrograma varían de una cuenca a otra, el método del hidrograma unitario toma en cuenta estas variaciones considerando además la altura total de precipitación y el área de la cuenca, su forma, pendiente, vegetación, etc., aunque no de forma explícita.

El método seleccionado fue el del hidrograma unitario el cual describimos a continuación:

“Se define como el hidrograma de escurrimiento directo que se produce por una lluvia efectiva o en exceso de lámina unitaria duración t_r y repartida uniformemente en la microcuenca.”

El método está basado en las siguientes hipótesis:

- a) **Tiempo base constante.** Para una cuenca dada, la duración total de escurrimiento directo o tiempo base es la misma para todas las tormentas con la misma duración de lluvia efectiva, independientemente del volumen total escurrido. Todo hidrograma unitario está ligado a una duración de la lluvia en exceso.
- b) **Linealidad y proporcionalidad.** Las ordenadas de todos los hidrogramas de escurrimiento directo con el mismo tiempo base, son directamente proporcionales al volumen total de escurrimiento directo, es decir, al volumen total de lluvia efectiva. Como consecuencia, las ordenadas de dichos hidrogramas son proporcionales entre sí.
- c) **Superposición de causas y efectos.** El hidrograma que resulta de un período de lluvia dado puede superponerse a hidrogramas resultantes de periodos lluviosos precedentes.

El modelo de simulación se hizo con base en un programa desarrollado en Excel por este consultor para el cual se analizaron los hidrogramas sintéticos de Snyder, del USBR, de Temez, del SCS y de Williams y Hanna.

En las siguientes tablas se muestran las ecuaciones utilizadas por cada uno de estos autores con sus respectivas definiciones.

Tabla 37 Hidrograma sintético de Snyder

PARAMETROS DE DISEÑO		
$t_L =$	$C_t * (L * L_c)^{0.3}$	
$t_r =$	$t_L / 5.5$	
$t_p =$	$12/11 * t_L$ ó $1/2 * t_r + t_L$	
$t_b =$	$72 + 3 * t_L$	
$Q_p =$	$0.7 * C_p * A / t_p$	
En donde		
$t_L :$	Tiempo de retardo	horas
$C_t :$	Coeficiente regional 1.35 - 1.65	
$L :$	Longitud del cauce	km
$L_c :$	Long. del centroide de la cuenca a desembocadura	km
$t_r :$	Duración efectiva de la lluvia	horas
$t_p :$	Tiempo al pico	horas
$t_b :$	Tiempo base del hidrograma	horas
$Q_p :$	Caudal pico	m ³ /s
$C_p :$	Constante regional 0.56 - 0.69	mm
$A :$	Área de la cuenca	km ²

Fuente: Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de erosión, pag 149

Tabla 38 Hidrograma unitario triangular del USBR

PARAMETROS DE DISEÑO		
$t_c =$	$0.066 * (L / J^{0.5})^{0.77}$	(Kirpich)
$t_L =$	$0.6 * t_c$	
$t_r =$	$t_c / 4$	
$t_p =$	$t_r / 2 + 0.6 * t_c$	
$t_b =$	$1.335 * t_r + 1.602 * t_c$ ó $2.67 * t_p$	
$Q_p =$	$A / (1.8 * t_b)$	
En donde		
$t_c :$	Tiempo de concentración	horas
$L :$	Longitud del cauce	km
$J :$	Pendiente del cauce	m/m
$t_L :$	Tiempo de retardo	horas

t_r :	Duración efectiva de la lluvia	horas
t_p :	Tiempo al pico	horas
t_b :	Tiempo base del hidrograma	horas
Q :	Caudal pico	m ³ /s.mm
A :	Área de la cuenca en km ²	km ²

Fuente: Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de erosión pag. 152

Tabla 39 Hidrograma unitario triangular de Temez

PARAMETROS DE DISEÑO		
$t_c =$	$0.3 * (L / J^{0.25})^{0.76}$	
$t_r =$	$t_c / 5$	
$t_p =$	$t_r / 2 + 0.35 * t_c$	
$t_b =$	$t_c + t_r$	
$Q =$	$A * E / 1.8 * t_b$	
$E =$	$(P - 0.2 * S)^2 / (P + 0.8 * S)$	
$S =$	$(25400 / CN) - 254$	
En donde		
t_c :	Tiempo de concentración	horas
L :	Longitud del cauce	km
J :	Pendiente del cauce	m/m
t_r :	Duración efectiva de la lluvia	horas
t_p :	Tiempo al pico	horas
t_b :	Tiempo base del hidrograma	horas
Q :	Caudal máximo	m ³ /s
A :	Área de la cuenca en km ²	km ²
E :	Escorrentía neta	mm
P :	Precipitación	mm
S :	Infiltración potencial máxima	mm
CN :	Número de curva según SCS	

Fuente: Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de erosión pag. 155

Tabla 40 Hidrograma sintético de SCS

PARAMETROS DE DISEÑO		
$t_L =$	$L^{0.8} * (2540 - 22.86 * CN)^{0.7} / [(14.104 * CN^{0.7}) * J^{0.5}]$	CN < 50
$t_L =$	$1/3600 * \sum (L / V)$	CN > 50
$t_c =$	$1.67 * t_L$	
$t_p =$	$t_r / 2 + t_L$	
$t_r =$	t_c	$A < 16 \text{ km}^2$
$t_r =$	$2 * \text{raiz}(t_c)$	$A > 16 \text{ km}^2$
$Q_p =$	$0.208 * A / t_p$	

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE
ORO SECTOR CENTROABASTOS



En donde	
t_L :	Tiempo de retardo horas
L :	Longitud del cauce km
CN :	Número de curva según SCS
J :	Pendiente del cauce m/m
V :	Velocidad media m/s
t_c :	Tiempo de concentración horas
t_p :	Tiempo al pico horas
t_r :	Duración efectiva de la lluvia horas
Q_p :	Caudal pico m ³ /s.mm
A :	Área de la cuenca en km ²

Fuente: Hidrología aplicada. Ven Te Chow. Pág 236

En las siguientes Tablas se muestran los resultados para todos los puntos de entrada asumidos de acuerdo con el análisis de los hidrogramas sintéticos de Snyder, del USBR, de Temez, del SCS y de Williams y Hanna.

Tabla 41 Caudales de diseño Río de Oro Puntos de entrada 1 y 2

Periodo de retorno en años	Caudal en m ³ /s											
	1 - Bahondo a Río Frío						2 - Río Frío a Q. La Iglesia					
	Snyder	USBR	Temez	SCS	Williams Hann	Q Prom	Snyder	USBR	Temez	SCS	Williams Hann	Q Prom
2	61	157	165	212	489	217	65	156	177	258	540	239
5	96	268	259	325	711	332	105	284	291	374	713	353
10	122	336	335	429	927	430	138	362	384	497	934	463
25	171	422	464	572	1232	572	197	482	552	673	1238	628
50	188	461	518	662	1448	655	225	535	624	792	1471	729
100	215	507	594	741	1648	741	258	609	715	888	1673	828
500	251	572	709	986	2296	963	313	703	883	1199	2335	1086

Fuente: Estudio CDMB

Tabla 42 Caudales de diseño Río de Oro Puntos de entrada 3 y 4

Periodo de retorno en años	Caudal en m ³ /s											
	3 - Q. La Iglesia a Q. Chimitá						4 - Q. Chimita a Q. Cuyamita					
	Snyder	USBR	Temez	SCS	Williams Hann	Q Prom.	Snyder	USBR	Temez	SCS	Williams Hann	Q Prom.
2	68	160	186	272	547	247	70	163	192	278	547	250
5	112	294	310	394	713	365	115	300	321	408	713	371
10	146	375	407	520	934	476	149	380	418	533	934	483
25	209	501	575	698	1238	644	211	517	589	713	1238	653
50	237	559	658	827	1476	751	241	576	681	850	1476	765
100	269	672	743	920	1,681	857	272	687	761	939	1681	868
500	329	737	923	1245	2335	1114	337	762	961	1274	2335	1134

6.8. CAUDALES DE DISEÑO RÍO DE ORO

A raíz de los sucesos del 11 de Febrero de 2005, la CDMB a través de un consultor externo realizó un patronamiento del Río de Oro en el sector comprendido entre Bahondo y el Café Madrid asignándose en aquel estudio al Río de Oro un caudal en Bahondo comprendido entre 400 y 668 m³/s con una determinación de 37 años como período de retorno, lo que equivale para un período de retorno de 50 años, a caudales entre 657 y 797 m³/s de acuerdo con la metodología propuesta por Gradex en el mismo estudio (Diagnostico de las amenazas de inundación y erosión en el río de oro -volumen 3 – modelaciones hidrológicas e hidráulicas Pág. 107 a 111).

Estos valores fueron consecuentes con los encontrados anteriormente para la zona del Parque Industrial de Bucaramanga en donde se obtuvieron valores aproximados de 800 m³/s para la misma tormenta.

Este punto de partida nos permite detectar un valor similar en dicho punto, para un período de retorno de 50 años, para los caudales calculados según el método de SCS (662 m³/s). Otros métodos como Snyder (188 m³/s), USBR (461 m³/s) y Temez (518 m³/s) nos colocan con valores inferiores y el de William y Hann (1448 m³/s) con valor muy superior. El valor obtenido según el método SCS corresponde igualmente al caudal promedio del obtenido por todos los métodos calculados.

Analizando todos los anteriores considerandos, la CDMB optó por utilizar para efecto de estimaciones de caudal el método del **SCS**, cuyos valores para diferentes períodos de retorno se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 43 Caudales de Diseño Río de Oro – Fuente propia

Periodo de retorno en años	Caudal de diseño en sector Centroabastos en m ³ /s
2	278
5	408
10	533
25	713
50	850
100	939
500	1274

7. HIDRÁULICA DEL CAUCE

Utilizando los caudales de diseño obtenidos para el Río de Oro se procede a realizar el modelamiento hidráulico del cauce, con el objeto de obtener la velocidad del flujo, área hidráulica, entre otros parámetros.

El modelo hidráulico se realiza empleando el software HEC-RAS del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos. Este programa fue desarrollado para calcular perfiles de flujo gradualmente variado en un canal con secciones transversales regulares o irregulares cuyo funcionamiento se describe a continuación.

7.1. CÁLCULO DE LOS PERFILES DE FLUJO (FLUJO GRADUALMENTE VARIADO)

El programa calcula los perfiles de flujo empleando el método del paso estándar, la modelación matemática se realizó tomando las secciones transversales de acuerdo con las características mencionadas anteriormente.

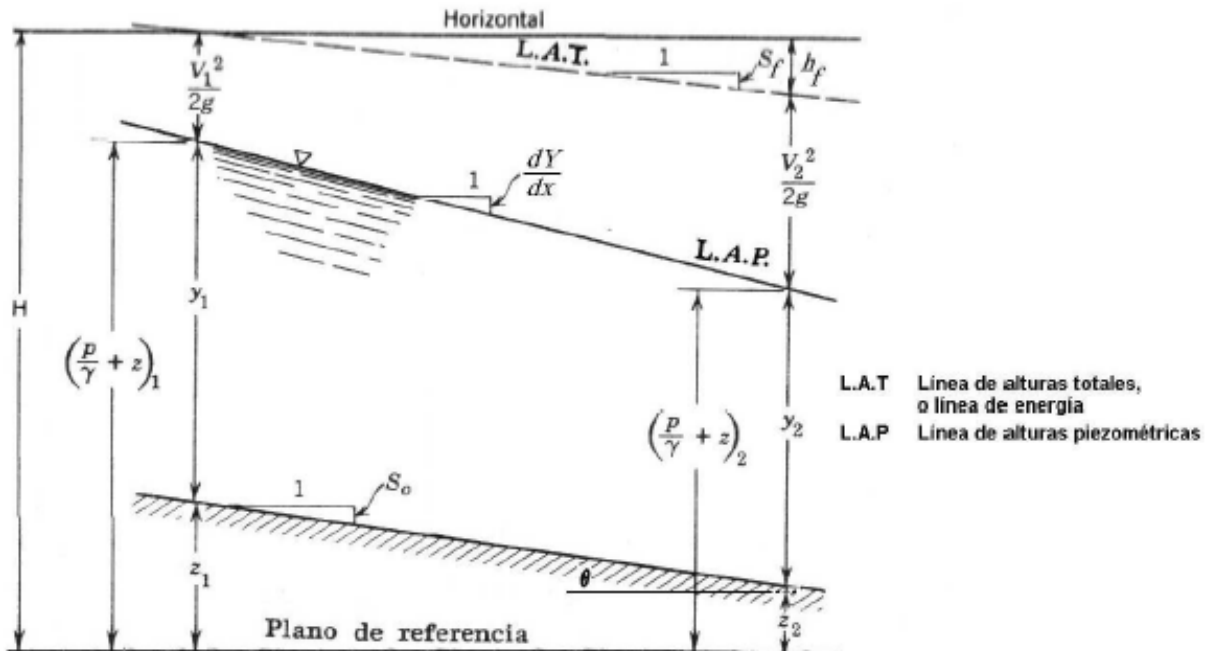


Figura 14 Análisis flujo gradualmente variado

Un flujo gradualmente variado constituye una clase del flujo permanente no uniforme, en el cual existe una variación continua a lo largo del canal, de la profundidad del flujo y de igual forma en el área, la velocidad, el perímetro mojado, el radio hidráulico, entre otros (Chaudhry, 1994).

La posible forma que pueda tener la superficie libre está en función de las profundidades real, normal y crítica. Para el análisis de este tipo de flujos, el HEC-RAS, presenta las siguientes consideraciones:

- El flujo es permanente, es decir, constante en el tiempo.
- La distribución de presiones en cada sección transversal del canal es hidrostática (líneas de corriente paralelas).

- La pendiente del canal es pequeña y uniforme.

Para el cálculo de la línea de energía, se permite el uso de las ecuaciones de flujo uniforme, que consideran que la pérdida de energía por fricción es la más importante.

En el análisis del flujo en canales, es necesario predecir cuál es el comportamiento de los perfiles de la lámina de agua. Esto se puede hacer con un análisis del comportamiento de la pendiente de la superficie del agua en función de las variables geométricas e hidráulicas del flujo, como se analiza a continuación.

En cualquier sección transversal la energía total H está dada por la expresión:

$$H = \frac{V^2}{2g} + Y + Z$$

Donde:

H : La energía total,

V : La velocidad promedio del flujo en dicha sección transversal,

g : La aceleración de la gravedad,

Y : La profundidad del flujo

Z : La altura de posición con respecto a un plano de referencia.

Derivando la ecuación anterior con la distancia longitudinal, y considerando un sistema de referencia con incrementos positivos a la derecha, se tiene:

$$\begin{aligned}\frac{dH}{dx} &= \frac{d}{dx} \left(\frac{V^2}{2g} \right) + \frac{dY}{dx} + \frac{dZ}{dx} \\ -Se &= -Fr^2 \frac{dY}{dx} + \frac{dY}{dx} + So\end{aligned}$$

Donde:

$$\frac{dH}{dx} = -Se$$

Es el cambio de la energía con respecto a la distancia, es decir, la pendiente de la línea de energía.

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{V^2}{2g} \right) = -\frac{Q^2}{gA^3} \left(\frac{dA}{dY} \right) = -\frac{Q^2 B}{gA^3} \left(\frac{dA}{dY} \right) = -Fr^2 \frac{dY}{dX}$$

Siendo:

A : Es el área de la sección transversal del flujo

B : El ancho superior del flujo

Q: El caudal del flujo

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gD}} \quad (\text{Número de Froude})$$

D: Profundidad hidráulica, igual a **A / B**

$$\frac{dZ}{dx} = -S_o \quad \text{Es la pendiente del fondo del canal.}$$

Por lo tanto, la ecuación se puede describir como:

$$\frac{dY}{dx} = \frac{S_o - S_e}{1 - Fr^2}$$

Existen varias formas de calcular el flujo gradualmente variado en un cauce. El Hec-RAS, emplea el método del paso estándar, que a continuación se resume en forma breve.

7.2. MÉTODO DEL PASO ESTÁNDAR

El flujo gradualmente variado es calculado en el HEC-RAS empleando el método del paso estándar, el cual es una de las metodologías más aplicadas para el cálculo tanto de perfiles de flujo en canales prismáticos como en aquellos de geometría variada.

El método consiste en estimar la profundidad del flujo en las diferentes secciones transversales, iniciando a partir de los datos de profundidad conocidos para una sección, que en la mayoría de los casos corresponde a la sección de control.

Si el flujo es subcrítico los cálculos se inician desde aguas abajo y se desarrollan hacia aguas arriba y si es supercrítico se parte de aguas arriba continuándose hacia aguas abajo. Se determina por un método de convergencia, la profundidad del flujo en cada sección transversal localizada en una determinada abscisa de forma que satisfaga las relaciones de energía en el cauce.

7.3. METODOLOGÍA

La metodología empleada para analizar desde el punto de vista hidráulico el cauce a modelar se presenta a continuación, destacando que las simulaciones del comportamiento del flujo se realizaron empleando el modelo matemático Hec-RAS (U.S. Army Corps Engineers, 2002), versión 5.0.7, ampliamente usado en Estados Unidos y Latinoamérica.

7.3.1. Procesamiento de Información Topográfica

A partir de la topografía y batimetrías levantadas para el Río de Oro, se realiza el modelo geométrico de secciones transversales, ubicadas mirando hacia aguas abajo, y se introducen en el software HecRAS, desde la sección más aguas abajo hacia aguas arriba.

7.3.2. Implementación del Modelo Matemático

Una vez constituido el modelo geométrico, se determinaron los parámetros hidráulicos de las secciones transversales, con base en la geometría obtenida de la topografía. De acuerdo con los valores típicos, se estiman los coeficientes de rugosidad por el método de Cowan.

Una vez lo anterior, se calcularon los perfiles del flujo para los diferentes periodos de retorno, empleando los caudales de diseño correspondientes a los diferentes periodos de retorno para cada tramo del modelo hidráulico.

Asumiendo que el flujo se comporta como un flujo gradualmente variado, para cada sección transversal se definió el nivel correspondiente asociado a un determinado caudal.

Del cálculo hidráulico, para cada sección transversal se estimó el área hidráulica, la velocidad del flujo, el ancho de la sección y el número de Froude, entre otros parámetros.

7.4. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD “N” DE MANNING

El valor del coeficiente de rugosidad “ n ” para la ecuación de Manning dentro de un canal es muy variable y depende de un cierto número de factores que se describen a continuación.

Rugosidad superficial: Se representa por el tamaño y la forma de los granos del material que forman el perímetro mojado y que producen un efecto retardador del flujo. En general, granos finos dan como resultado un valor relativamente bajo de n , y granos gruesos, un valor alto de n . Los cantos rodados grandes a menudo se concentran en el fondo de la corriente, haciendo que este sea más rugoso que sus bancas e incrementando el valor de n para los niveles bajos.

Vegetación: Puede considerarse como una clase de rugosidad superficial, pero también reduce de manera notable la capacidad del canal y retarda el flujo. Este efecto depende por completo de la altura, la densidad, la distribución y el tipo de vegetación.

Irregularidad del canal: Las irregularidades del canal incluyen irregularidades en el perímetro mojado y variaciones en la sección transversal, tamaño y forma de esta a lo largo del canal. En canales naturales, tales irregularidades por lo general son producidas por la presencia de barras de arena, ondas de arena, crestas y

depresiones y fosos y montículos en el lecho del canal. En general un cambio gradual y uniforme en la sección transversal o en su tamaño y forma no produce efectos apreciables en el valor de n , pero cambios abruptos o alternaciones de secciones grandes y pequeñas requieren el uso de un valor grande de n .

Alineamiento del canal: Curvas suaves con radios grandes producirán valores de n relativamente bajos, en tanto que curvas bruscas con meandros severos incrementarán el valor de n . La curvatura puede inducir la acumulación de material flotante y por consiguiente incrementar indirectamente el valor de n .

Sedimentación y socavación: La sedimentación puede cambiar un canal muy irregular en un canal relativamente uniforme y disminuir el n , en tanto que la socavación puede hacer lo contrario e incrementar el n . Sin embargo, el efecto dominante de la sedimentación dependerá de la naturaleza del material depositado. La cantidad y uniformidad de la socavación dependerán del material que conforma el perímetro mojado, Así, un lecho de arena o de gravas se erosionará más uniformemente que un lecho de arcillas. La energía utilizada para erosionar y mover el material en suspensión o por saltación a lo largo del lecho también incrementará el valor de n . El efecto de la socavación no es importante siempre y cuando la erosión del lecho del canal, causada por velocidades altas progrese igual y uniformemente.

Obstrucción: La presencia de obstrucciones de troncos, de pilas de puente y estructuras similares tiende a incrementar el valor de n . La magnitud de este aumento depende de la naturaleza de las obstrucciones, de su tamaño, forma, número y distribución.

Tamaño y forma del canal: No existe evidencia definitiva acerca del tamaño y la forma del canal como factores importantes que afecten el valor de n .

Nivel y caudal: En la mayoría de las corrientes el valor de n disminuye con el aumento en el nivel y en el caudal. Cuando el agua es poco profunda, las irregularidades del fondo del canal quedan expuestas y sus efectos se vuelven pronunciados. Sin embargo, el valor de n puede ser grande en niveles altos si las bancas están cubiertas por pastos o son rugosas. Cuando el caudal es muy alto, la corriente puede rebosar sus bancas y una parte del flujo se localizará en la planicie de inundación y allí el n por lo general es mayor que el del canal en sí y su magnitud depende de la condición superficial o de la vegetación.

Cambio estacional: Debido al crecimiento estacional de plantas acuáticas, hierbas, malezas, sauces y árboles en el canal o en las bancas, el valor de n puede aumentar en la estación de crecimiento y disminuir en la estación inactiva.

Este cambio estacional puede producir cambios en otros factores.

Material en suspensión y carga de lecho: El material en suspensión y la carga de lecho, ya sea en movimiento o no, consumirá energía y causará una pérdida de altura e incrementará la rugosidad aparente del canal.

A partir del reconocimiento de varios factores primordiales que afectan el coeficiente de rugosidad n de Manning, Cowan desarrolló un procedimiento para estimar el valor de n el cual puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$n = (n_m + n_i + n_v + n_o + n_{ve}) * m_m$$

Donde:

- n_m : Valor básico de n para canal recto, uniforme y liso en los materiales naturales involucrados.
- n_i : Valor que debe agregarse a n_m para corregir el efecto de las rugosidades superficiales.
- n_v : Valor para considerar las variaciones en forma y tamaño de la sección transversal del canal
- n_o : Valor para considerar las obstrucciones.
- n_{ve} : Valor para considerar la vegetación y las condiciones de flujo.
- m_m : Factor de corrección de los efectos por meandros en el canal.

Los valores apropiados de n_m , n_i , n_v , n_o , n_{ve} y m_m pueden seleccionarse de la Tabla 44.

Al establecer el valor de n_i , se considera que el grado de irregularidad es liso para superficies comparables con el mejor obtenible en los materiales involucrados; menor para canales artificiales bien dragados, con taludes laterales ligeramente erosionados o socavados en canales artificiales o canales de drenaje; moderado para canales mediana a pobremente dragados, taludes laterales moderadamente derrumbados o erosionados de canales artificiales o canales de drenaje; y severos para bancas muy derrumbadas de cauces naturales o con taludes laterales muy erosionados o muy derrumbados en canales artificiales o canales de drenaje, y canales artificiales excavados en roca con superficies deformes, con entrantes y salientes e irregulares.

Al establecer el valor de n_v , se considera que el carácter de las variaciones en tamaño y forma de la sección transversal es gradual cuando el cambio en el tamaño o en la forma ocurre de manera gradual, alternante ocasional cuando las secciones grandes y pequeñas se alternan ocasionalmente o cuando los cambios en la forma causan el cambio de la corriente principal de un lado a otro, y frecuentemente alterna cuando las secciones grandes y pequeñas se alternan con frecuencia o cuando los cambios en la forma causan frecuentes cambios de la corriente principal de un lado a otro.

Al establecer el valor de n_o se consideran la presencia y las características de obstrucciones como depósitos de basura, palos, raíces expuestas, cantos rodados y troncos caídos y atascados. Para juzgar el efecto relativo de las obstrucciones se debe considerar hasta qué punto las obstrucciones ocupan o reducen el promedio del área mojada, la naturaleza de las obstrucciones y la posición y el espaciamiento, transversal y longitudinal, de las obstrucciones en el tramo bajo consideración.

Tabla 44 Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad mediante la ecuación de Cowan

Condiciones del canal		Valores
nm1	Para canales en tierra	0.020
nm2	Para canales en roca cortada	0.025
nm3	Para canales en grava fina	0.024
nm4	Para canales en grava gruesa	0.028
nm5	Para canales en tierra arenosa	0.023
ni1	Irregularidad de sección: liso	0.000
ni2	Irregularidad de sección: menor	0.005
ni3	Irregularidad de sección: moderada	0.010
ni4	Irregularidad de sección: severa	0.020
nv1	Variación entre secciones: gradual	0.000
nv2	Variación entre secciones: alternante ocasional	0.005
nv3	Variación entre secciones: frecuentemente alterna	0.010
nv4	Variación entre secciones: muy frecuente alterna	0.015
no1	Obstrucciones: despreciable	0.000
no2	Obstrucciones: menor	0.012
no3	Obstrucciones: apreciable	0.025
no4	Obstrucciones: severa	0.055
nve1	Vegetación : Nula	0.000
nve2	Vegetación : Baja	0.007
nve3	Vegetación : Media	0.017
nve4	Vegetación : Alta	0.037
nve5	Vegetación : Muy alta	0.075
mm1	Cantidad de meandros: Menor	1.000
mm2	Cantidad de meandros: Apreciable	1.150
mm3	Cantidad de meandros: Severa	1.300

Al establecer el valor de n_{ve} se considera el grado del efecto de la vegetación:

Bajo: Crecimientos densos de pastos o malezas flexibles donde la profundidad promedio de flujo es de dos a tres veces la altura de la vegetación.

Varas flexibles de planta jóvenes donde la profundidad promedio de flujo es de tres a cuatro veces la altura de la vegetación.

Medio: Césped cuando la profundidad promedio de flujo es una a dos veces la altura de la vegetación.

Pastos con tallo, maleza o plantas jóvenes con cubierta moderada cuando la profundidad promedio de flujo es de dos a tres veces la altura de la vegetación.

Crecimientos de matorrales, moderadamente densos, a lo largo de los taludes laterales de un canal sin vegetación importante a lo largo del fondo del canal, cuando el radio hidráulico es mayor que 2 pies.

Alto: Prados de césped cuando la profundidad promedio es más o menos igual a la altura de la vegetación.

Plantas jóvenes con crecimiento intermedio de malezas y matorrales, sin vegetación en el follaje, cuando el radio hidráulico es mayor que 2 pies.

Matorrales con intercalaciones de algunas malezas con follaje completo a lo largo de los taludes laterales sin vegetación importante a lo largo del fondo del canal, cuando el radio hidráulico es mayor que 2 pies.

Muy alto: Pastos cuando la profundidad promedio del flujo es menor que la mitad de la altura de la vegetación.

Matorrales con crecimientos intercalados de malezas con follaje completo a lo largo de los taludes laterales o crecimientos densos de plantas de hojas anchas en el fondo del canal, con cualquier valor de radio hidráulico hasta 10 o 15 pies.

Árboles en la estación de crecimiento con intercalaciones de malezas y matorrales, todos con follaje completo, con cualquier valor de radio hidráulico hasta 10 o 15 pies.

Al establecer el valor de M_m el grado de los efectos por meandros depende de la relación entre la longitud con meandros y la longitud recta del tramo del canal. Los meandros se consideran menores para relaciones de 1 a 1.2, apreciables para relaciones de 1.2 a 1.5, y severos para relaciones de 1.5 y mayores.

Utilizando el método de Cowan se determinaron los coeficientes de rugosidad “ n ” de Manning para el Río de Oro, tanto para el cauce principal como para sus márgenes a la altura de Centroabastos (Ver Tabla 45).

Tabla 45 Coeficientes de Rugosidad “n” de Manning por tramos

Abscisas	Margen Izquierdo	Canal	Margen Derecho
K7+071.70	0.063	0.044	0.052
K7+100 a K7+600	0.063	0.044	0.075
K7+650 a K7+836.50	0.045	0.038	0.075
K7+850 a K8+050	0.055	0.038	0.038
K8+100 a K8+450	0.057	0.038	0.038
K8+500 a K8+750	0.045	0.038	0.038
K8+800 a K9+00	0.055	0.038	0.055
K9+050 a K9+350	0.063	0.044	0.052

7.5. RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan los resultados numéricos del modelamiento hidráulico del Río de Oro a la altura de Centroabastos, entre las abscisas K7+650 y K8+500.

El modelamiento hidráulico del Río de Oro arroja las alturas de la lámina de agua para los periodos de retorno máximos de 100 y 500 años, con las cuales se proyectan las obras de control de cauce.

De la Figura 15 a la Figura 33 se presentan las secciones transversales del modelo hidráulico, las cuales arrojan las alturas de la lámina de agua para los diferentes periodos de retorno, con las cuales se proyectan los niveles de las obras de control de cauce para mitigación de la amenaza por inundación y socavación lateral.

Con la altura de la lámina de agua obtenida para las crecientes máximas, se proyecta la construcción de muros en gavión de 6 m de altura, cuya cota máxima alcanza el nivel de la creciente correspondiente a un periodo de retorno de 500 años, tal como se muestra en la sección transversal presentada en la Figura 34.

Así mismo, con los resultados numéricos del modelo hidráulico se realiza el análisis de socavación para la proyección de la cimentación de las obras de control de cauce.

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE
ORO SECTOR CENTROABASTOS



**Tabla 46 Resultados numéricos modelamiento hidráulico con obras proyectadas –
Fuente propia Actualización Estudio CDMB**

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: RIO DE ORO Reach: INUNDACIÓN

Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
INUNDACION	188	278.00	659.71	662.79	663.03	0.002144	2.39	161.51	76.71	0.46
INUNDACION	188	408.00	659.71	663.37	663.68	0.002239	2.78	206.52	77.80	0.49
INUNDACION	188	533.00	659.71	663.84	664.22	0.002351	3.10	242.88	78.66	0.51
INUNDACION	188	713.00	659.71	664.42	664.90	0.002496	3.52	288.77	79.75	0.54
INUNDACION	188	850.00	659.71	664.81	665.37	0.002587	3.79	320.45	80.48	0.55
INUNDACION	188	939.00	659.71	665.05	665.65	0.002645	3.96	339.66	80.93	0.56
INUNDACION	188	1274.00	659.71	665.87	666.64	0.002816	4.52	406.69	82.54	0.60
INUNDACION	187	278.00	659.02	662.43	662.87	0.003590	3.29	128.54	78.09	0.60
INUNDACION	187	408.00	659.02	663.00	663.52	0.003639	3.72	173.24	79.31	0.63
INUNDACION	187	533.00	659.02	663.44	664.05	0.003768	4.09	208.69	80.26	0.65
INUNDACION	187	713.00	659.02	664.00	664.72	0.003926	4.54	253.51	81.45	0.68
INUNDACION	187	850.00	659.02	664.38	665.19	0.004011	4.84	284.79	82.27	0.69
INUNDACION	187	939.00	659.02	664.61	665.47	0.004073	5.03	303.65	82.76	0.70
INUNDACION	187	1274.00	659.02	665.40	666.45	0.004258	5.65	369.98	85.24	0.74
INUNDACION	186	278.00	658.50	661.78	662.59	0.006688	4.39	96.48	69.28	0.82
INUNDACION	186	408.00	658.50	662.36	663.25	0.006294	4.81	139.43	76.08	0.82
INUNDACION	186	533.00	658.50	662.74	663.76	0.006640	5.29	168.46	76.83	0.86
INUNDACION	186	713.00	658.50	663.20	664.41	0.007139	5.91	203.90	77.75	0.91
INUNDACION	186	850.00	658.50	663.51	664.86	0.007454	6.32	228.12	78.37	0.94
INUNDACION	186	939.00	658.50	663.71	665.14	0.007540	6.54	244.01	78.77	0.95
INUNDACION	186	1274.00	658.50	664.37	666.10	0.007989	7.33	296.50	80.09	1.00
INUNDACION	185	278.00	658.33	661.11	662.20	0.010802	4.94	82.28	70.77	1.01
INUNDACION	185	408.00	658.33	661.55	662.84	0.011141	5.60	113.63	71.47	1.06
INUNDACION	185	533.00	658.33	661.95	663.36	0.010789	6.01	142.23	72.24	1.06
INUNDACION	185	713.00	658.33	662.50	664.01	0.009888	6.39	183.04	74.77	1.04
INUNDACION	185	850.00	658.33	662.87	664.46	0.009584	6.68	210.36	75.92	1.04
INUNDACION	185	939.00	658.33	663.08	664.74	0.009456	6.87	226.88	76.33	1.04
INUNDACION	185	1274.00	658.33	663.89	665.72	0.008704	7.37	288.94	77.85	1.03
INUNDACION	184.1	278.00	658.13	661.31	661.53	0.002603	2.70	173.14	72.11	0.51
INUNDACION	184.1	408.00	658.13	661.97	662.23	0.002471	3.02	235.54	98.73	0.51
INUNDACION	184.1	533.00	658.13	662.50	662.79	0.002358	3.24	288.02	98.73	0.51
INUNDACION	184.1	713.00	658.13	663.02	663.39	0.002582	3.68	339.03	98.73	0.55
INUNDACION	184.1	850.00	658.13	663.36	663.78	0.002746	3.98	372.59	98.74	0.57
INUNDACION	184.1	939.00	658.13	663.56	664.03	0.002844	4.16	392.87	98.74	0.59
INUNDACION	184.1	1274.00	658.13	664.27	664.87	0.003146	4.77	462.42	98.74	0.63
INUNDACION	184	278.00	658.13	661.29	661.50	0.001851	2.27	142.46	62.05	0.43
INUNDACION	184	408.00	658.13	661.94	662.20	0.001863	2.61	185.39	69.16	0.45
INUNDACION	184	533.00	658.13	662.45	662.77	0.001845	2.84	220.96	70.63	0.45
INUNDACION	184	713.00	658.13	662.92	663.35	0.002139	3.30	254.39	71.99	0.50
INUNDACION	184	850.00	658.13	663.22	663.74	0.002362	3.62	276.24	72.86	0.53
INUNDACION	184	939.00	658.13	663.40	663.98	0.002503	3.82	289.32	73.38	0.55
INUNDACION	184	1274.00	658.13	663.98	664.80	0.003133	4.60	332.73	75.07	0.62
INUNDACION	183	278.00	658.18	660.94	661.34	0.004100	3.07	102.52	51.80	0.62
INUNDACION	183	408.00	658.18	661.49	662.04	0.004499	3.67	135.37	88.51	0.68
INUNDACION	183	533.00	658.18	662.15	662.63	0.003137	3.50	197.77	94.26	0.58
INUNDACION	183	713.00	658.18	662.63	663.20	0.003251	3.87	242.89	94.29	0.61
INUNDACION	183	850.00	658.18	662.94	663.59	0.003370	4.13	272.15	94.31	0.62
INUNDACION	183	939.00	658.18	663.13	663.82	0.003445	4.29	289.75	94.32	0.64
INUNDACION	183	1274.00	658.18	663.75	664.62	0.003782	4.89	348.69	95.70	0.68
INUNDACION	182	278.00	657.82	660.25	661.01	0.009710	4.18	76.42	47.57	0.93
INUNDACION	182	408.00	657.82	660.77	661.69	0.008837	4.63	101.32	49.84	0.92
INUNDACION	182	533.00	657.82	661.26	662.33	0.008498	5.10	130.79	72.28	0.93
INUNDACION	182	713.00	657.82	661.91	662.94	0.006502	5.08	187.45	95.48	0.84
INUNDACION	182	850.00	657.82	662.19	663.31	0.006594	5.37	214.27	95.49	0.86
INUNDACION	182	939.00	657.82	662.36	663.54	0.006646	5.54	230.53	95.51	0.87
INUNDACION	182	1274.00	657.82	663.00	664.33	0.006433	6.00	291.71	95.53	0.87
INUNDACION	181	278.00	657.50	660.03	660.56	0.005700	3.37	91.43	48.66	0.72
INUNDACION	181	408.00	657.50	660.57	661.26	0.005579	3.86	118.10	49.43	0.74

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: RIO DE ORO Reach: INUNDACION (Continued)

Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
INUNDACION	181	533.00	657.50	660.86	661.91	0.007397	4.75	134.98	78.74	0.87
INUNDACION	181	713.00	657.50	661.52	662.52	0.005777	4.79	193.89	94.76	0.79
INUNDACION	181	850.00	657.50	661.87	662.91	0.005468	4.95	227.65	94.78	0.78
INUNDACION	181	939.00	657.50	662.09	663.15	0.005307	5.05	248.26	94.79	0.78
INUNDACION	181	1274.00	657.50	662.84	663.99	0.004876	5.39	319.30	94.82	0.77
INUNDACION	180	278.00	657.37	659.81	660.27	0.004985	3.12	98.92	55.13	0.68
INUNDACION	180	408.00	657.37	660.40	660.97	0.004510	3.49	132.08	56.53	0.67
INUNDACION	180	533.00	657.37	660.80	661.51	0.004741	3.91	157.18	67.32	0.70
INUNDACION	180	713.00	657.37	661.31	662.21	0.005047	4.46	202.38	94.26	0.74
INUNDACION	180	850.00	657.37	661.68	662.62	0.004787	4.62	236.95	94.27	0.73
INUNDACION	180	939.00	657.37	661.91	662.87	0.004604	4.71	259.07	94.28	0.73
INUNDACION	180	1274.00	657.37	662.66	663.73	0.004380	5.11	329.21	95.72	0.73
INUNDACION	179	278.00	656.81	659.66	660.04	0.003491	2.87	113.84	59.88	0.58
INUNDACION	179	408.00	656.81	660.28	660.75	0.003314	3.23	151.14	63.09	0.58
INUNDACION	179	533.00	656.81	660.69	661.27	0.003544	3.63	181.29	84.03	0.62
INUNDACION	179	713.00	656.81	661.20	661.94	0.003878	4.16	228.24	92.23	0.66
INUNDACION	179	850.00	656.81	661.56	662.36	0.003823	4.37	261.56	92.25	0.66
INUNDACION	179	939.00	656.81	661.80	662.62	0.003752	4.48	283.03	92.26	0.66
INUNDACION	179	1274.00	656.81	662.52	663.50	0.003795	4.97	350.24	93.75	0.68
INUNDACION	178	278.00	656.50	659.59	659.86	0.002425	2.53	137.39	64.31	0.49
INUNDACION	178	408.00	656.50	660.23	660.57	0.002379	2.88	182.95	91.48	0.50
INUNDACION	178	533.00	656.50	660.61	661.07	0.002832	3.38	218.90	93.65	0.56
INUNDACION	178	713.00	656.50	661.20	661.71	0.002708	3.64	273.88	93.67	0.56
INUNDACION	178	850.00	656.50	661.56	662.13	0.002748	3.87	307.74	93.68	0.57
INUNDACION	178	939.00	656.50	661.79	662.39	0.002743	3.99	329.57	93.69	0.57
INUNDACION	178	1274.00	656.50	662.52	663.26	0.002891	4.49	398.41	95.19	0.60
INUNDACION	177	278.00	656.09	659.50	659.74	0.002053	2.52	153.71	78.55	0.46
INUNDACION	177	408.00	656.09	660.14	660.45	0.002160	2.93	211.44	98.87	0.49
INUNDACION	177	533.00	656.09	660.56	660.92	0.002221	3.19	253.38	98.88	0.50
INUNDACION	177	713.00	656.09	661.16	661.56	0.002165	3.45	312.31	98.89	0.51
INUNDACION	177	850.00	656.09	661.52	661.97	0.002225	3.67	348.33	98.90	0.52
INUNDACION	177	939.00	656.09	661.76	662.23	0.002235	3.79	371.64	98.90	0.52
INUNDACION	177	1274.00	656.09	662.49	663.08	0.002403	4.29	444.81	100.05	0.56
INUNDACION	176	278.00	655.58	659.26	659.60	0.002756	3.05	134.00	72.73	0.54
INUNDACION	176	408.00	655.58	659.74	660.27	0.003723	3.88	172.50	89.25	0.64
INUNDACION	176	533.00	655.58	660.14	660.74	0.003821	4.21	208.62	92.59	0.66
INUNDACION	176	713.00	655.58	660.80	661.39	0.003348	4.34	271.08	95.15	0.63
INUNDACION	176	850.00	655.58	661.16	661.80	0.003369	4.57	305.44	95.17	0.64
INUNDACION	176	939.00	655.58	661.40	662.06	0.003324	4.68	328.39	95.18	0.64
INUNDACION	176	1274.00	655.58	662.11	662.90	0.003512	5.22	395.54	96.14	0.67
INUNDACION	175	278.00	655.32	659.01	659.43	0.004115	3.79	123.31	73.35	0.66
INUNDACION	175	408.00	655.32	659.42	660.04	0.005648	4.79	155.02	80.25	0.79
INUNDACION	175	533.00	655.32	659.84	660.50	0.005470	5.06	189.31	80.78	0.79
INUNDACION	175	713.00	655.32	660.49	661.17	0.005184	5.42	247.53	94.47	0.78
INUNDACION	175	850.00	655.32	660.92	661.59	0.004665	5.44	288.01	94.48	0.75
INUNDACION	175	939.00	655.32	661.20	661.87	0.004339	5.43	314.87	94.48	0.73
INUNDACION	175	1274.00	655.32	661.92	662.70	0.004389	5.92	382.54	94.49	0.75
INUNDACION	174	278.00	655.12	658.65	659.18	0.004272	3.71	120.08	82.63	0.66
INUNDACION	174	408.00	655.12	659.18	659.76	0.004166	4.06	164.27	84.21	0.67
INUNDACION	174	533.00	655.12	659.60	660.23	0.004163	4.36	199.92	84.72	0.69
INUNDACION	174	713.00	655.12	660.29	660.92	0.003612	4.50	259.54	91.69	0.66
INUNDACION	174	850.00	655.12	660.60	661.35	0.004002	4.94	289.36	98.69	0.70
INUNDACION	174	939.00	655.12	660.95	661.65	0.003539	4.86	323.68	98.70	0.66
INUNDACION	174	1274.00	655.12	661.65	662.48	0.003686	5.37	392.79	98.71	0.69
INUNDACION	173	278.00	654.83	658.28	658.93	0.005363	4.13	109.82	78.72	0.74
INUNDACION	173	408.00	654.83	658.70	659.49	0.005984	4.74	143.25	80.25	0.80
INUNDACION	173	533.00	654.83	659.36	660.02	0.004327	4.52	196.98	85.79	0.70
INUNDACION	173	713.00	654.83	660.13	660.73	0.003432	4.50	264.39	88.41	0.64

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: RIO DE ORO Reach: INUNDACION (Continued)

Reach	River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
INUNDACION	173	850.00	654.83	660.42	661.14	0.003855	4.95	291.11	93.37	0.69
INUNDACION	173	939.00	654.83	660.79	661.47	0.003403	4.87	325.64	94.01	0.65
INUNDACION	173	1274.00	654.83	661.46	662.29	0.003732	5.49	388.22	95.33	0.70
INUNDACION	172	278.00	654.75	657.20	658.45	0.015085	5.47	68.02	47.19	1.17
INUNDACION	172	408.00	654.75	658.05	659.09	0.008830	5.20	112.76	58.53	0.95
INUNDACION	172	533.00	654.75	658.53	659.67	0.008329	5.56	142.01	64.30	0.94
INUNDACION	172	713.00	654.75	658.98	660.39	0.009060	6.29	172.66	73.67	1.00
INUNDACION	172	850.00	654.75	659.62	660.84	0.006771	6.00	223.56	82.12	0.89
INUNDACION	172	939.00	654.75	659.56	661.12	0.008803	6.78	218.54	82.01	1.01
INUNDACION	172	1274.00	654.75	660.55	661.98	0.006723	6.75	309.86	94.29	0.91
INUNDACION	171	278.00	654.38	656.14	657.48	0.023890	5.26	56.82	47.11	1.38
INUNDACION	171	408.00	654.38	656.45	658.29	0.026066	6.22	71.45	49.38	1.49
INUNDACION	171	533.00	654.38	656.77	658.89	0.024459	6.73	87.84	53.00	1.49
INUNDACION	171	713.00	654.38	657.21	659.60	0.022010	7.25	112.70	59.50	1.45
INUNDACION	171	850.00	654.38	657.46	660.12	0.021694	7.68	128.48	62.44	1.47
INUNDACION	171	939.00	654.38	657.68	660.35	0.020035	7.75	142.07	64.86	1.43
INUNDACION	171	1274.00	654.38	658.29	661.30	0.018174	8.36	184.58	72.84	1.40

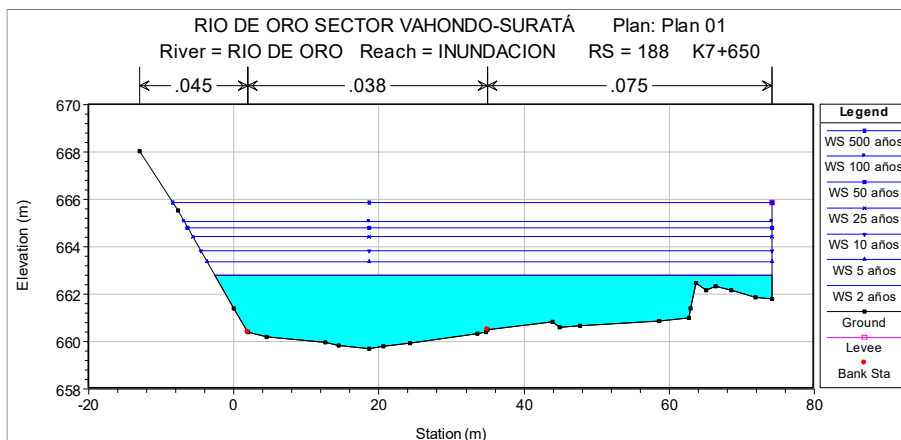


Figura 15 Modelamiento Río de Oro K7+650

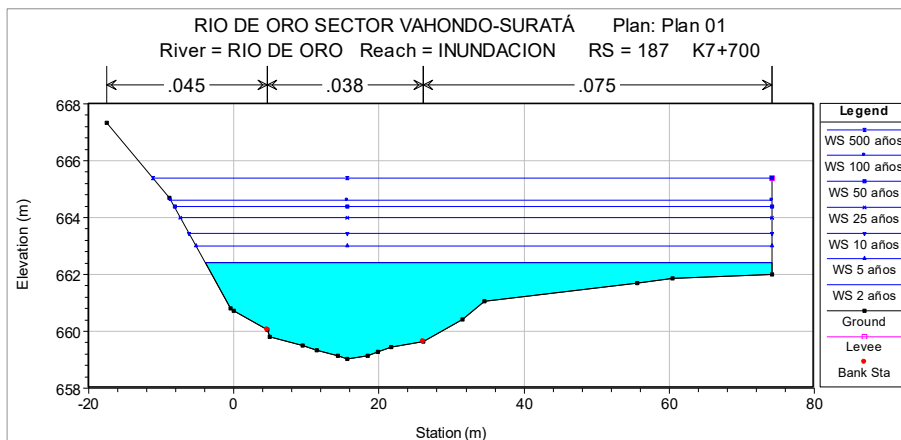


Figura 16 Modelamiento Río de Oro K7+700

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS

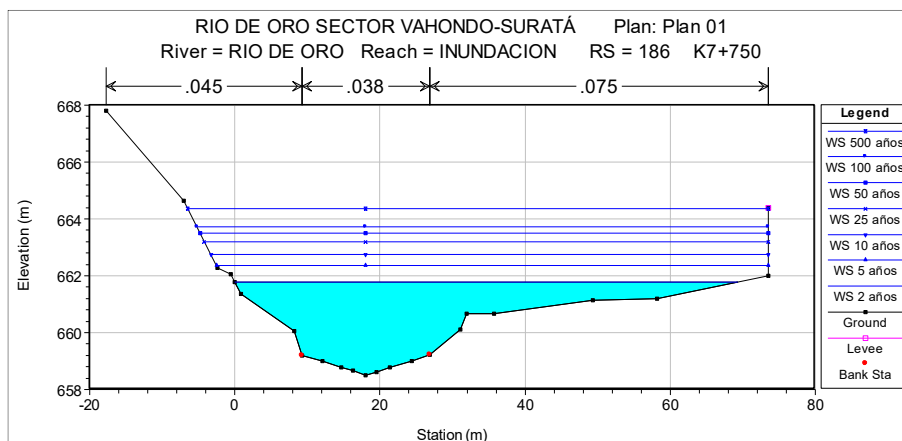


Figura 17 Modelamiento Río de Oro K7+750

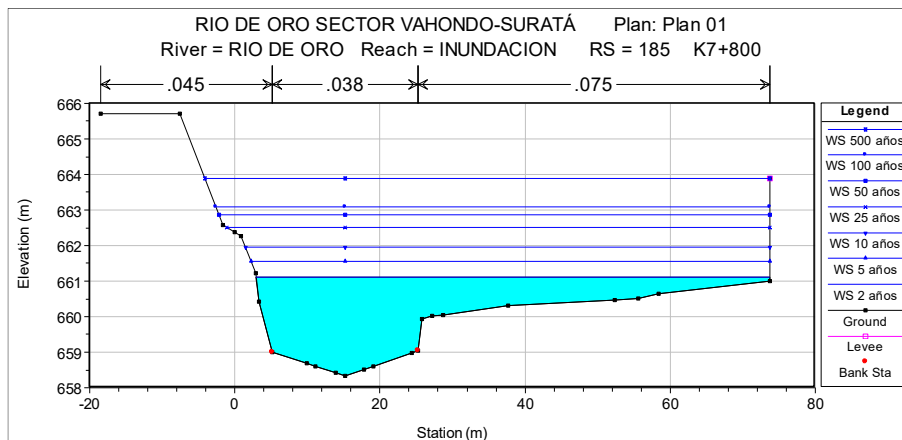


Figura 18 Modelamiento Río de Oro K7+800

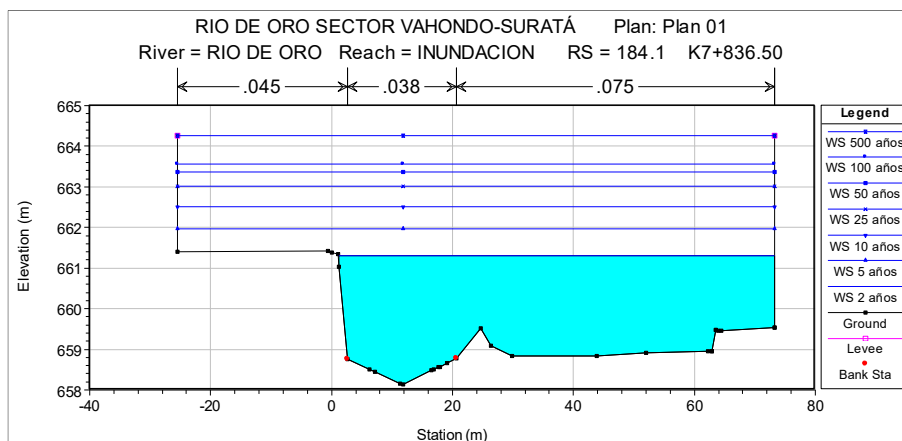


Figura 19 Modelamiento Río de Oro K7+836.50

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS

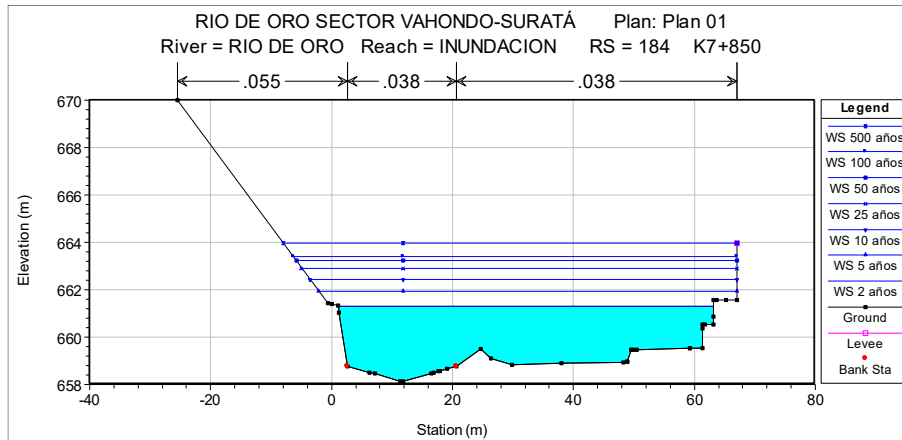


Figura 20 Modelamiento Río de Oro K7+850

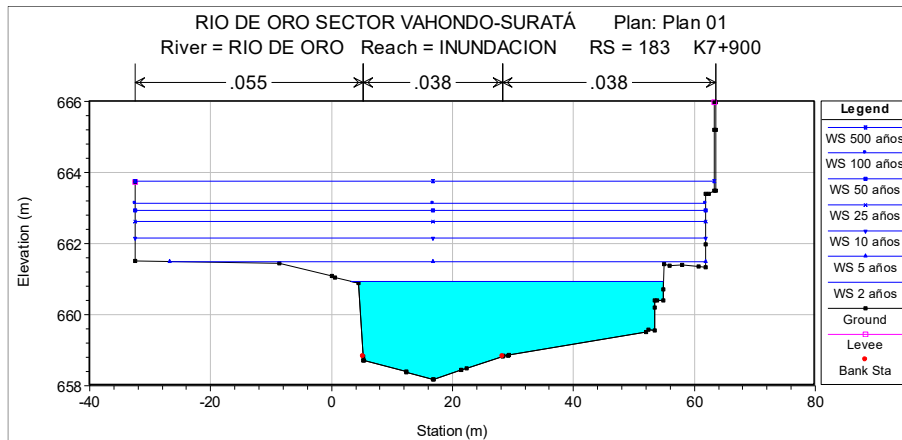


Figura 21 Modelamiento Río de Oro K7+900

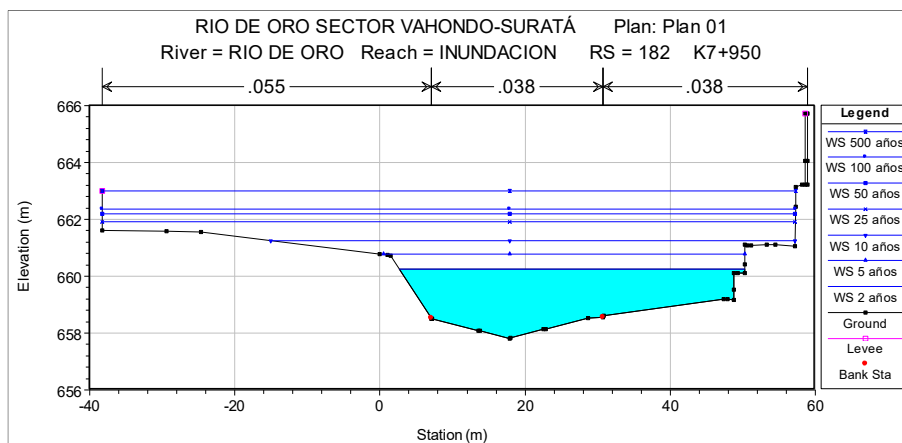


Figura 22 Modelamiento Río de Oro K7+950

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS

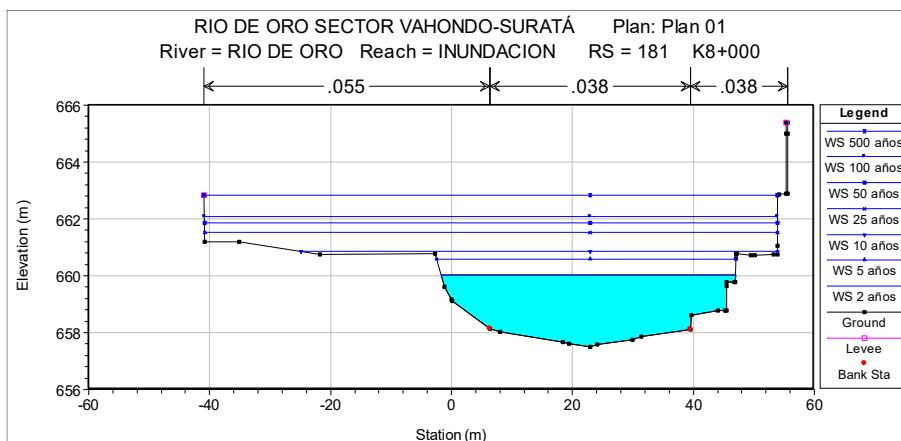


Figura 23 Modelamiento Río de Oro K8+000

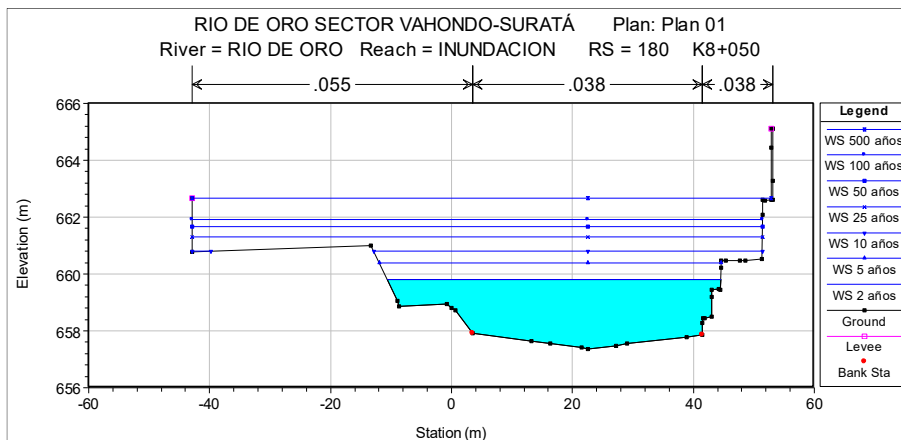


Figura 24 Modelamiento Río de Oro K8+050

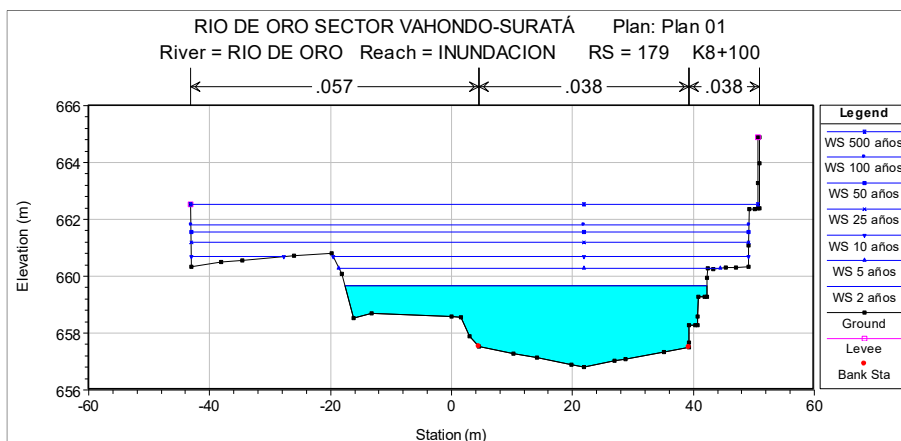


Figura 25 Modelamiento Río de Oro K8+100

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS

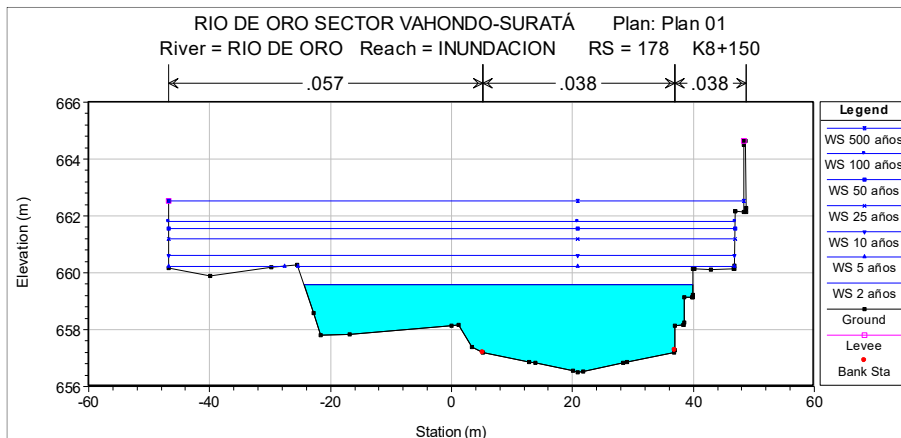


Figura 26 Modelamiento Río de Oro K8+150

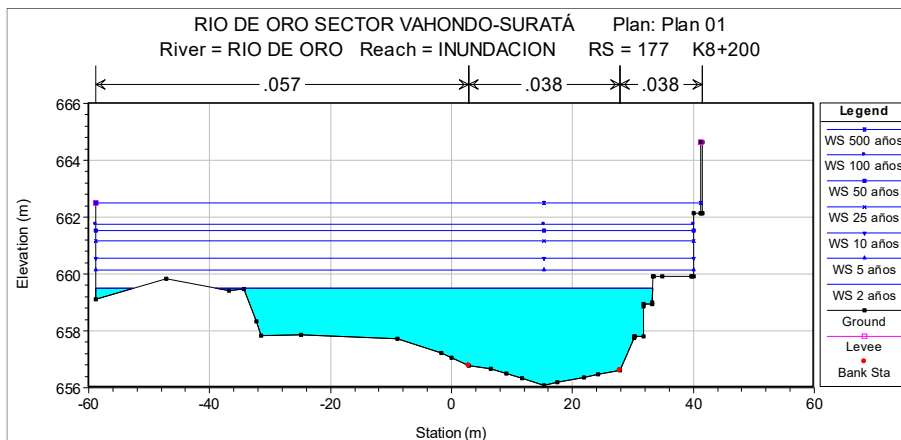


Figura 27 Modelamiento Río de Oro K8+200

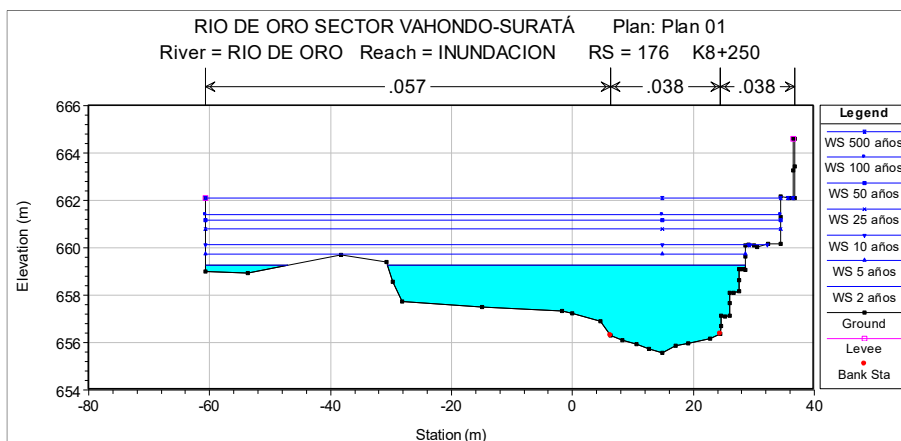


Figura 28 Modelamiento Río de Oro K8+250

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS

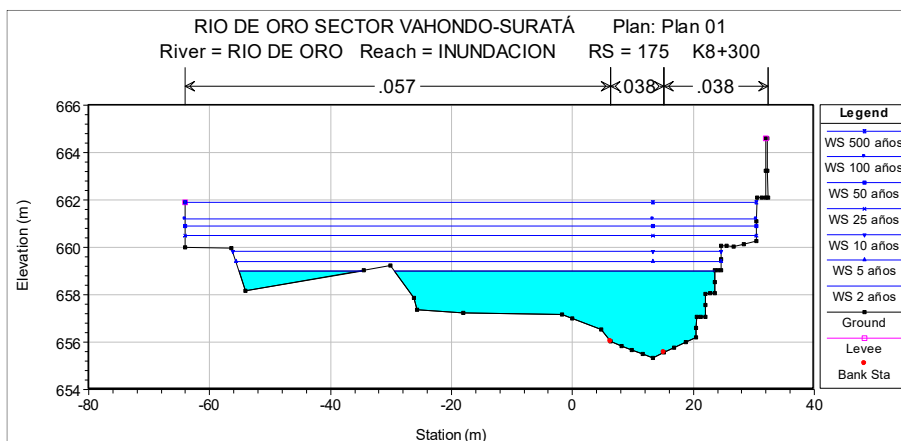


Figura 29 Modelamiento Río de Oro K8+300

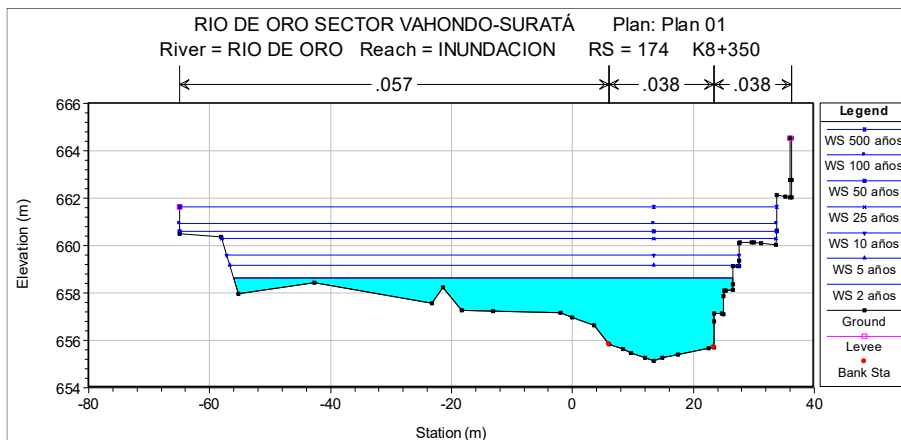


Figura 30 Modelamiento Río de Oro K8+350

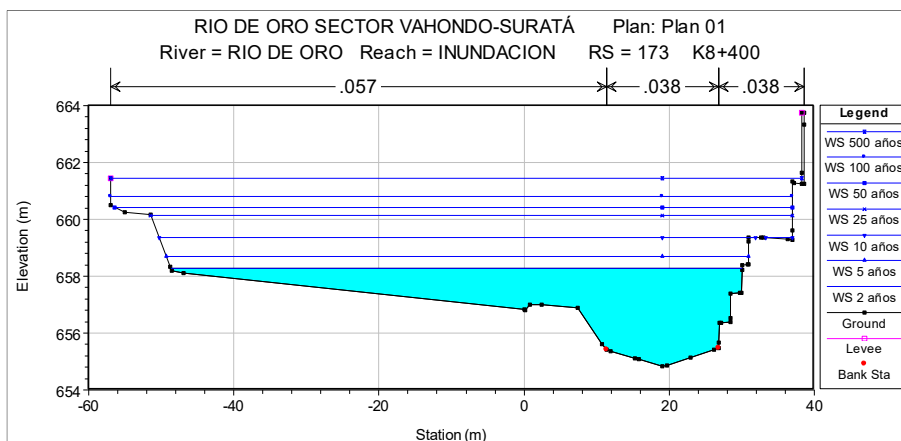


Figura 31 Modelamiento Río de Oro K8+400

ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS

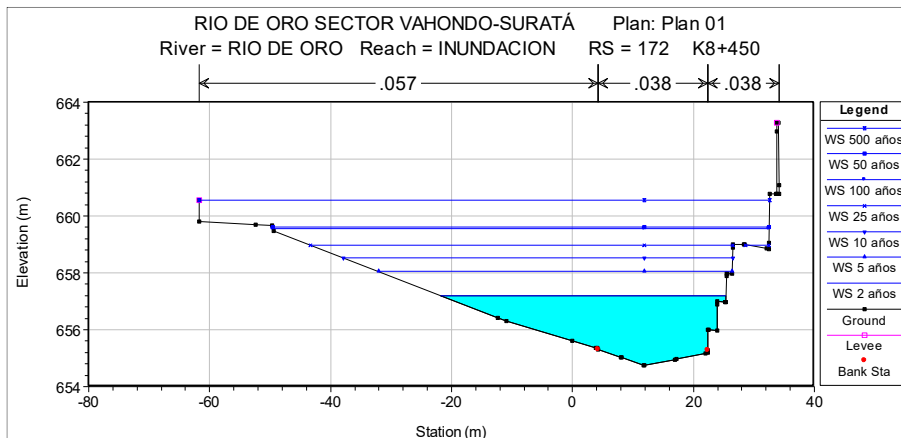


Figura 32 Modelamiento Río de Oro K8+450

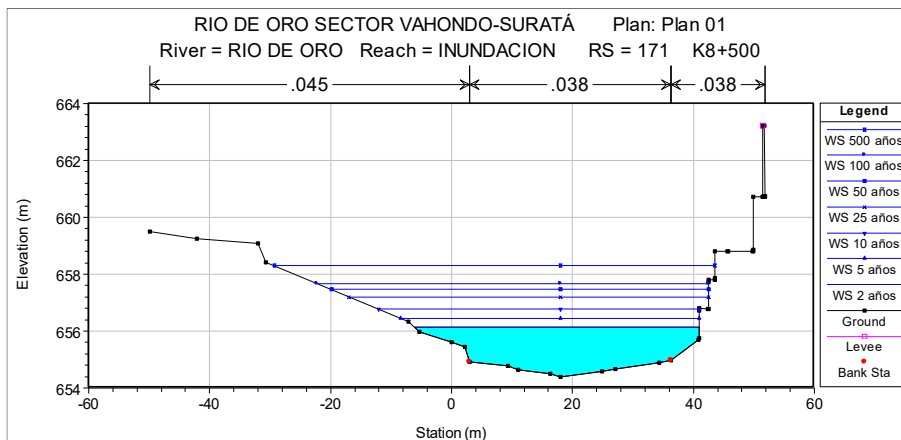
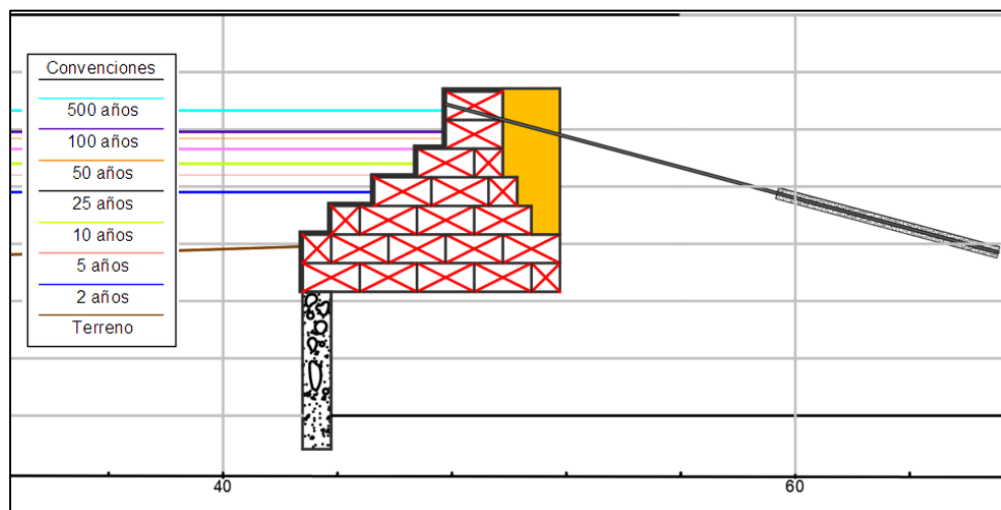


Figura 33 Modelamiento Río de Oro K8+500



ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS

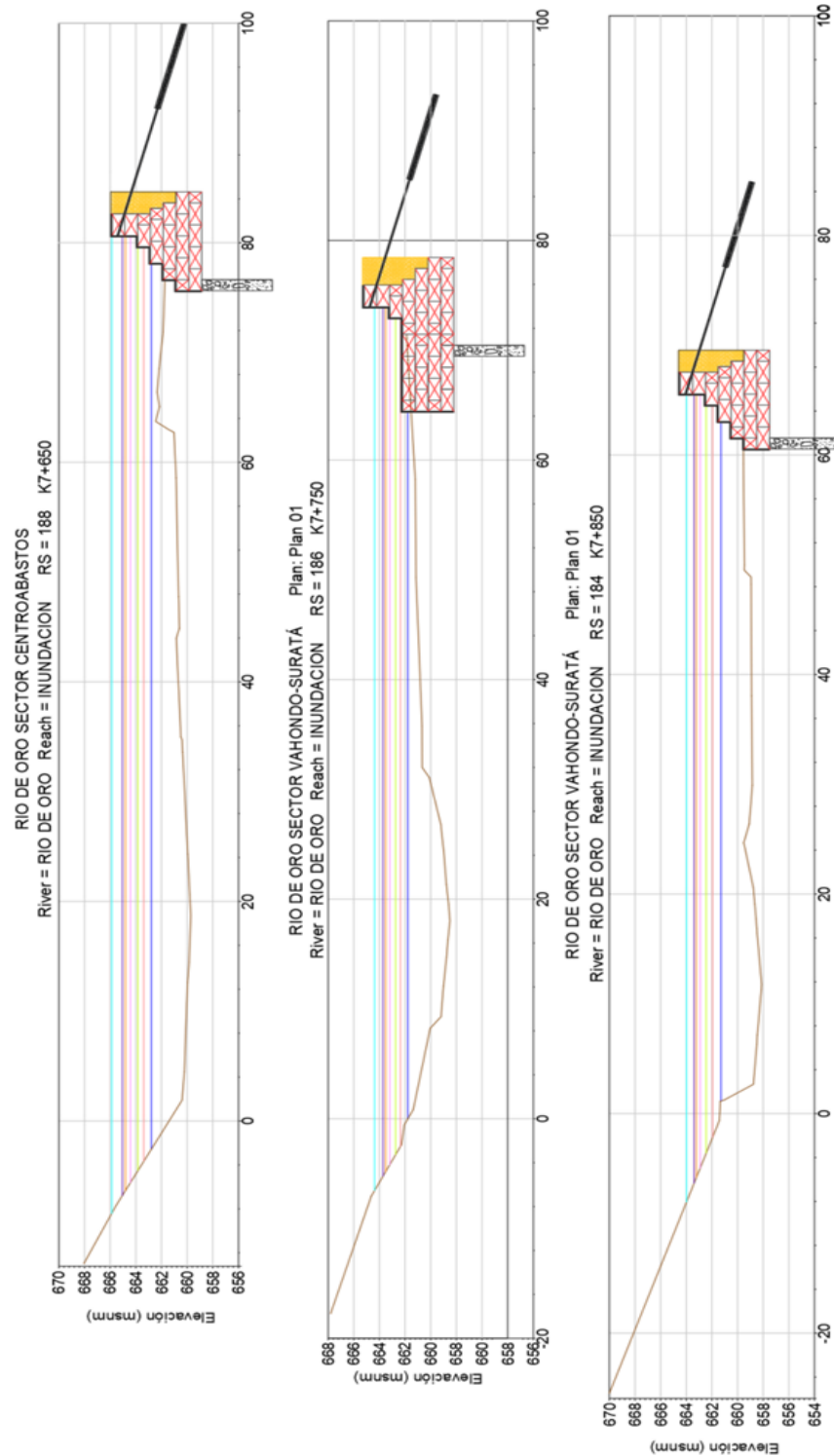
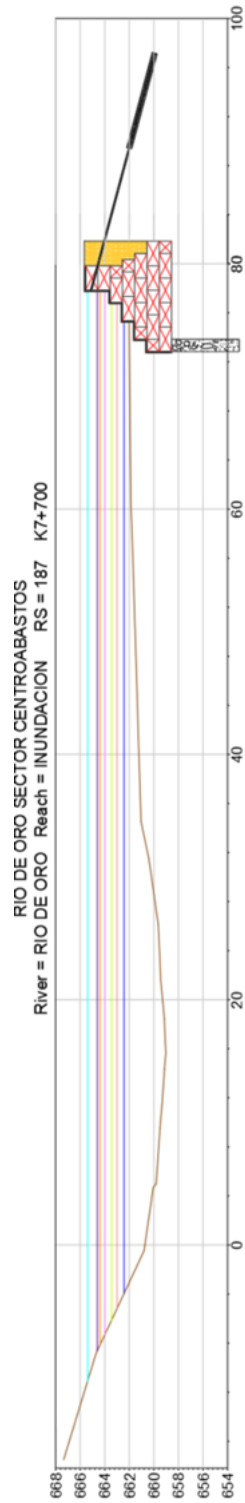
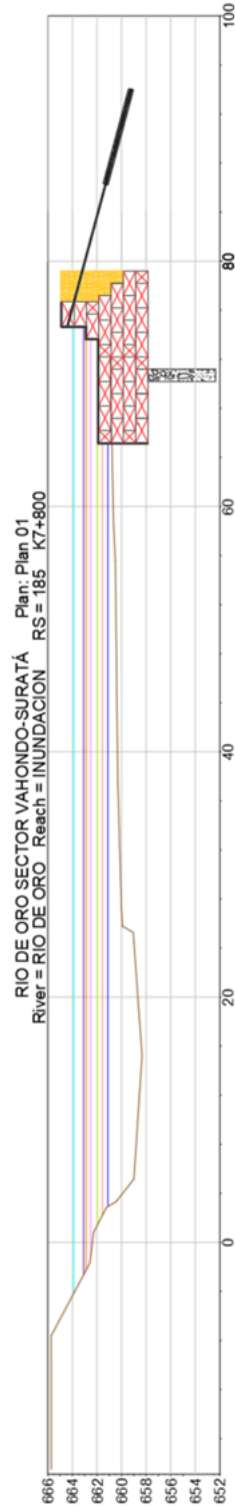
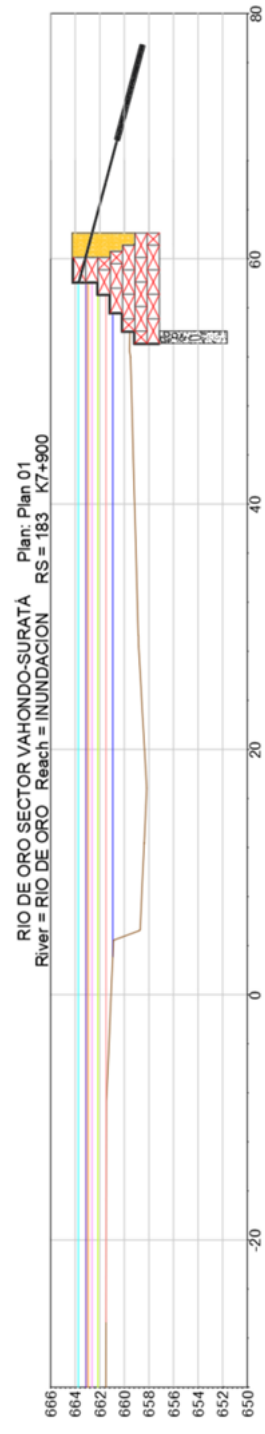
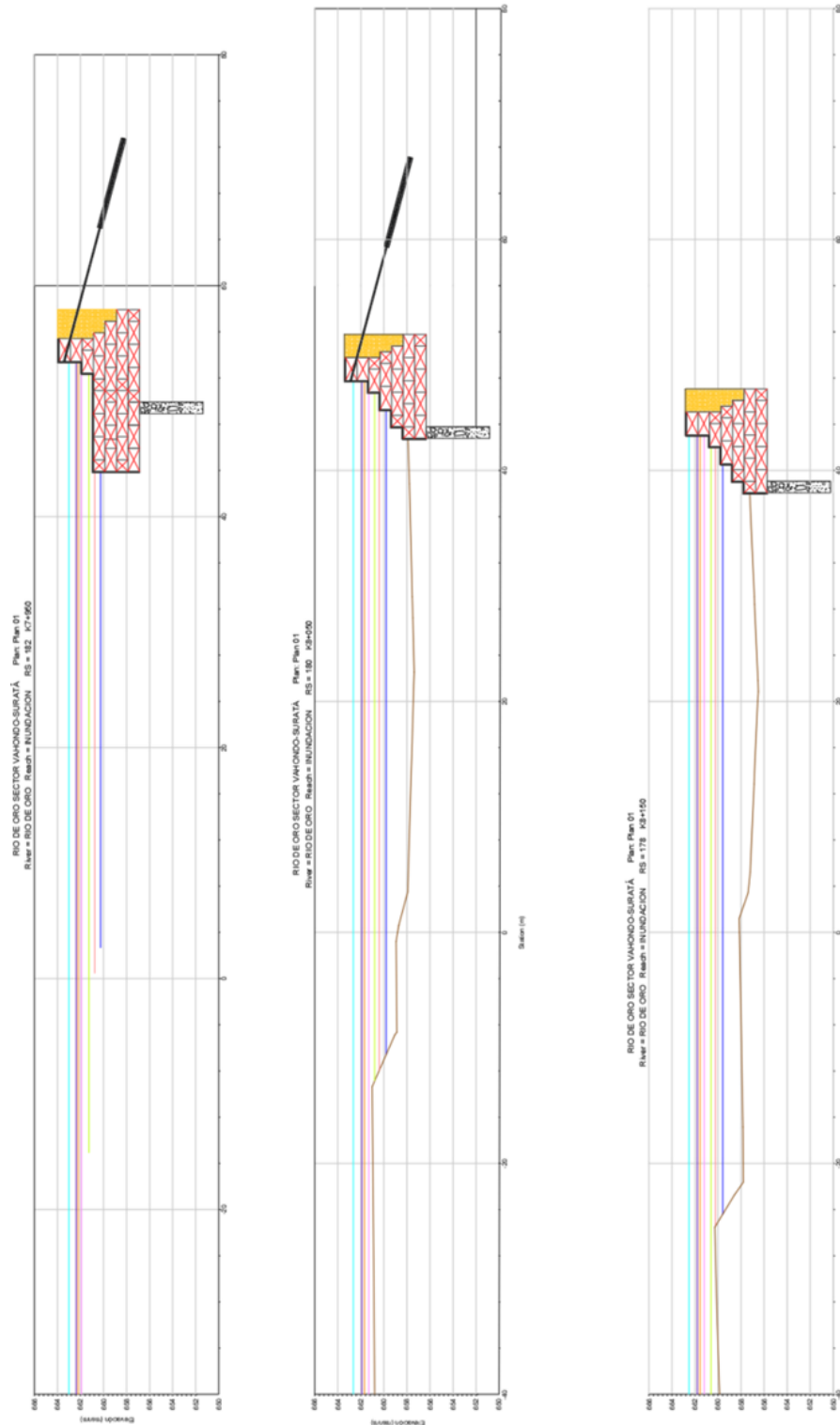


Figura 34 Muro en gavión proyectado

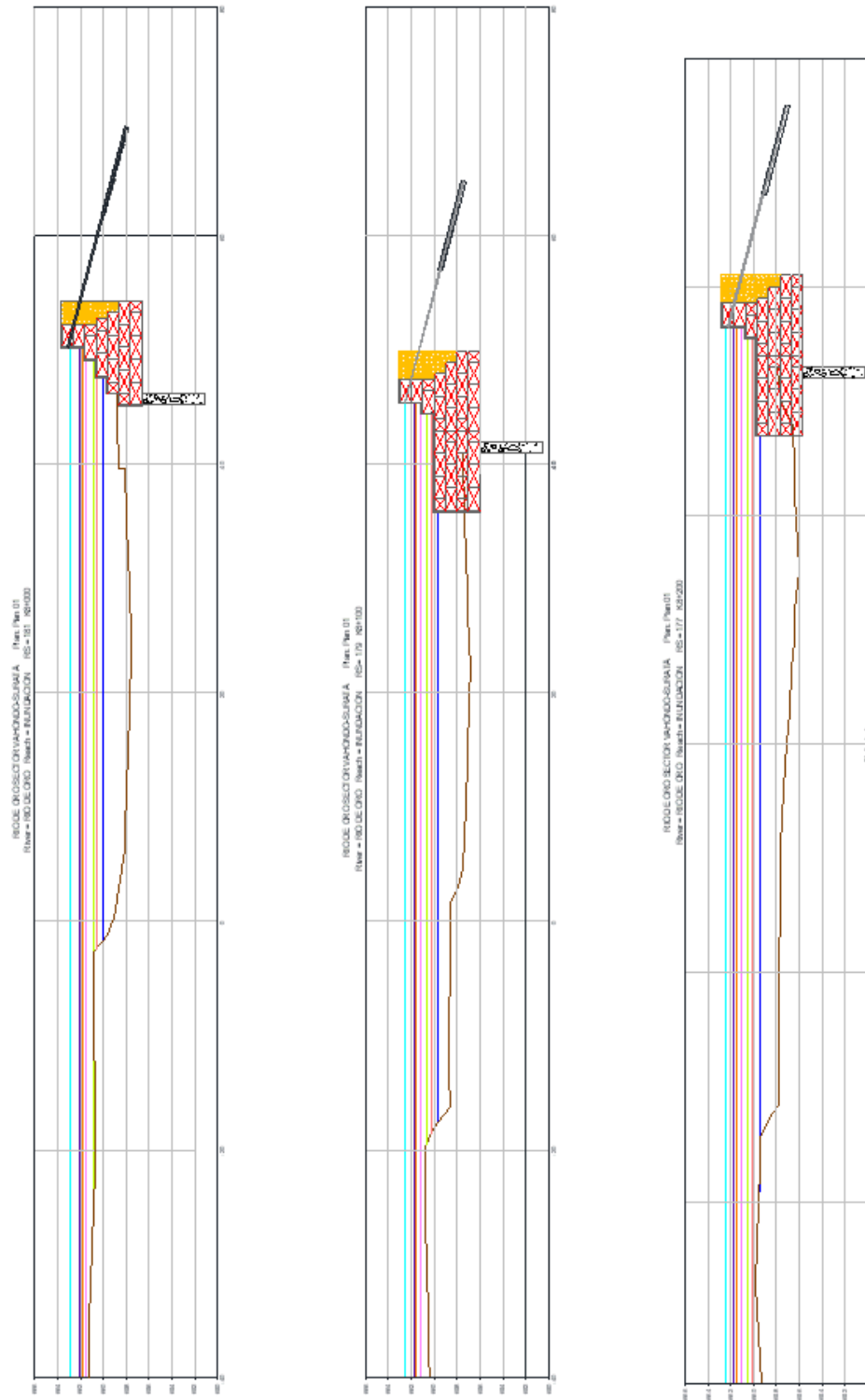
ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS



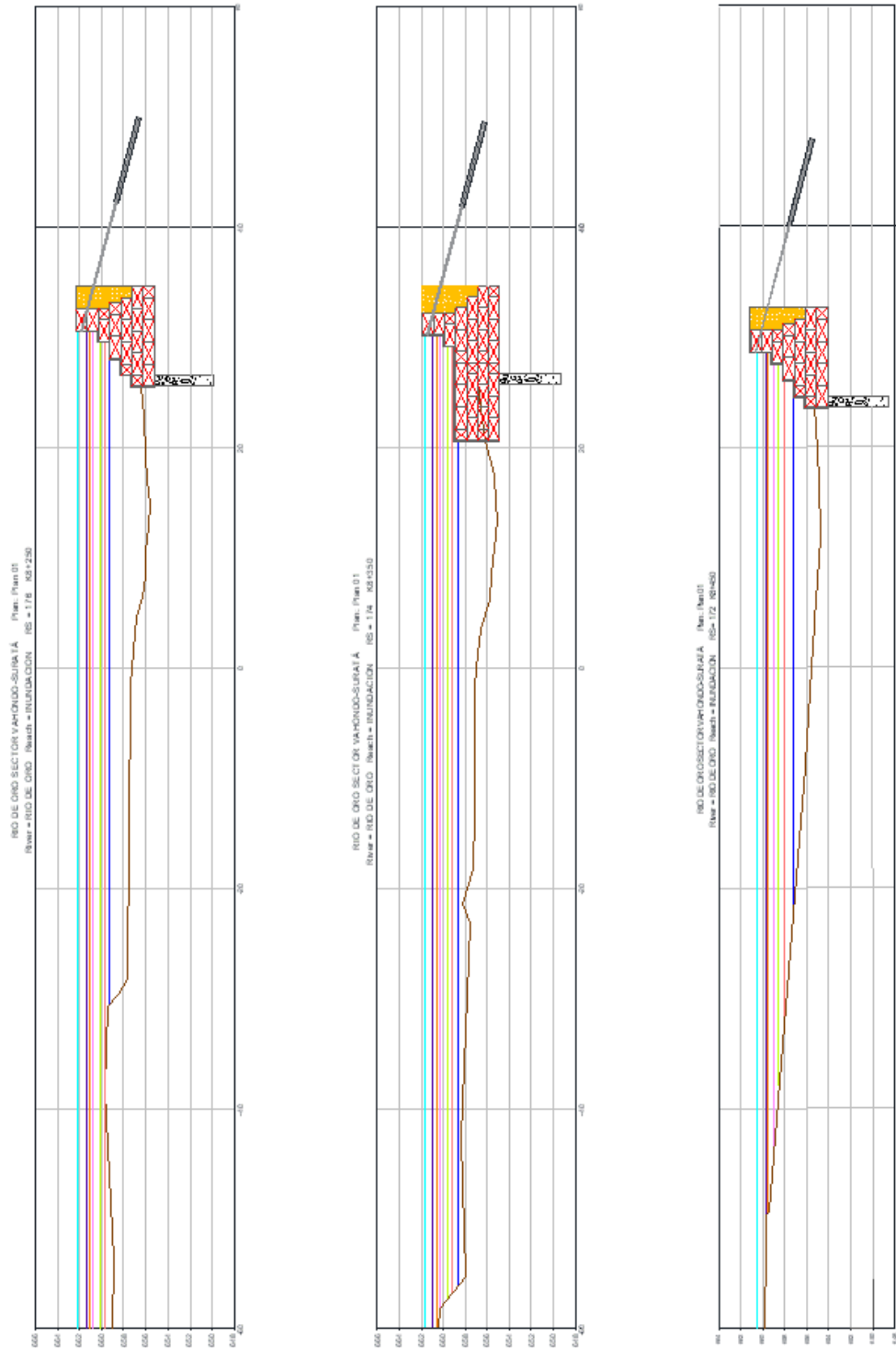
ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS



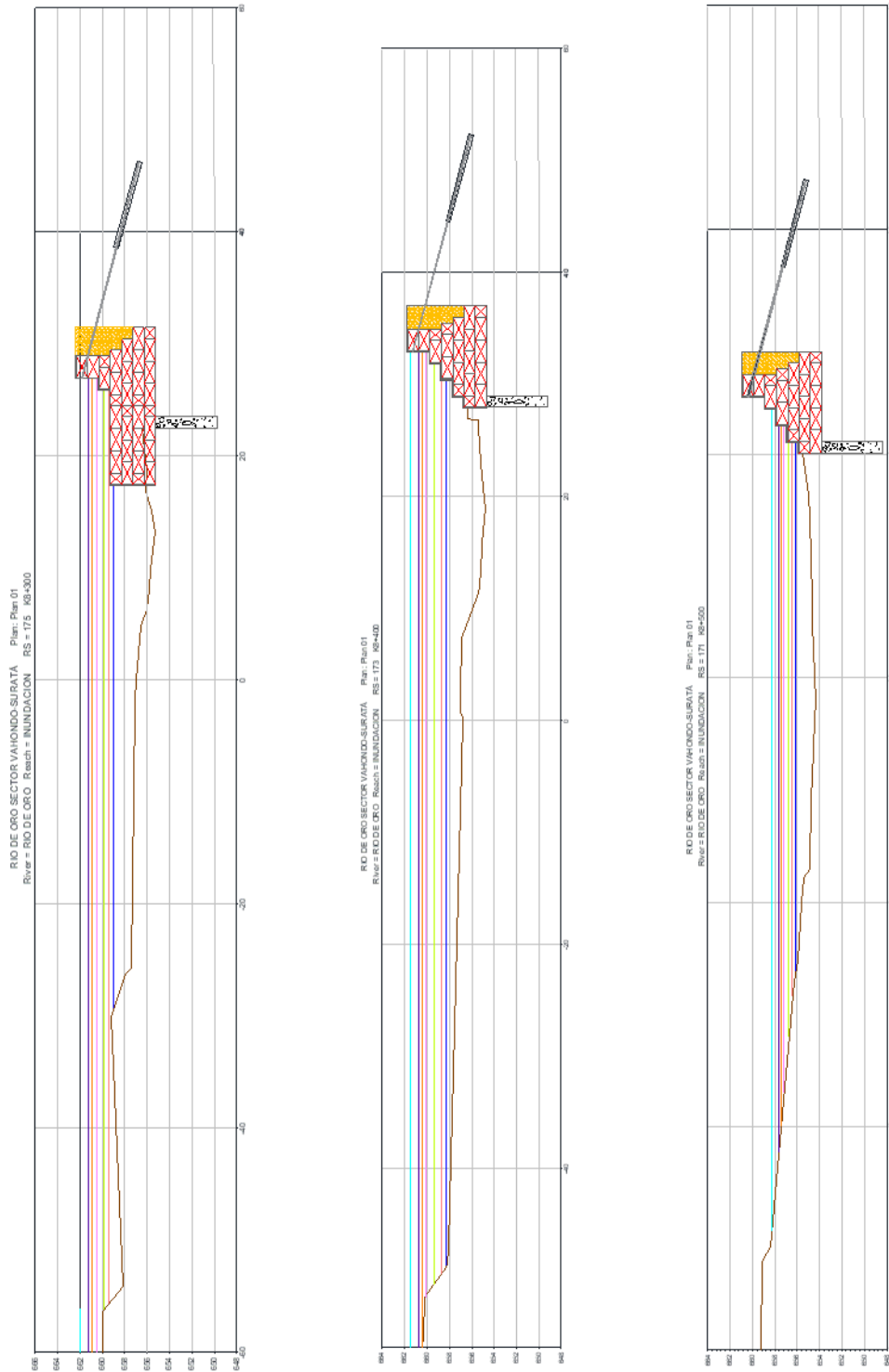
ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS



ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS



ESTUDIO CONTROL DE CAUCE RÍO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS



7.6. RESULTADOS DEL MODELAMIENTO GEOTECNICO

Para obtener los resultados en el análisis de estabilidad con el muro en gaviones proyectado se utilizaron los Métodos de equilibrio límite desarrollados por Janbu, Morgenstern–Price, Bishop y Spencer en condición estática y dinámica.

Para determinar los modelos, se asumen dos escenarios críticos, el primero se realiza en condiciones estáticas y el segundo contempla la carga sísmica y peso de la infraestructura presente en la zona en un escenario pseudo estático que se encuentra definido por la Norma sismo Resistente Colombiana NSR-10, los escenarios se definen a continuación:

Escenario Estático:

Terreno con el emplazamiento del muro en gaviones.

Escenario Dinámico:

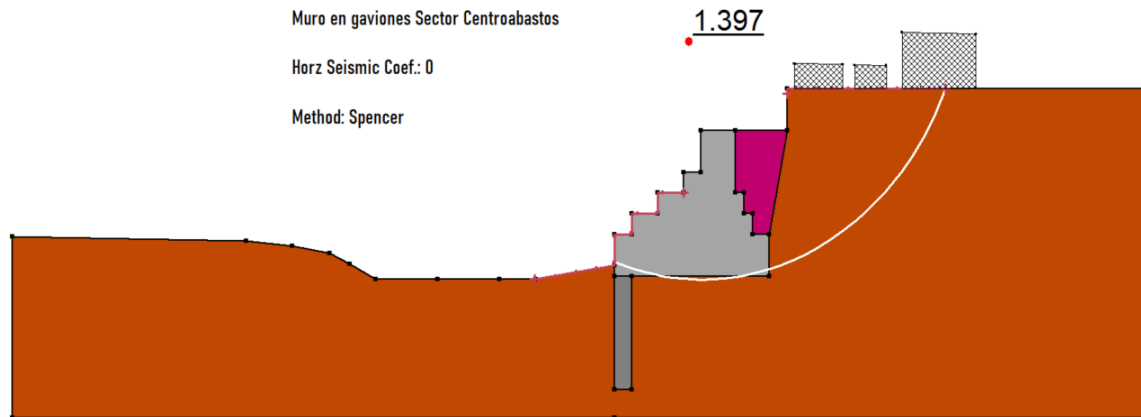
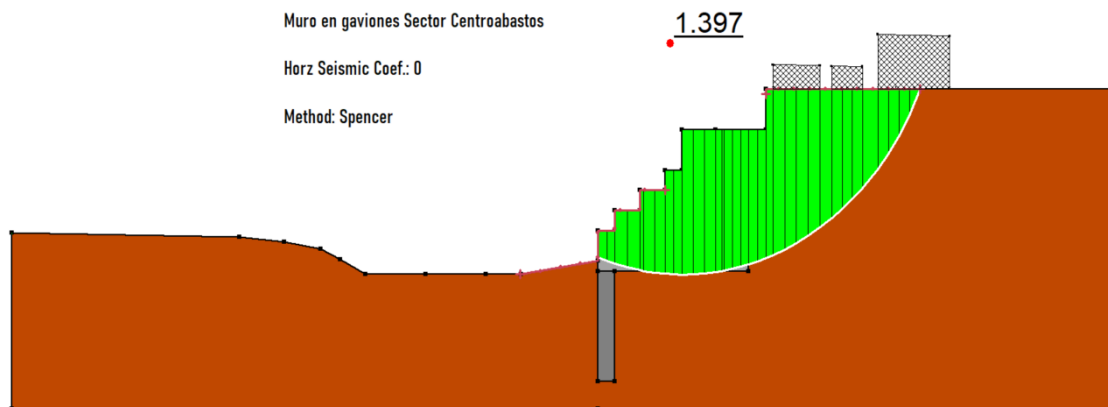
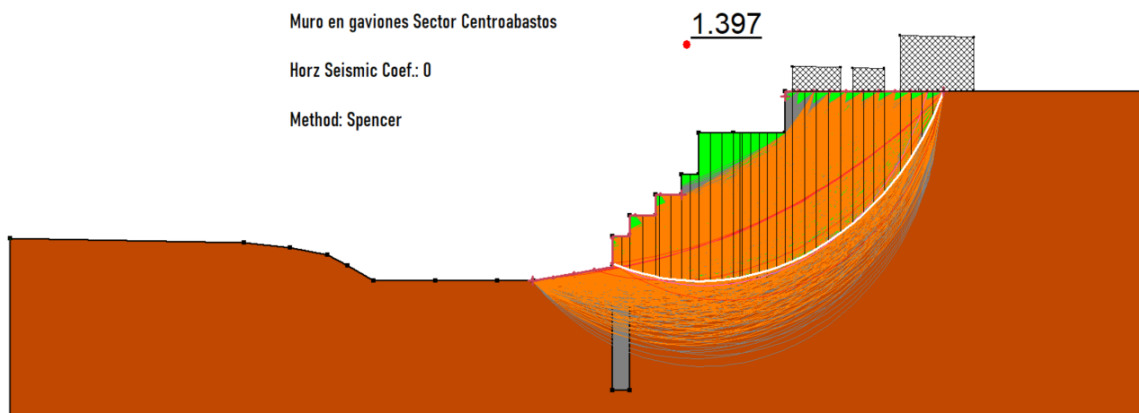
Terreno con el emplazamiento del muro en gaviones, al cual le es aplicado un escenario con aceleración pseudo estática de 0,276g (con base al análisis sísmico realizado en el presente estudio).

$$\text{Kst Girón (Sector de Estudio)} = Aa * Fa * i * 0,8$$

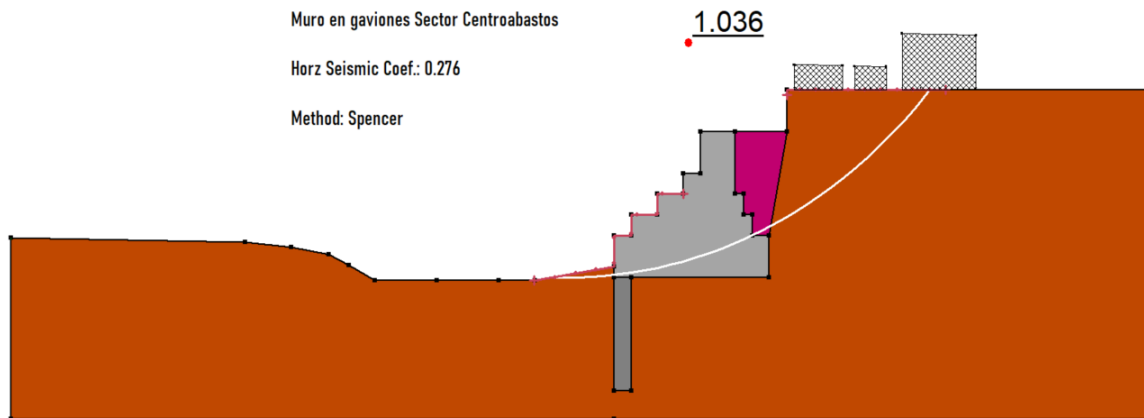
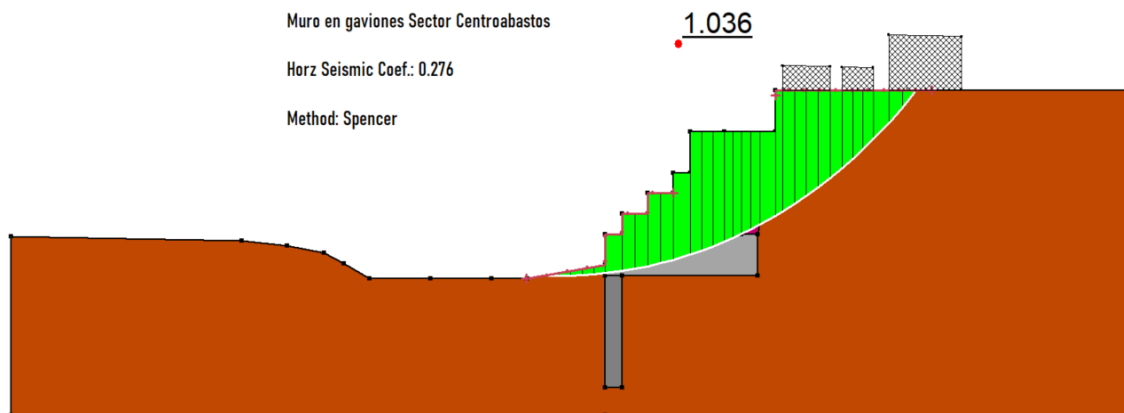
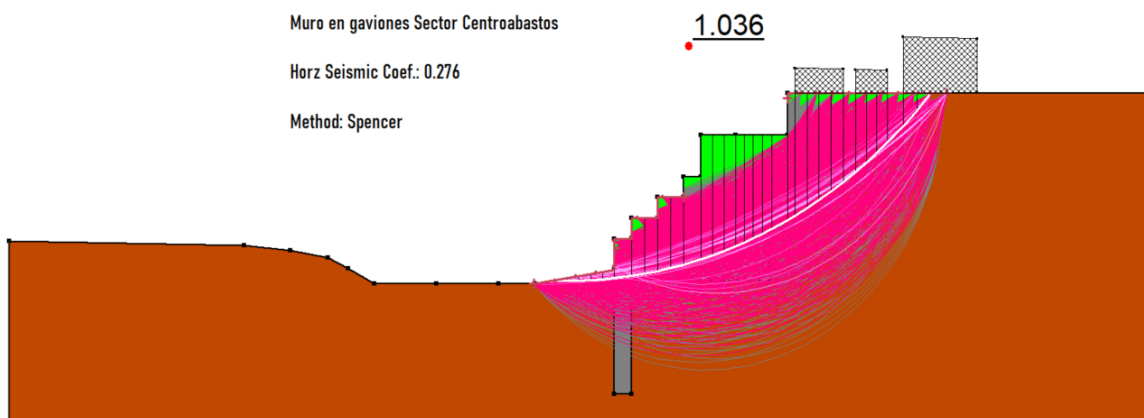
$$\text{Kst Girón (Sector de Estudio)} = 0,2 * 1,15 * 1,5 * 0,8$$

Kst Girón (Sector de Estudio) = 0,276; Valor tomado para el análisis pseudoestático.

7.6.1. Análisis estático



7.6.2. *Análisis dinámico*



En las normas geotécnicas locales establecidas por la Corporación Autónoma Regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), se clasifican los terrenos desde el punto de vista de los niveles de amenaza de la siguiente manera:

Nivel de Amenaza Baja: Terrenos no afectados por amenaza geológica, o geotécnica alguna:						
A los deslizamientos: Son terrenos “geológicamente estables” donde las amenazas de movimientos naturales de masa son mínimas o no existen.						
Los factores de seguridad en los análisis de estabilidad de taludes deben ser:	F.S	>	1,5	Condiciones Estáticas		
	F.S	>	1,2	Para eventos sísmicos		
A la erosión: Son terrenos no afectados por amenazas de erosión en surcos, cárcavas, o erosión hidráulica por corrientes de agua.						
Nivel de Amenaza Media: Terrenos afectados por amenazas, las cuales se pueden estabilizar totalmente mediante la construcción de obras de ingeniería.						
A los deslizamientos: clasificados geológicamente como “relativamente inestables”, en los cuales para adelantar la construcción de obras es necesario la ejecución previa de trabajos que preserven su estabilidad o se establecen condicionantes para el manejo del terreno, orientados a conservar o mejorar su estabilidad natural.						
Los factores de seguridad en los análisis de estabilidad de taludes deben ser:	1,25	≤	F.S	≤	1,5	Condiciones Estáticas
	1,00	≤	F.S	≤	1,2	Para eventos sísmicos
A la erosión: Son terrenos afectados por amenazas medianas de erosión en surcos, cárcavas, o erosión hidráulica por corrientes de agua, y para adelantar la construcción de obras es necesario la ejecución previa de trabajos que preserven su estabilidad o se establecen condicionantes para el manejo del terreno, orientados a conservar o mejorar su estabilidad natural.						

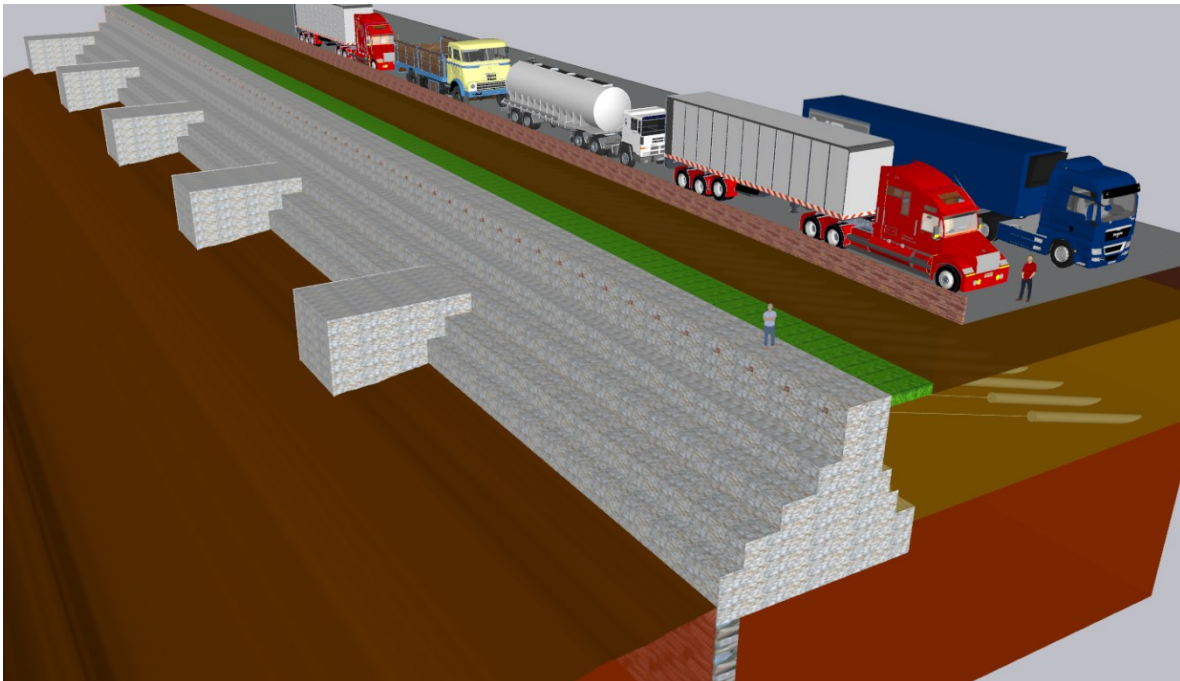
Nivel de Amenaza Alta: Terrenos afectados por amenazas geológicas, geotécnicas o hidrológicas graves.				
A los deslizamientos: Pertenecen a esta clasificación terrenos clasificados como “inestables” en los cuales no se debe adelantar ninguna obra de construcción, debido a que presentan riesgos altos para la vida y bienes de la comunidad, además su recuperación es muy compleja, o demasiado costosa. Se deben destinar a zonas verdes, reforestación o de tratamientos especiales a largo plazo				
Los factores de seguridad en los análisis de estabilidad de taludes deben ser:	F.S	<	1,25	Condiciones Estáticas
	F.S	<	1,00	Para eventos sísmicos
A la erosión: Son terrenos afectados por amenazas graves de erosión en surcos, cárcavas, o erosión hidráulica por corrientes de agua, en los cuales no se debe adelantar ninguna obra de construcción, debido a que presentan riesgos altos para la vida y bienes de la comunidad, además su recuperación es muy compleja, o demasiado costosa.				

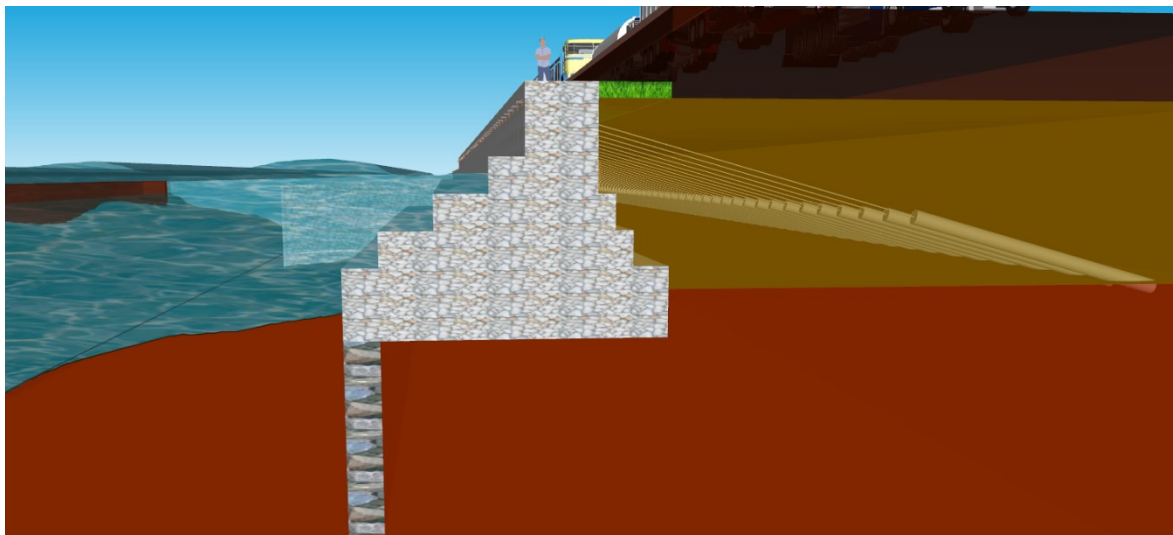
Tabla 47: Niveles de amenaza, resolución 1294 de 2009, Normas Geotécnicas, CDMB.

Según lo anterior en el sector analizado existen condiciones de amenaza media dada la clasificación de Niveles de amenaza, resolución 1294 de 2009, Normas Geotécnicas, CDMB; por lo tanto, se deben estructurar medidas ingenieriles para mitigar dicha amenaza a fenómenos de remoción en masa y garantizar que la estabilidad global del sector se clasifique con amenaza baja posterior a la ejecución de las obras. La finalidad de diseñar medidas complementarias tiene como objetivo establecer que tanto los niveles de amenaza por inundación y fenómenos de remoción en masa en el sector de Centroabastos cumpla con la normatividad establecida por la entidad y mejore los escenarios de estabilidad puntual y general del sector para reducir directamente el riesgo por medio de resultados de factores de seguridad mayores a 1,5 en condiciones estáticas y mayores a 1,2 para eventos sísmicos y así lograr niveles de amenaza clasificados como bajos.

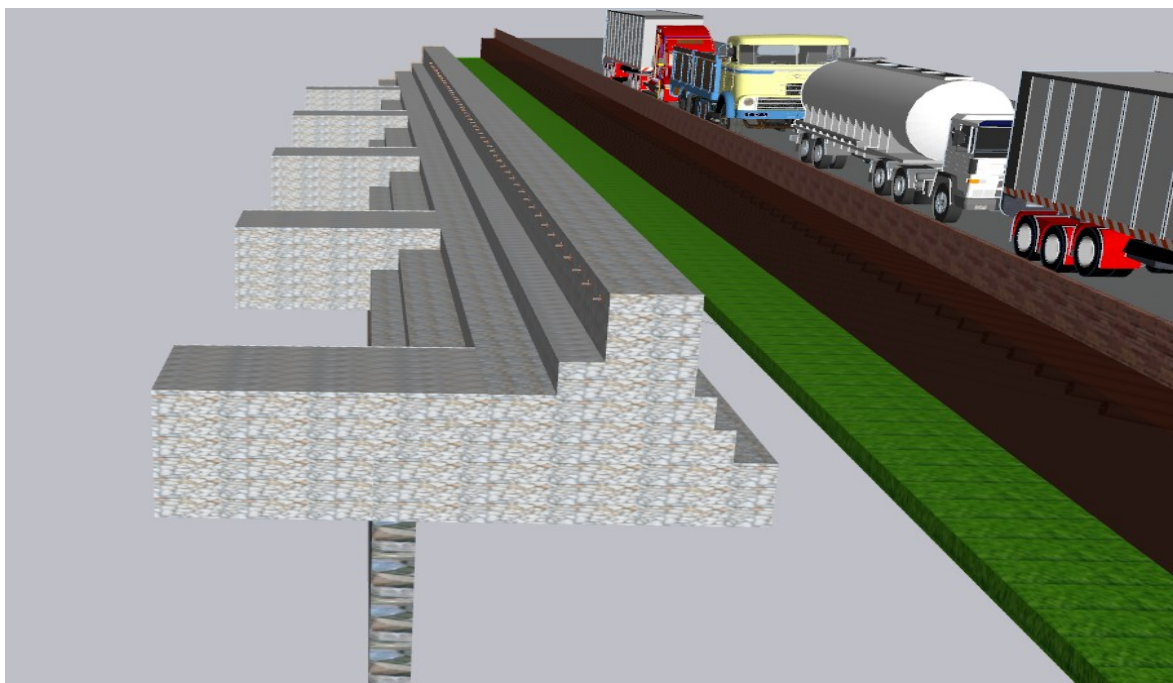
7.6.3. MURO EN GAVIÓN:

El muro en gaviones acompañado por un dentellón en concreto ciclópeo, proporciona estabilidad del sistema como obra de protección, se debe cimentar sobre estrato de material competente, de acuerdo con el perfil de suelo, en la cota establecida (ver planos) encontramos material con capacidad portante suficiente para soportar el peso del sistema de gaviones, más las diferentes cargas que requiere el sistema, este se compone de dos grupos de gaviones, uno ubicado en la parte inferior, incluso por debajo de la cota de lámina de agua del río, por efectos de encontrar suelo competente, y formar en conjunto con un dentellón inferior un efectivo sistema de protección contra la erosión. Según el análisis de modelamiento geotécnico contemplado en subcapítulo anterior; se requiere el emplazamiento del muro en su parte superior con el trasdós del mismo por medio de una línea de anclajes activos que interceptan la dovela crítica de falla y garantizan la amenaza baja por fenómenos de remoción en masa.

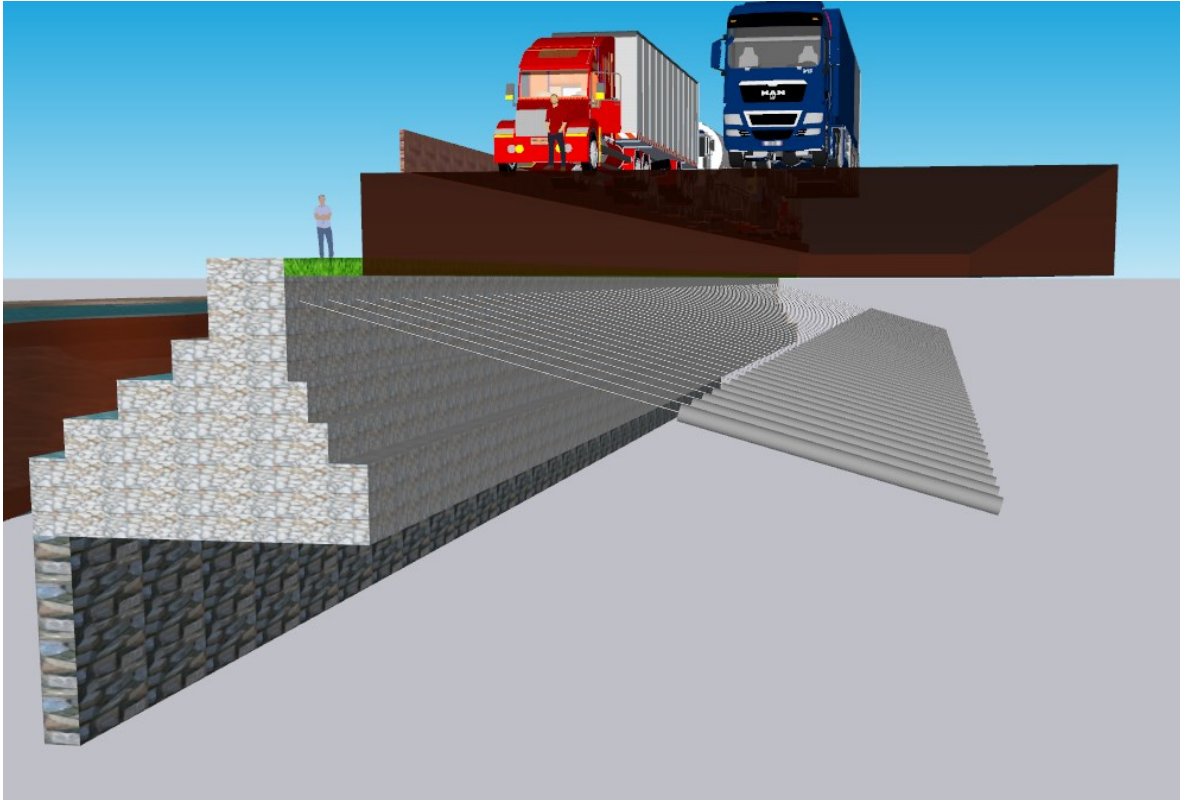




El dentellón en concreto ciclópeo está cimentado por debajo de la cota de socavación (la cual se trabajó para un tiempo de retorno de 100 años) encontrada en el estudio hidráulico, este elemento proporciona un área completa como barrera física para proteger el sistema de gaviones contra la socavación, contrario de lo que podría resultar si se usan membranas apuntaladas con pilotes separados, en los cuales se podrían generar focos de socavación y procesos erosivos acelerados, más aún si se construyen en la ribera.



Además de las condiciones propias del lugar (topografía, geología, etc.), deben conocerse las características geotécnicas de los materiales en la zona para determinar los empujes y reacciones.



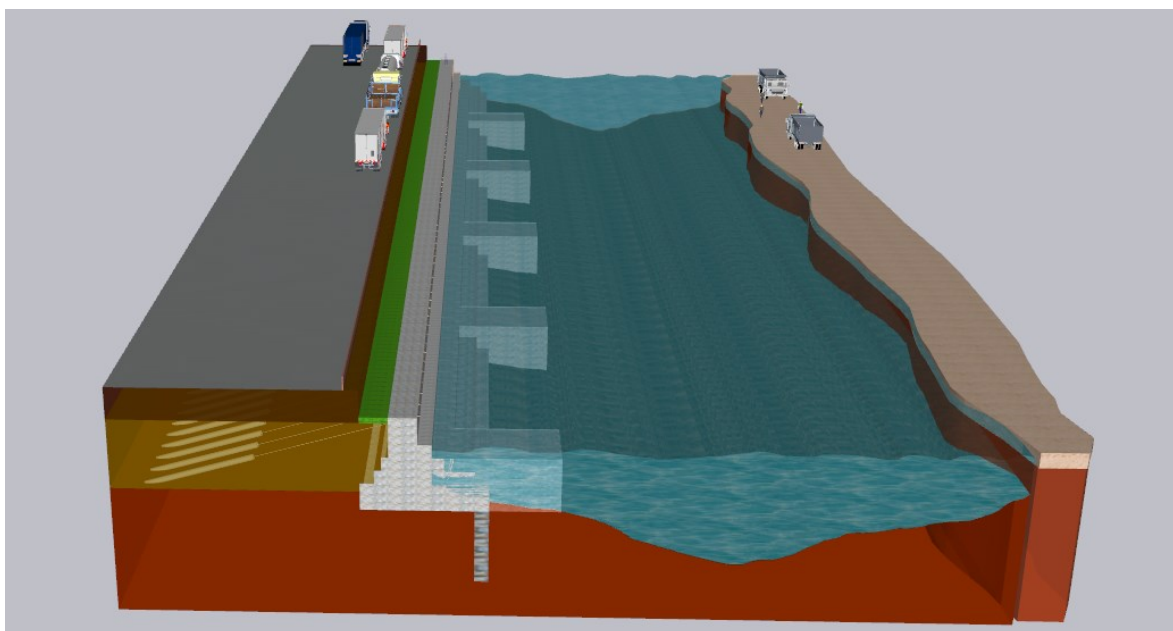
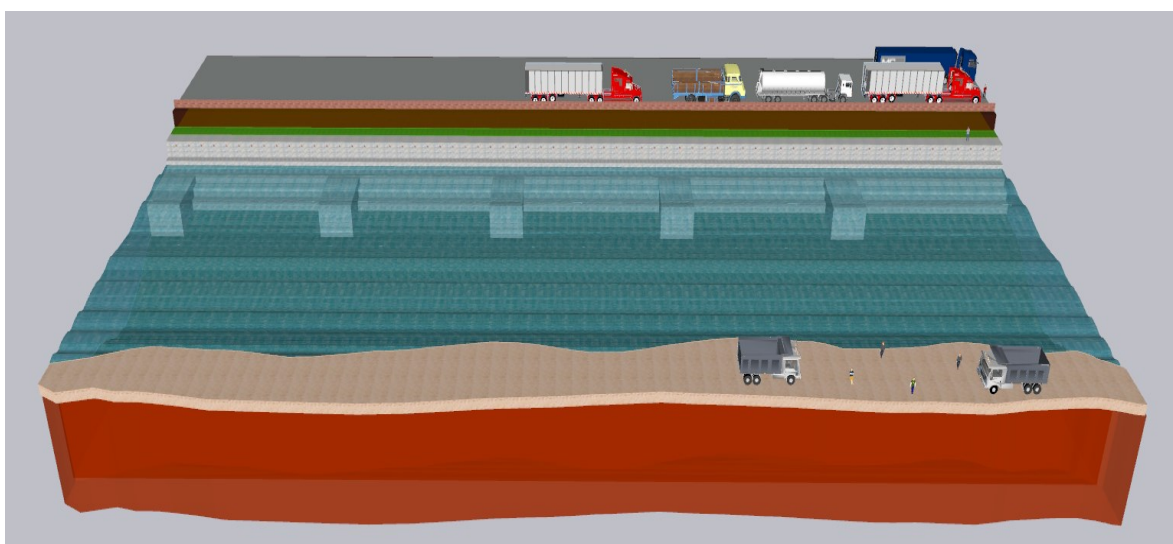
Las principales características que deben evaluarse son: peso unitario, cohesión y ángulo de fricción, así como los niveles máximos de inundación, los cuales determinan la altura de construcción del muro de protección.

Con estos datos y las condiciones de estructuras próximas se determinan los empujes debidos a:

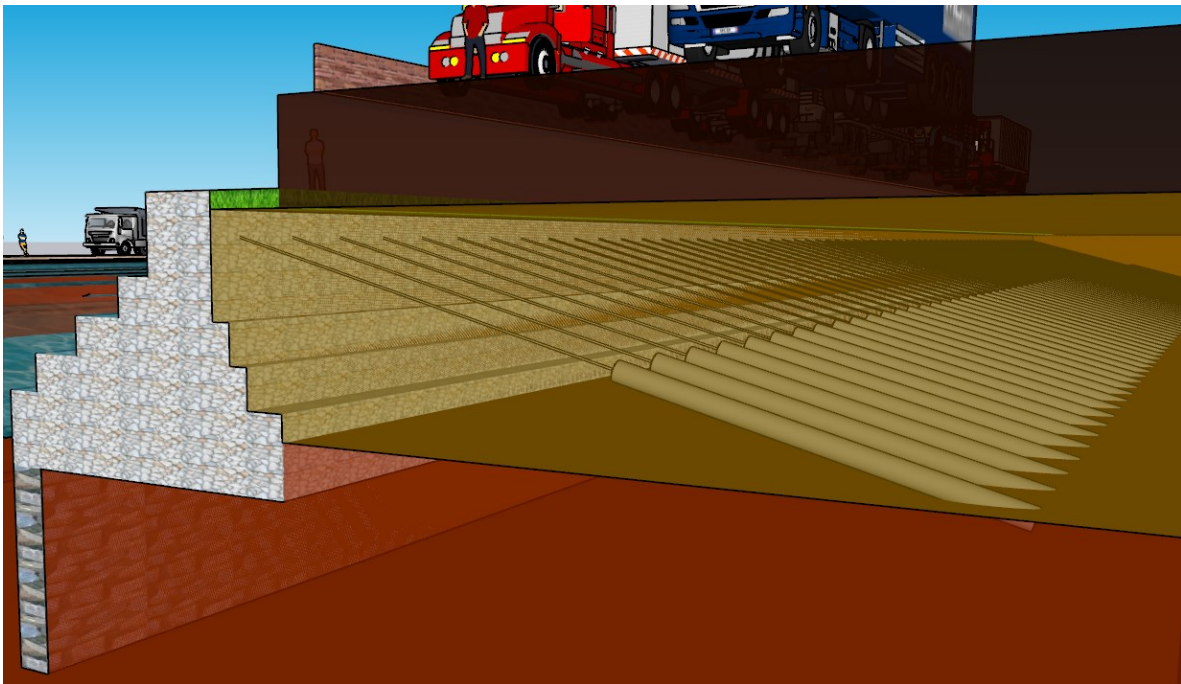
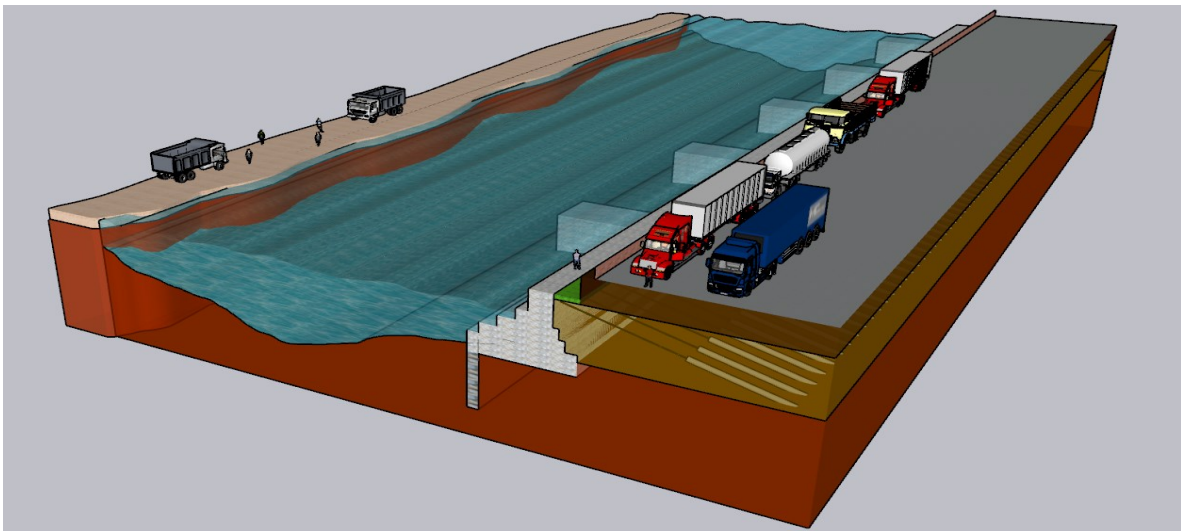
- El suelo (relleno) del trasdós.
- El material en la base del muro.
- El agua.
- Sobrecargas próximas.
- Presiones de compactación.

- Esfuerzos por cargas sísmicas.

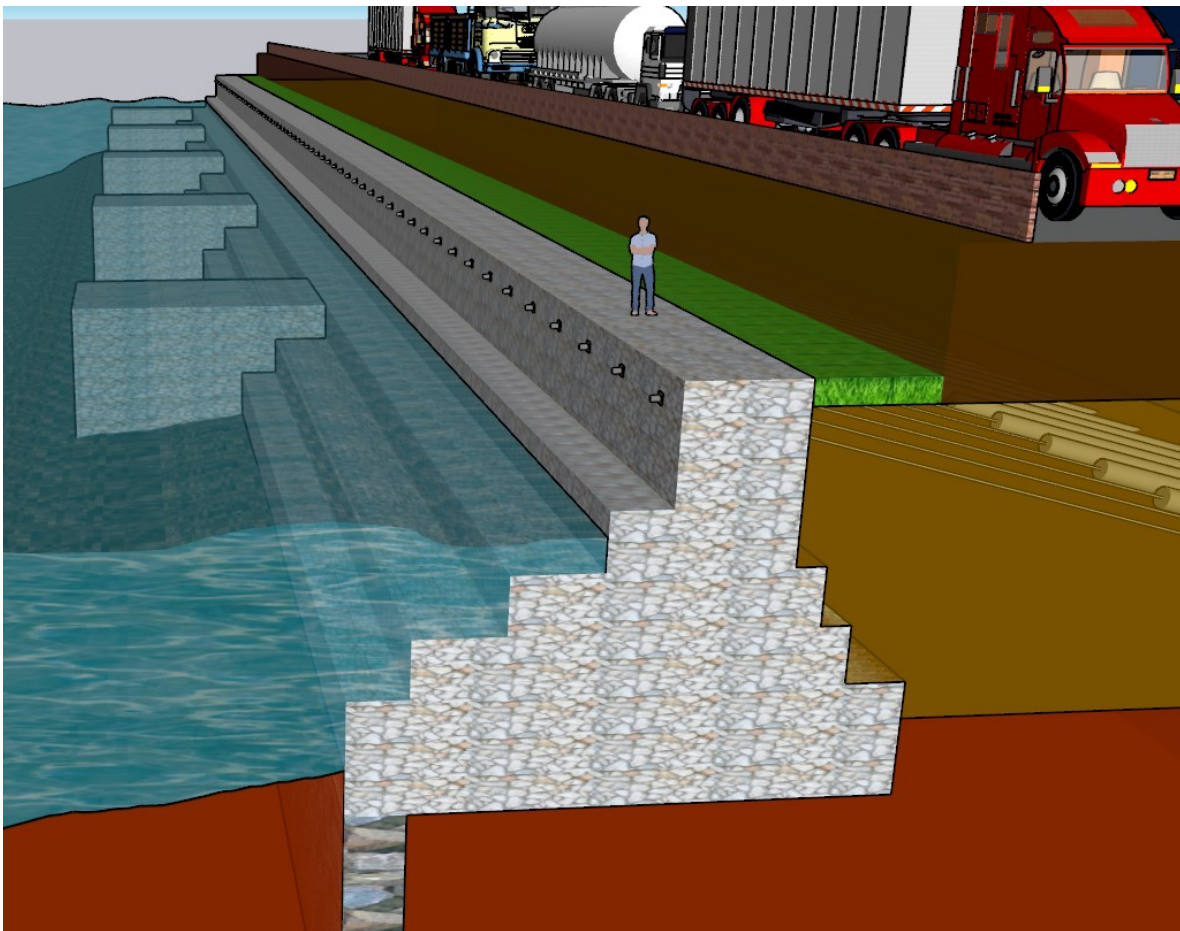
Con este conjunto de acciones, las cuales deben fijarse en magnitud y posición para un dimensionamiento dado del muro, se debe comprobar la seguridad de la estructura para las siguientes causas de falla, entendida como un problema de comportamiento relacionado con resistencia o deformación que debe verificarse para condiciones a corto y largo plazo.

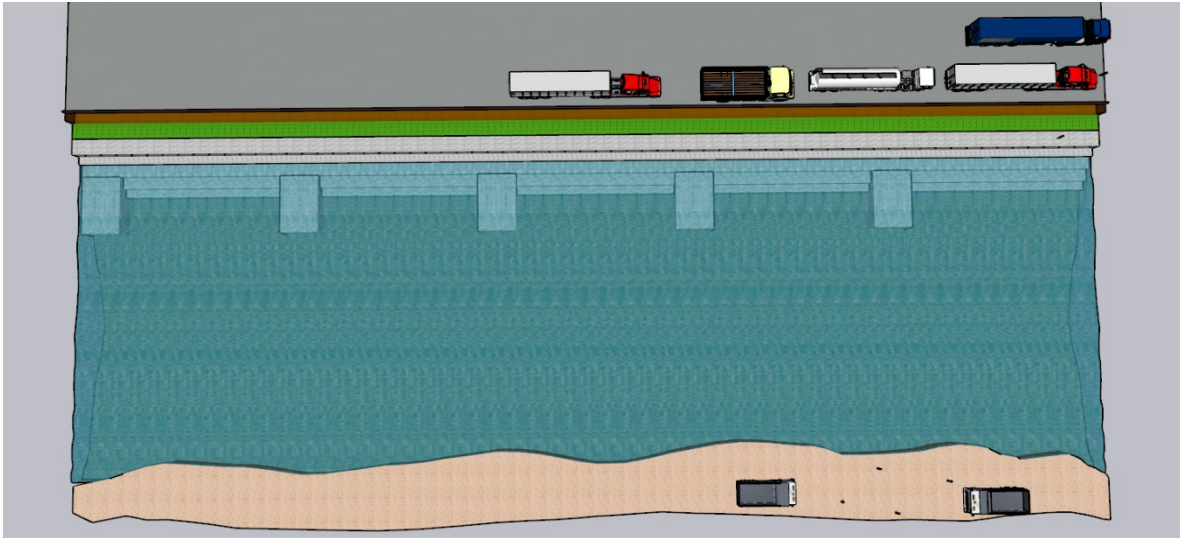


Volcamiento: El factor de seguridad ante vuelco corresponde a la relación entre los momentos estabilizadores y los inestabilizantes. Usualmente se calcula tomando momentos con respecto al pie del muro. Se recomienda que sea como mínimo de 1.5 y resulta conveniente que sea del orden de 2.0. Sin embargo, la norma NSR-2010 establece factores mínimos de 2.0 y 3.0 para suelos cohesivos y granulares, respectivamente. Como se mencionó anteriormente, se debe verificar el volcamiento de toda la estructura, teniendo en cuenta las deformaciones internas, que desplazan el centro de gravedad de la misma.



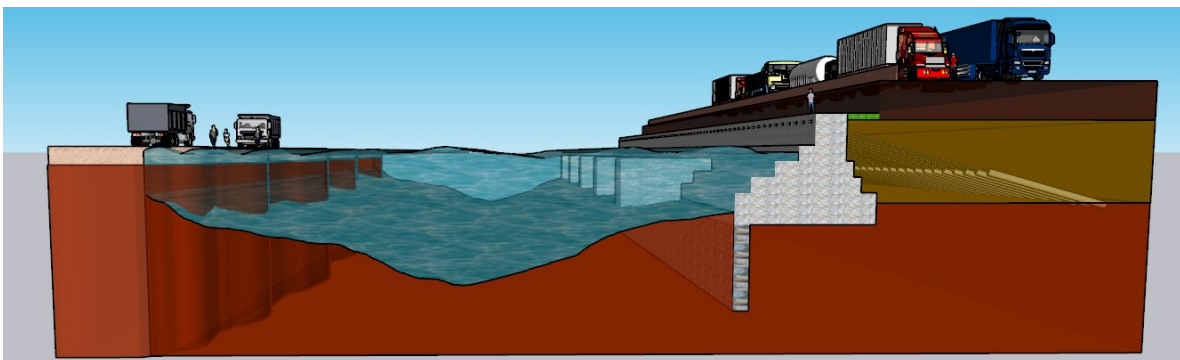
Deslizamiento: Se evalúa en el plano de la base del muro, aplicando ecuaciones para el equilibrio de fuerzas horizontales. Se recomienda que el factor de seguridad sea superior a 1.5 en suelos granulares y a 2.0 en materiales cohesivos. En algunos casos se inclina la base del muro para mejorar este nivel de seguridad. Puesto que normalmente se presenta alteración del material superficial sobre el que se construye el muro, suele desprejarse la componente de cohesión en la resistencia para esta evaluación. Aunque resulta conveniente que la cota de apoyo del muro este por debajo del nivel de excavación, no suele contarse con la resistencia pasiva en el pie, salvo casos especiales en que puede garantizarse la continuidad del terreno en esa zona, su inalterabilidad ambiental, etc. En este último caso se considera solo una fracción de dicha resistencia para que exista compatibilidad de deformaciones en las diferentes zonas del muro. Es importante resaltar que, si el factor de seguridad contra deslizamiento es muy alto, las presiones de compactación suelen ser de gran magnitud.





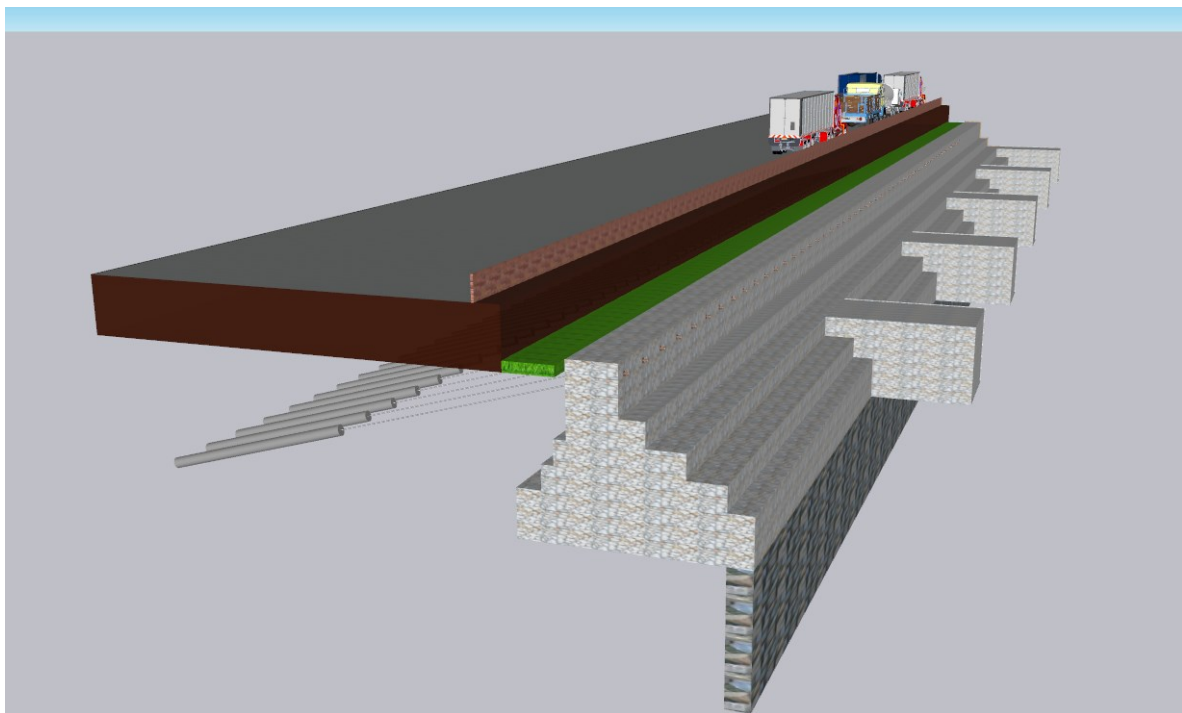
Para determinar el tipo amarre de los contrafuertes a la estructura de gaviones se deben seguir los siguientes criterios:

- Si la fricción generada en las paredes del contrafuerte es menor que la resistencia a la tracción de la unión, no es necesario ningún tipo de amarre, distinto al amarre convencional entre módulos de gaviones.
- Si la fricción generada en las paredes del contrafuerte es mayor que la resistencia de la unión, determinada con base en la resistencia del alambre de amarre, se deben unir los contrafuertes mediante ganchos de acero dispuestos entre el contrafuerte y el módulo adyacente.
- Si la fricción generada en las paredes del contrafuerte es mayor que la resistencia a la tracción de la malla, se deben amarrar los contrafuertes mediante un anclaje que los atraviese longitudinalmente, dispuesto entre las caras opuestas de la estructura.



7.6.4. ANALISIS ESTATICO CON MEDIDAS ESTRUCTURALES

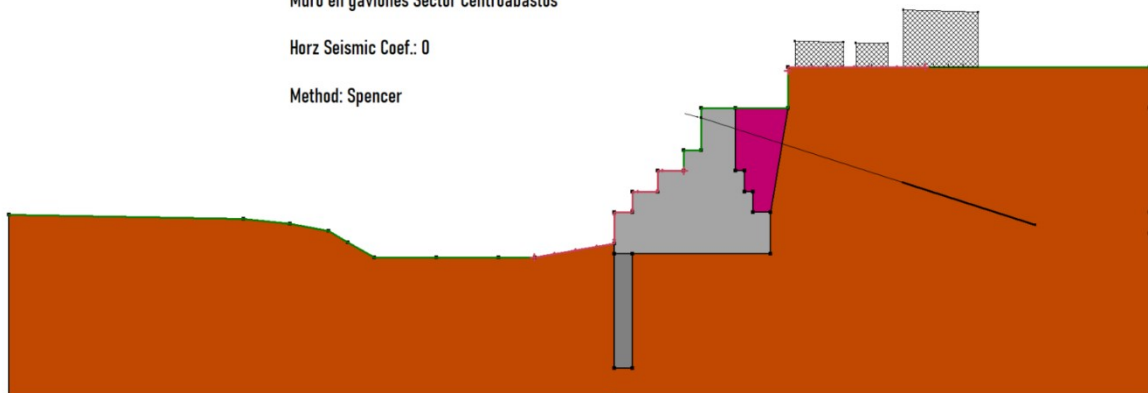
Se deben efectuar análisis de estabilidad de taludes para diferentes superficies de rotura para verificar factores de seguridad apropiados ante fallas del conjunto muro - suelo. Se aplican los métodos de análisis de equilibrio límite comunes en la estabilidad de taludes, en los cuales se comparan los esfuerzos desviadores con la resistencia disponible a lo largo de una superficie potencial de falla. Se asume que la masa falla como un cuerpo rígido y no se hacen consideraciones acerca de la deformabilidad del suelo. Debe garantizarse un factor de seguridad mínimo de 1,5 en condiciones estáticas y 1,2 en condiciones dinámicas.

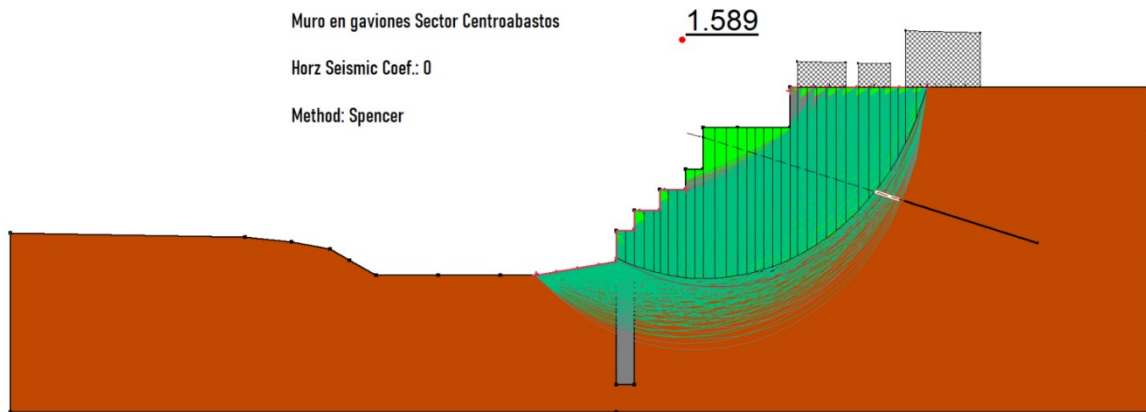


Muro en gaviones Sector Centroabastos

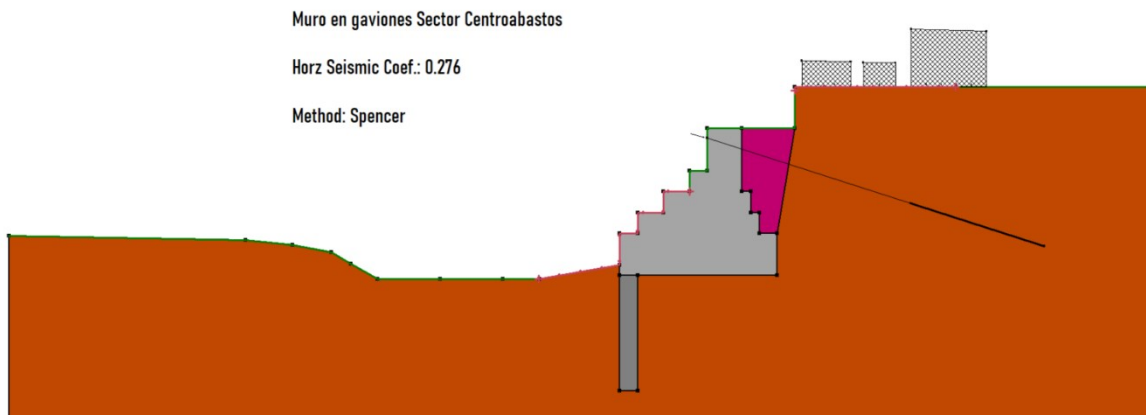
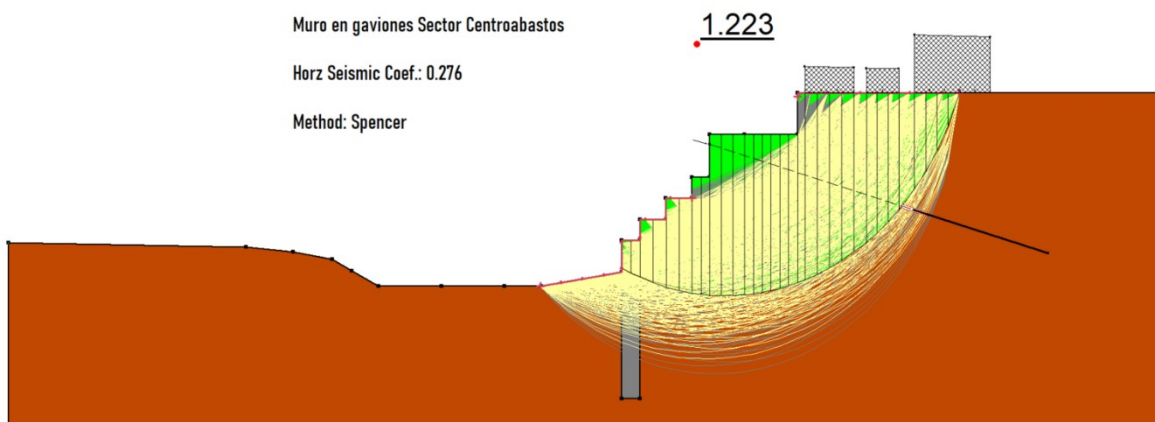
Horz Seismic Coef.: 0

Method: Spencer





7.6.5. ANALISIS DINÁMICO CON MEDIDAS ESTRUCTURALES



8. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

Las Normas Geotécnicas de la CDMB Y el RAS-2017, no establecen parámetros para el cálculo de la socavación, por lo cual se seguirán las indicaciones del Instituto Nacional de Vías – INVIAS, que establece un caudal de diseño para cualquier análisis de socavación, correspondiente al de un periodo de retorno de 100 años. (INVIAS 2011).

Dicha metodología fue establecida por el INVIAS para el cálculo de la socavación de flujo máxima que puede alcanzar un cauce durante una creciente poco probable (Periodo de Retorno $T = 100$ años), lo cual a fines prácticos es aplicable para nuestro caso, en el cual se requiere establecer la profundidad máxima de socavación que puede alcanzar el cauce, a fin de proyectar la cimentación hasta dicha profundidad y proteger las obras de control de cauce del Río de Oro.

Para calcular la socavación general se requiere la siguiente información:

- Caudal de diseño asociado a su periodo de retorno.
- Parámetros hidráulicos para el evento de creciente de diseño (Para nuestro caso $T = 100$ años) tales como velocidad de flujo, área hidráulica y ancho superior de la lámina de agua.
- Características físicas del material del fondo inicial y de los diferentes estratos del subsuelo que puedan ser descubiertos y erosionados durante el paso de la creciente seleccionada. Los datos más importantes son la densidad y la granulometría de suelos no cohesivos y el peso volumétrico seco de los materiales cohesivos.

Existen muchos métodos para evaluar la socavación general, siendo el más utilizado en el medio colombiano el propuesto por Lischtván - Lebediev. Así mismo, se emplean otros métodos como el de Maza Álvarez, Maza Álvarez - Echavarría Alfaro y el de Blench, entre otros. En este estudio, por el amplio rango de aplicación, se ahondará en el método de Lischtván – Lebediev, y se presentará una breve descripción de los otros métodos.

8.1. PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Los análisis hidráulicos determinaron la velocidad de flujo máximas para un periodo de retorno $T = 100$ años, con un valor de $939 \text{ m}^3/\text{s}$, cuya área hidráulica y un ancho superior de la lámina de agua, se evalúan para cada sección transversal entre las abscisas K7+450y K8+400, información tomada de los resultados del modelamiento hidráulico presentados en la Tabla 46.

8.2. MÉTODO DE LISCHTVAN – LEBEDIEV

Es el método de mayor aplicación para determinar la socavación general en el lecho de una corriente. El criterio propuesto por Lischtván – Lebediev se basa en la obtención de la condición de equilibrio entre la velocidad media real del flujo y la velocidad media máxima necesaria para no erosionar el material del fondo; la profundidad de socavación en cualquier punto de la sección transversal se obtiene al igualar las ecuaciones de la velocidad real y la velocidad erosiva.

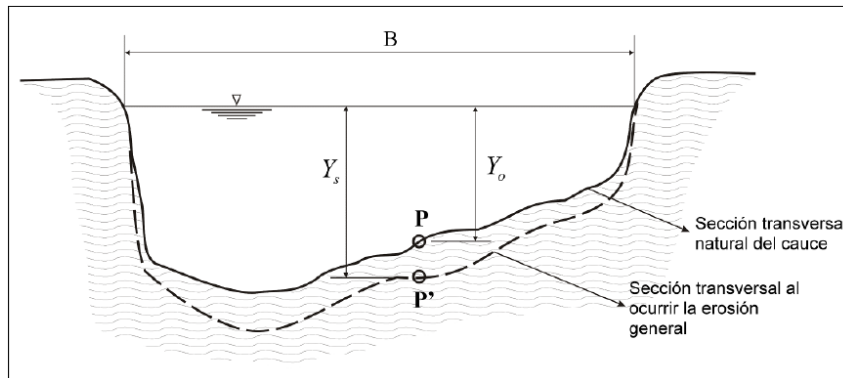


Figura 35 Variables para el análisis de la socavación – Fuente: INVIAS

Dependiendo del material que conforma el lecho del río, que podría corresponder a suelos de tipo granular o cohesivos, para cada caso se propone una ecuación que permite hallar la profundidad de socavación.

El terreno del lecho del Río de Oro se compone principalmente por arenas limpias, gravas y arenas limosas en mantos subhorizontales. A diferentes profundidades según el sitio aparecen suelos duros o rocas. Los niveles freáticos son poco profundos y están generalmente controlados por los niveles del agua.

Para nuestro caso, el terreno a evaluar se considera suelo granular, para lo cual la metodología de **Lischtván – Lebediev** propone la siguiente expresión para evaluar la socavación general:

$$Y_s = \left(\frac{\alpha Y_o^{5/3}}{0.68 \beta \mu \phi d_m^{0.28}} \right)^{\frac{1}{1+Z}}$$

Donde:

Ys: profundidad del flujo después de ocurrida la socavación. Se mide desde el nivel del agua cuando pasa la creciente hasta el nivel del fondo del cauce erosionado, en metros (m).

Yo: profundidad inicial existente en una línea vertical predeterminada en la sección medida desde el nivel del agua pasa la creciente, hasta el nivel del cauce antes del proceso de socavación, en metros (m)

α : Coeficiente de sección, definido como:

$$\alpha = \frac{Q_d}{Y_m^{5/3} B_e}$$

Qd: caudal de diseño asociado al periodo de retorno, en metros cúbicos por segundo (m³/s)

Ym: profundidad media, en metros (m), definida como:

$$Y_m = \frac{A}{B_e}$$

A: Área hidráulica, en metros cuadrados (m²)

Be: ancho efectivo de la superficie del agua en la sección transversal, en metros (m).

μ : coeficiente de contracción. Este valor se toma de la Tabla 48 como una función de la velocidad media del flujo y de la distancia libre.

ϕ : coeficiente de corrección por el efecto de la densidad del agua durante la creciente. Para agua clara (clear wáter) este valor es igual a 1.0. Si la creciente transporta sedimentos en suspensión (lived-bed), este coeficiente puede consultarse en la Tabla 49, o bien calcularse mediante la siguiente expresión:

$$\phi = -0.54 + 1.5143 \gamma_{as}$$

γ_{as} : peso específico del agua, más sedimento en toneladas por metro cubico (T/m³)

dm: diámetro medio de las partículas del material granular, en milímetros, (mm). Se calcula como:

$$d_m = 0.01 \sum d_i P_i$$

di: diámetro en milímetros (mm) de una fracción de la curva granulométrica del material.

Pi: peso de esa fracción expresado en porcentaje con respecto al total de la muestra (porcentaje retenido).

Z: exponente variable que depende del diámetro medio de las partículas del material granular, puede ser tomado de la Tabla 50 o bien calculado mediante la siguiente expresión:

$$Z = 0.394557 - 0.0413 \log(d_m) - 0.00891 \log^2 d_m$$

β : coeficiente de frecuencia. Este coeficiente toma en cuenta el periodo de retorno comprendido entre 15 y 1500 años. Para obtener su valor se propone la siguiente expresión:

$$\beta = 0.7929 + 0.0973 \ln(T)$$

O bien, el coeficiente de frecuencia β puede ser tomado de la Tabla 51, teniendo en cuenta que la probabilidad de ocurrencia (P) corresponde al inverso del periodo de retorno (T):

$$P = \frac{1}{T}$$

Para nuestro caso donde se establece un periodo de retorno $T = 100$ años, la probabilidad de ocurrencia de dicho evento es de 0.01; es decir, $P = 1\%$. Por tanto, de la Tabla 51 se obtiene que $\beta = 1$.

Tabla 48 Valores del coeficiente de contracción del cauce μ

velocidad media en m/s	ANCHO SUPERIOR DE LA LÁMINA DE AGUA, EN METROS												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
	Coeficiente μ												
>1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

FUENTE: Control de la erosión en zonas tropicales capítulo 4

Tabla 49 Coeficiente ϕ que depende de la concentración del material transportado

Peso específico del agua más sedimento (ton/m ³)	coeficiente ϕ
1.05	1.06
1.10	1.13
1.15	1.20
1.20	1.27
1.25	1.34
1.30	1.42
1.35	1.50
1.40	1.60

FUENTE: Control de la erosión en zonas tropicales capítulo 4

Tabla 50 Coeficiente Z

Suelo Granulares					
d (mm)	Z	1/(1+Z)	d (mm)	Z	1/(1+Z)
0.05	0.43	0.70	40	0.3	0.77
0.15	0.42	0.70	60	0.29	0.78
0.5	0.41	0.71	90	0.28	0.78
1	0.4	0.71	140	0.27	0.79
1.5	0.39	0.72	190	0.26	0.79
2.5	0.38	0.72	250	0.25	0.80
4	0.37	0.73	310	0.24	0.81
6	0.36	0.74	370	0.23	0.81
8	0.35	0.74	450	0.22	0.82
10	0.34	0.75	570	0.21	0.83
15	0.33	0.75	750	0.2	0.83
20	0.32	0.76	1000	0.19	0.84
25	0.31	0.76			

FUENTE: Control de la erosión en zonas tropicales capítulo 4

Tabla 51 Coeficiente β que depende del periodo de retorno

Probabilidad (en % de que se presente el caudal de diseño)	coeficiente β
100	0.77
50	0.82
20	0.86
10	0.90
5	0.94
2	0.97
1	1.00
0.3	1.03
0.2	1.05
0.1	1.07

FUENTE: Control de la erosión en zonas tropicales capítulo 4

La máxima socavación estimada para el caudal de diseño correspondiente a un periodo de retorno $T = 100$ años, para el Río de Oro a la altura de Centroabastos, generada por condiciones naturales del cauce, arroja valores que varían entre 1.25 m y 5.59 m (Ver análisis de socavación bajo condiciones naturales en Tabla 52).

La socavación promedio es de 3.31 m; no obstante, el 47% de las secciones transversales arrojan socavación por encima del promedio.

Adicionalmente, sobre el Río de Oro aguas abajo de Centroabastos existen factores antrópicos como la extracción de material del lecho adelantada por minería tanto legal como informal, cuyo volumen de material extraído a diario no puede ser calculado por falta de información.

Cabe mencionar que los tramos de muro colapsados tenían protección contra la socavación mediante un dentellón de 4 m de profundidad bajo el lecho del río, alcanzada por la socavación del cauce en poco más de una década; por lo cual, se concluye que el colapso del muro existente se debió en mayor medida a la profundización del cauce por efecto de la extracción de material.

Por lo anterior, se propone cimentar el muro en gavión proyectado sobre un dentellón de 5,5 m de profundidad bajo el lecho del río, para protección contra la socavación del cauce generada por procesos naturales del cauce. Adicionalmente, se recomienda la instalación de barreras transversales tipo espigón, que disminuyan la velocidad del flujo y consecuentemente el efecto de la socavación sobre la margen derecha del cauce, ayudando a conformar y mantener una playa de protección sobre esta margen. Los espigones se diseñan en el siguiente numeral.

Tabla 52 Socavación generada por el cauce – Fuente propia

Abscisa Río de Oro	VELOCIDAD T=100 años	Ancho del Cauce	μ	z T=100 años	Y _o	β	ϕ	dm	Área Hidráulica	Y _m	α	Y _s	Socavación
	m/s	m						mm					
K7+650	3.96	80.93	0.99	0.37	5.34	1.00	1.20	4.00	339.66	4.20	1.06	7.10	1.76
K7+700	5.03	82.76	0.99	0.37	5.59	1.00	1.20	4.00	303.65	3.67	1.30	8.70	3.11
K7+750	6.54	78.77	0.99	0.37	5.21	1.00	1.20	4.00	244.01	3.10	1.81	10.17	4.96
K7+800	6.87	76.33	0.99	0.37	4.75	1.00	1.20	4.00	226.88	2.97	2.00	9.78	5.03
K7+836.50	4.16	98.74	0.99	0.37	5.43	1.00	1.20	4.00	392.87	3.98	0.95	6.68	1.25
K7+850	3.82	73.38	0.99	0.37	5.27	1.00	1.20	4.00	289.32	3.94	1.30	8.10	2.83
K7+900	4.29	94.32	0.99	0.37	4.95	1.00	1.20	4.00	289.75	3.07	1.53	8.46	3.51
K7+950	5.54	95.51	0.99	0.37	4.54	1.00	1.20	4.00	230.53	2.41	2.26	10.13	5.59
K8+00	5.05	94.79	0.99	0.37	4.59	1.00	1.20	4.00	248.26	2.62	1.99	9.34	4.75
K8+050	4.71	94.28	0.99	0.37	4.54	1.00	1.20	4.00	259.07	2.75	1.85	8.73	4.19
K8+100	4.48	92.26	0.99	0.37	4.99	1.00	1.20	4.00	283.03	3.07	1.57	8.70	3.71
K8+150	3.99	93.69	0.99	0.37	5.29	1.00	1.20	4.00	329.57	3.52	1.23	7.82	2.53
K8+200	3.79	98.90	0.99	0.37	5.67	1.00	1.20	4.00	371.64	3.76	1.05	7.55	1.88
K8+250	4.68	95.18	0.99	0.37	5.82	1.00	1.20	4.00	328.39	3.45	1.25	8.89	3.07
K8+300	5.43	94.48	0.99	0.37	5.88	1.00	1.20	4.00	314.87	3.33	1.34	9.44	3.56
K8+350	4.86	98.70	0.99	0.37	5.83	1.00	1.20	4.00	323.68	3.28	1.31	9.23	3.40
K8+400	4.87	94.01	0.99	0.37	5.96	1.00	1.20	4.00	325.64	3.46	1.26	9.19	3.23
K8+450	6.78	82.01	0.99	0.37	6.09	1.00	1.20	4.00	327.60	3.99	1.14	8.76	2.67
K8+500	7.75	64.86	0.98	0.37	6.22	1.00	1.20	4.00	329.56	5.08	0.96	8.02	1.80

9. DISEÑO DE ESPIGONES

En una corriente o río se presentan dos tipos básicos de erosión: Profundización del cauce y erosión lateral. El equilibrio del cauce está controlado por el balance entre la carga de sedimentos depositada y la capacidad de transporte del flujo. En todos los casos, aún en las corrientes más estables se presentan fenómenos de erosión y se puede requerir la construcción de obras de control tanto lateral como de fondo.

La estabilización de los alineamientos de las riberas de los canales de los ríos debe cumplir una o más de los siguientes objetivos:

- Paso seguro y expedito del flujo de las crecientes.
- Transporte eficiente de la carga suspendida y la carga de fondo.
- Cauce estable del río con mínima erosión lateral.
- Profundidad suficiente y buen cauce para navegación.
- Dirección del flujo a través de un sector definido del río.

Las principales estructuras utilizadas para la estabilización de las riberas son las siguientes:

- Espigones cortos (spurs).
- Espigones largos (groynes).
- Diques longitudinales.
- Estructuras retardadoras.
- Revestimiento de los taludes de las riberas.
- Muros de contención.

Debido a que el Río de Oro en el tramo de interés, presenta un ancho de sección de cauce normal variable entre 30 m y 50 m, se recomienda la instalación de espigones cortos.

Los espigones son estructuras relativamente sólidas alargadas que se colocan para desviar la corriente de agua o controlar el arrastre de materiales del fondo.

Un espigón es una estructura construida a un ángulo con la dirección de flujo, anclada en la orilla del canal y en algunas ocasiones, con una cabeza para el manejo del flujo en la punta. Si el ángulo del espigón no es el correcto, la turbulencia que este genere puede producir remolinos o vórtices fuertes que generen a su vez socavación, la cual representa un problema de estabilidad para la estructura del espigón.

Los espigones pueden construirse con bloques de roca, bloques de concreto, gaviones, hexápodos, tetrápodos, pilotes de acero, madera, bambú, bolsacreto o combinaciones de varios materiales.

El objetivo del espigón es desviar la corriente del río alejándola de zonas críticas para prevenir la erosión de la orilla y establecer un canal más estable.

9.1. PARTES DE UN ESPIGÓN

Un espigón consta de cuatro elementos así:

- a) **La punta del espigón:** Constituye el punto crítico para su socavación por la concentración de corrientes y la velocidad del agua en este punto. La socavación de la cimentación de la punta depende de la sección del río con o sin espigones, de la inclinación de los taludes y de los caudales del río.
- b) **La cresta:** Puede ascender hacia la orilla o ser horizontal además puede ser sumergida o levantada con respecto al nivel del agua de diseño. Si la cresta es desbordable debe proveerse de un sistema de protección contra la socavación en el lado aguas abajo.
- c) **Anclaje:** El anclaje depende de la situación real del sitio ante la posibilidad de que el agua pase por detrás del espigón.
- d) **Cimiento:** Es el factor que determina la durabilidad del espigón. El cimiento a su vez está constituido por la fundación propiamente dicha y por un tapete o colchón, como protección contra la socavación.

Para evitar la destrucción o barrida de los espigones es recomendable profundizarlos hasta la socavación estimada cuando sea posible. En nuestro caso con una socavación promedio de 4 m, esto no se considera viable, por lo cual, el espigón debe diseñarse de tal forma que conforme y mantenga un lecho de protección, el cual deberá evaluarse con cierta periodicidad, y realizar su mantenimiento cada vez que se observe su deterioro.

Un espigón de alta flexibilidad va adaptándose al terreno a medida que se produce la socavación. La obra cede en la parte erosionada, se flexiona y adopta la nueva forma del terreno. No obstante, puede ocurrir que la flexibilidad del espigón no sea lo suficientemente alta y tienda a romperse por flexión para ser arrastrada por el río, o que la fuerza de la creciente sea tal que arrastre totalmente el espigón.

9.2. DISEÑO DE ESPIGONES

El diseño de un grupo de espigones es una función de los siguientes factores:

Variables de Flujo

- Profundidades de aguas mínimas, normales y máximas.
- Cantidad de carga suspendida con relación a la carga de fondo.

Parámetros del cauce

- Pendiente y velocidad del río.
- Características del material de fondo (arcilla, limos, arena, grava, cantos, guijarros).
- Tamaño del canal (ancho y sección).

Materiales disponibles para construcción

Previamente al diseño debe analizarse las posibilidades de materiales para su construcción.

Posibilidad de avalanchas y otras amenazas

Ha ocurrido un número muy alto de fallas de espigones que justifican un replanteo total de los sistemas de análisis, diseño y construcción empleados hasta ahora.

Para evitar la destrucción y/o arrastre de los espigones deben tenerse en cuenta las siguientes características:

- a) Conocimiento del régimen hidráulico del río.
- b) Cálculo de socavación del cauce con el espigón.
- c) Diseño de una cimentación con la profundidad adecuada.
- d) Diseño hidráulico del espigón.
- e) Diseño estructural (resistencia y flexibilidad) del espigón.

El espigón no debe causar un cambio brusco en la dirección de la corriente, sino por el contrario producir un cambio suave. Los espigones son efectivos solamente si el espaciamiento entre ellos no es muy grande.

9.3. ELEMENTOS A DISEÑAR

Los puntos más importantes a tomar en cuenta al diseñar una protección basado en espigones son:

- a) Localización en planta. Radios de las curvas, longitud de las tangentes, ancho estable del río.
- b) Longitud de los espigones.
- c) Elevación de la cresta de los espigones.
- d) Espaciamiento entre espigones.
- e) Número de espigones.
- f) Pendiente de la corona.
- g) Angulo de orientación respecto a la orilla.
- h) Taludes laterales de los espigones.
- i) Permeabilidad del espigón.
- j) Características y tamaño de los Materiales para la construcción de los espigones.

- k) Determinación de las condiciones de flujo alrededor de los espigones.
- l) Predicción de la socavación.

9.4. LOCALIZACIÓN EN PLANTA

Al proyectar una obra de defensa ya sea protegiendo la orilla actual, o bien, en una margen nueva (al hacer una rectificación), se requiere trazar en planta el eje del río y en las orillas dibujar una línea paralela al eje a la cual llegarán los extremos de los espigones. La longitud de cada espigón, estará dada por la distancia de la orilla real a esa línea. La separación entre las nuevas orillas, es decir el ancho B, estará dado por el estudio de estabilidad de la corriente, el cual tomará en cuenta si el tramo será navegable, el cambio de pendiente si se rectifica el río, etc.

Cuando se trata de una rectificación en cauces formados por arenas y limos, conviene dentro de lo posible, que los radios de las curvas nuevas, medidos hasta el eje del río tengan la longitud R siguiente:

$$2.5 B < R < 8B$$

Donde:

R = Radio de Curva.
B = Ancho del río.

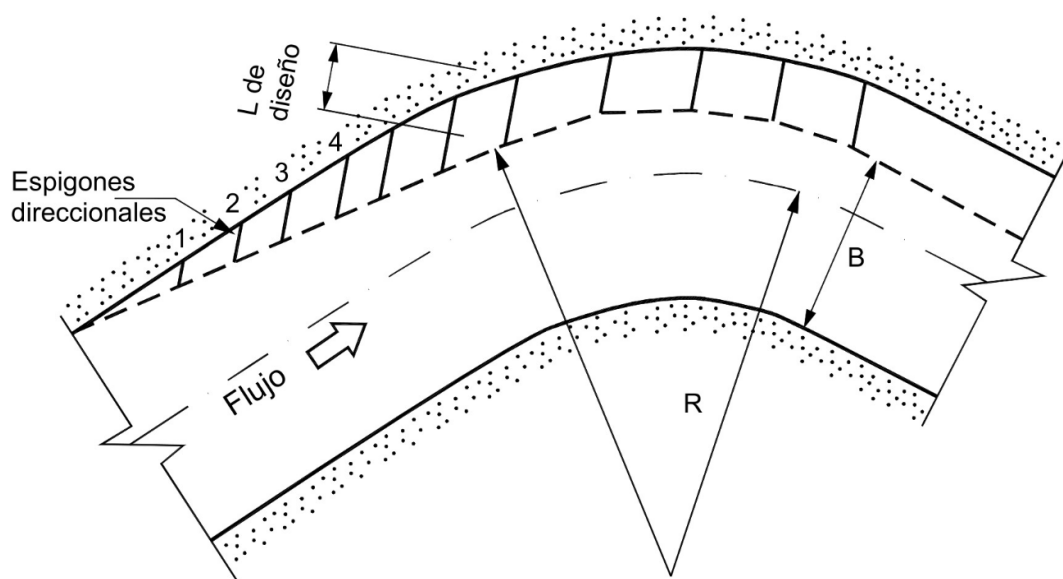


Figura 36 Colocación de espigones cortos antes del primer espigón de diseño

Al respetar los radios anteriores, la defensa que se haga sobre la base de espigones, trabajará eficientemente. Si los radios de curvatura son menores, la

separación de los espigones disminuye y económicamente es preferible construir una defensa marginal apoyada en la orilla. Si los radios son mayores, el río tiende a formar un cauce con menores radios dentro de la curva y no todos los espigones trabajan eficientemente.

Cuando solo se desea proteger las orillas actuales de un río, y no se desea hacer trabajos de rectificación, la línea que une los extremos de los espigones deberá trazarse lo más uniformemente posible, aunque no necesariamente tendrá un radio único.

Los proyectos de este tipo son los más comunes en la primera etapa de desarrollo de una región ya que se trata de fijar las orillas al menor costo posible. La selección de la línea que une los extremos de los espigones incluye en la longitud de los mismos y ésta, junto con la orientación que se les dé, determinan la separación, entre ellos.

Al protegerse ya sea una sola curva o un tramo completo, los primeros tres espigones de agua arriba deben tener longitud variable. El primero deberá ser de la menor longitud posible (igual al tirante), y los otros aumentar uniformemente, de tal manera que el cuarto tenga ya la longitud de proyecto. La pendiente longitudinal de la corona debe ser uniforme en todos ellos y por lo tanto la misma de los demás espigones.

Por último, conviene aclarar que, aunque la línea teórica que une los extremos de los espigones pueda tener diversos radios de curvatura, nunca deberá tener un tramo en que su radio de curvatura se mida hacia la orilla exterior. Todos los radios de esa línea se deberán medir hacia el mismo lado; es decir, hacia el interior de la curva.

9.5. SEPARACIÓN ENTRE ESPIGONES

La separación entre espigones se mide en la orilla entre los puntos de arranque de cada uno y depende primordialmente de la longitud del espigón de aguas arriba de su orientación y de la localización de la orilla.

Para calcularla se toma en cuenta la inclinación del espigón respectivo a la orilla de aguas abajo y la ampliación teórica de la corriente al pasar por el extremo del espigón. El ángulo de esa desviación es de entre 9° y 14° .

La longitud de anclaje debe ser mayor cuando las orillas son de poca altura, con el objeto de evitar que la corriente pueda desviarse por detrás de los espigones.

Generalmente, se construye primero el espigón localizado más aguas arriba y luego los espigones subsiguientes hacia aguas abajo. Esto se hace con el objetivo de poder construir los espigones en aguas bajas y calmadas.

Los espigones se construyen en grupos mínimo de cuatro espigones seguidos. Una de las decisiones más importante del diseño es la separación entre espigones individuales. Los espigones deben colocarse a una distancia tal que la acción conjunta de ellos pueda separar el eje de flujo de la orilla, se debiliten las corrientes entre espigones y se promueva entonces, la sedimentación en los espacios entre ellos.

Si los espigones están demasiado separados, las corrientes pueden atacar la orilla que se pretende proteger entre dos espigones, generándose erosión o produciéndose meanderización de la corriente. La construcción de espigones muy cerca unos de los otros, produce un sistema menos eficiente y más costoso.

Generalmente la distancia entre espigones está relacionada con el ancho del río la longitud del espigón, la velocidad del flujo, el ángulo α y la curvatura de la orilla.

Las recomendaciones de Maza Álvarez (1989) son las siguientes:

- a) **Separación en tramos rectos:** Cuando se requieran construir espigones en tramos rectos, como es el caso del Río de Oro a la altura de Centroabastos, la separación deberá ser la que se indica en la Tabla 53.
- b) **Separación en curvas:** Para la localización de espigones en curva, Maza (1989) recomienda suponer un ángulo β de 9° a 14° de desviación de la corriente para la colocación del siguiente espigón. La separación S_p entre espigones colocados en curva, conviene controlarla gráficamente como se indica en la Figura 37.

Si la curva es regular y tiene un único radio de curvatura, la separación que se ha probado con buenos resultados es $S_p = (2.5 \text{ a } 4) \cdot L_t$; para radios de curvatura mayores de cuatro B se han usado separaciones de $4 \cdot L_t$. Si la curva es irregular o con un radio de curvatura pequeña la separación de espigones necesariamente debe encontrarse en forma gráfica.

Tabla 53 Separación entre espigones en tramos rectos

Ángulo de Orientación	Separación S_p
90° a 70°	(5.1 a 6.3) L_t , (5.2 a 6.4) L_o
60°	(5 a 6) L_t , (5.7 a 6.9) L_o

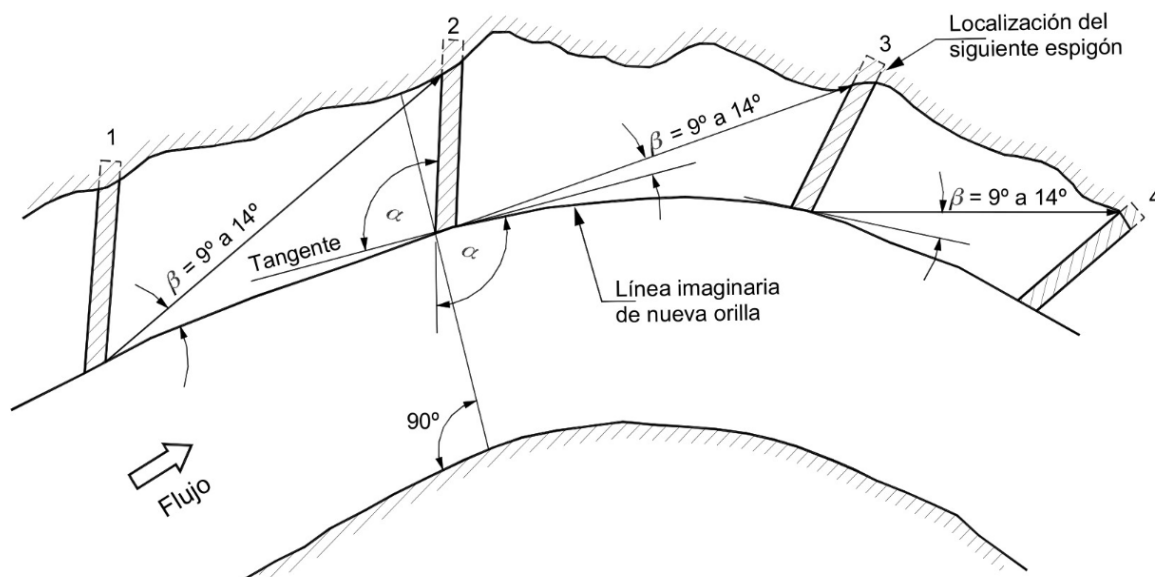


Figura 37 Parámetros para determinar el espaciamiento entre espigones en tramos curvos

Tabla 54 Separación entre espigones en tramos curvos

α	Lt	Sp teórico en función Lto	Sp teórico en función Lt	Sp recomendable	
				Empotrado	No empotrado
60	1.15 Lto	5.7 - 6.9	5.0 - 6.0	6 Lt	5 Lt
70	1.06 Lto	5.4 - 6.6	5.1 - 6.3	6.3 Lt	5Lt
90	Lto	5.1 - 6.3	5.1 - 6.3	6.3 Lt	5 Lt

9.6. ORIENTACIÓN DE LOS ESPIGONES

La orientación de los espigones se mide por el ángulo que forma hacia aguas abajo, el eje longitudinal del mismo con la tangente a la orilla en el punto de arranque.

Se debe analizar tres tipos de espigones así:

Espigones inclinados hacia aguas arriba (ángulo $\alpha > 90^\circ$)

A estos espigones se les llama espigones deflectores porque según algunos autores repelen el flujo hacia el centro del cauce. La mayoría de las referencias en la literatura recomiendan para este tipo de espigones, inclinaciones entre 100° y 120° (Beckstead, 1975). Derrick (1998) recomienda limitar el ángulo de inclinación a 110° .

Espigones inclinados hacia aguas abajo (ángulo $\alpha < 90^\circ$)

Algunos autores recomiendan ángulos de inclinación de 70° , porque según ellos se disminuye la socavación en la cabeza del espigón.

Según Maza en un tramo recto, en una curva regular, conviene que los espigones formen un ángulo de 70° con la dirección de la corriente. Si la curva es irregular y aún más si tiene un radio de curvatura menor de $2.5 \cdot B$, los ángulos de orientación serán menores de 70° y pueden alcanzar valores hasta de unos 30° .

Espigones ortogonales al flujo (ángulo $\alpha = 90^\circ$)

Un espigón a 90 grados protege en forma similar los lados aguas abajo y arriba del espigón. Estos espigones son más cortos. Son utilizados con frecuencia en los casos en los cuales se requiere controlar un canal navegable.

9.7. ALTURA DE LOS ESPIGONES

Los espigones pueden ser sumergidos o no sumergidos. Aunque los espigones sumergidos presentan una mayor socavación aguas abajo del espigón, la socavación en la punta es menor y se adaptan mejor a las condiciones de inundaciones. Sin embargo, algunos autores recomiendan que los espigones permeables o sólidos trabajen en condiciones no sumergidas para disminuir la socavación lateral la cual puede destruir los espigones (Przedwojski 1995). Los espigones permeables funcionan mejor sumergidos porque crean alteraciones menores al flujo.

Algunos investigadores recomiendan que no se permita que el flujo pase por encima del espigón para evitar socavación lateral del mismo.

Para propósitos de navegación en Holanda la altura de los espigones se construye entre 0.3 y 1.3 metros por encima del valor medio de agua anual.

Maza (1989) recomienda pendientes longitudinales de la cresta entre 10% y 25% , sin embargo, otros autores difieren de su apreciación y prefieren espigones con muy poca pendiente en la cresta.

La utilización de espigones de baja altura disminuye la sedimentación, pero forman unas áreas de aguas bajas entre espigones que facilitan la vida acuática.

9.8. LONGITUD DE LOS ESPIGONES

La longitud total de un espigón se divide en longitud de anclaje o empotramiento y longitud del trabajo. La primera es la que está dentro de la margen y la segunda la que está dentro de la corriente.

La longitud de los espigones se determina con base a buen juicio de ingeniería, basándose principalmente en el estudio de la morfología de la corriente, características del thalweg y comportamiento de la corriente (Derrick 1998).

Cuando la curva es uniforme (rectificación) o en tramos rectos, todos los espigones tienen la misma longitud, ángulo de orientación y por lo tanto la separación entre ellos es la misma.

La longitud de trabajo, medida sobre la corona, se selecciona independientemente y se ha comprobado que conviene que esté dentro de los límites siguientes:

$$h < L < B/4$$

Donde:

B = ancho medio del cauce.

h = tirante medio; ambos para el gasto dominante.

L = longitud efectiva del espigón.

Los espigones se pueden construir en ocasiones sin tener longitud de anclaje; es decir, sin que penetren dentro de la margen, apoyados únicamente a la orilla.

La máxima longitud de empotramiento es igual a $L/4$.

9.9. ESPIGONES PROYECTADOS

Con base en los parámetros técnicos planteados, tomados de la experiencia de diversos diseñadores a nivel mundial a lo largo de los años, así como la experiencia propia de la CDMB en la construcción de espigones en los ríos Lebrija y Cáchira del Espíritu Santo en años anteriores, se optó por proyectar espigones con las siguientes características.

9.9.1. Materiales a utilizar

En el Río de Oro hay disponibilidad de rocas con diámetros de entre 10 cm y 25 cm, que pueden ser utilizadas para la conformación de espigones conformados mediante gaviones, por lo cual, este es el tipo de material a utilizar.

9.9.2. Dimensiones de los espigones

Por el ancho del Río de Oro en el sector del proyecto, se utilizarán espigones en gavión de 5 m de longitud efectiva sobre el lecho incrustados en los gaviones de contención, una altura de 4 m cimentados a nivel del fondo del lecho, con revestimiento de cemento de 0.10 m de espesor, anclados a los muros de gavión de contención del cauce.

La Figura 38 presenta secciones transversales del muro en gavión proyectado para los tramos sin y con el espigón.

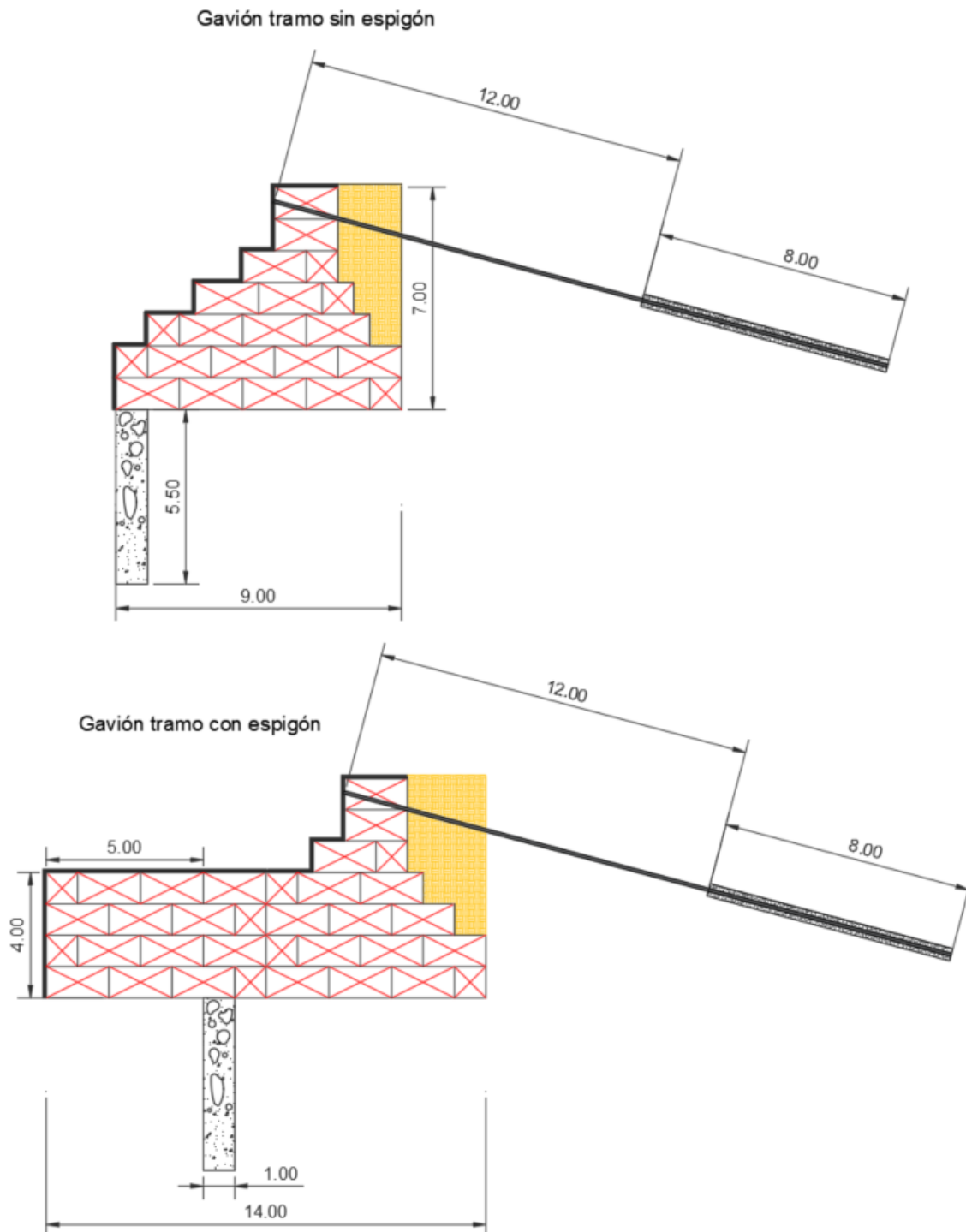
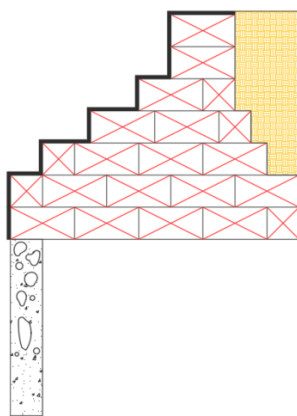


Figura 38 Sección transversal gavión proyectado tramos con y sin espigón

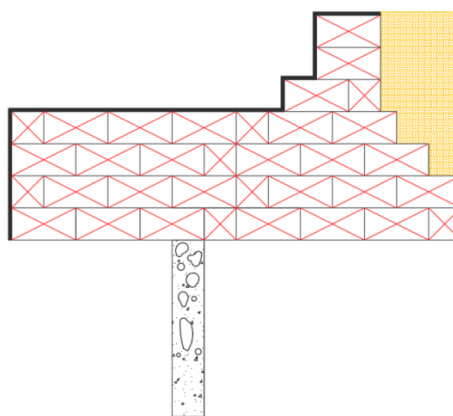
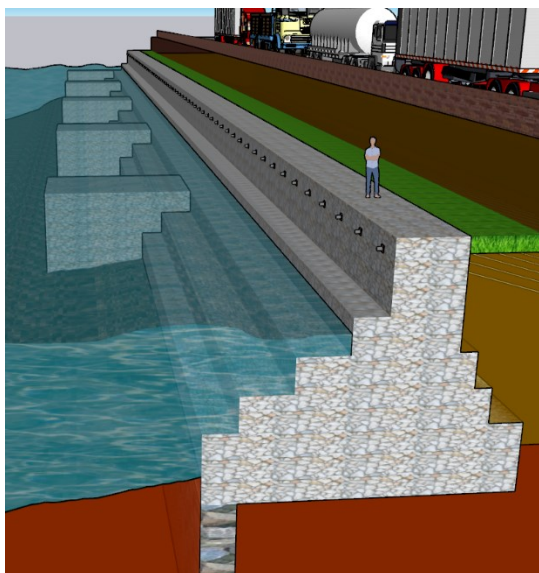
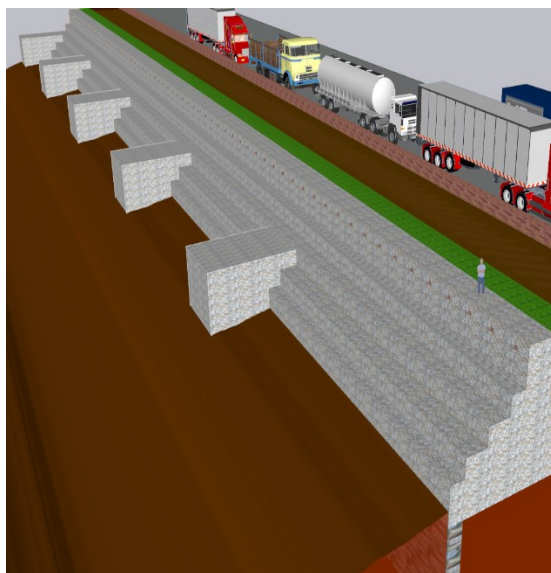
9.9.3. Orientación y separación de espigones

De acuerdo con las recomendaciones de los diversos autores, se proyectan los espigones con un ángulo de 90° con respecto a la tangente conformada sobre la margen derecha del cauce, con separaciones variables en el tramo recto inicial y utilizando la metodología mostrada en la Figura 37 para el tramo curvo final. La localización de los espigones para los tramos curvos se proyectó con base en el método gráfico mostrado en la Figura 37. En total se proyectan 24 espigones de 5 m de longitud por 4 m de altura, de modo que se cumpla con los espaciamientos recomendados. Los espigones proyectados pueden consultarse en el plano de planta inundable anexo, del cual se extrae la Figura 39 presentada a continuación.

Gavión tramo sin espigón



Gavión tramo con espigón



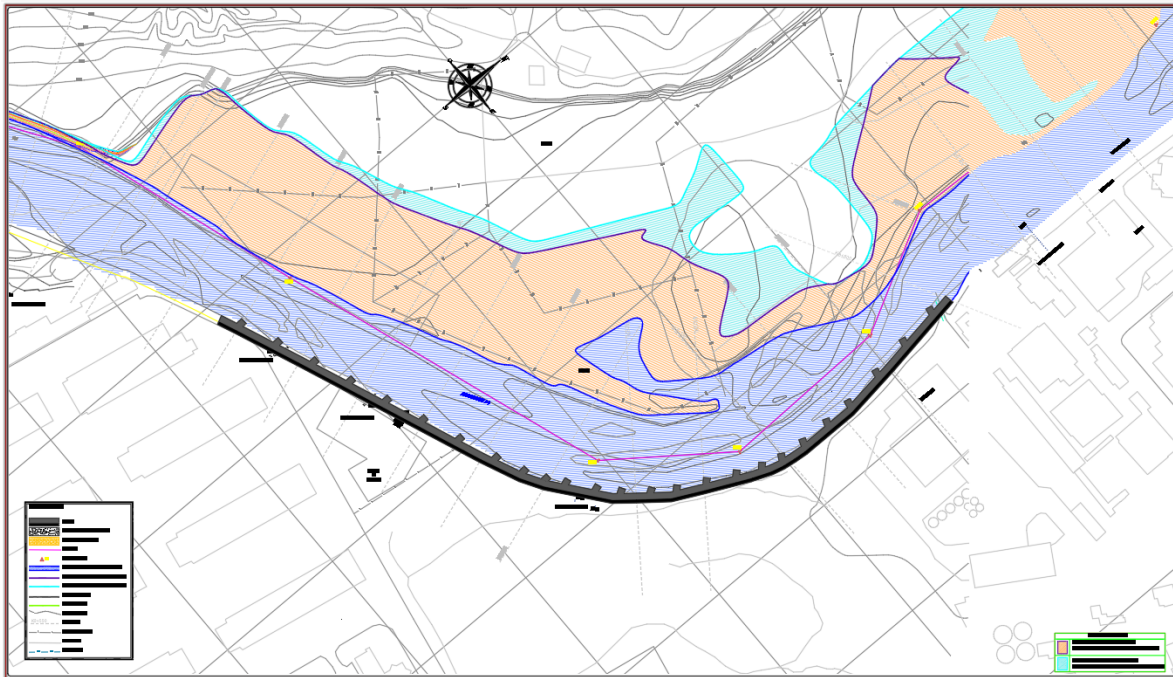


Figura 39 Planta del muro proyectado con espigones

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en la información disponible del Estudio de Amenaza por Inundación del Río de Oro de la CDMB del año 2012, se calcularon los caudales de diseño para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años, siguiendo los parámetros de las Normas Geotécnicas de la CDMB vigentes (Resolución No. 1294 del 2009).

Con base en los niveles máximos de la lámina de agua se proyecta la construcción de un muro en gavión de 7 m de altura sobre el nivel del lecho del cauce, revestido con mortero de 0.10 m de espesor en su cara húmeda.

Se realizó un análisis de la socavación de fondo mediante el método de Lischtván – Lebediev, siguiendo las indicaciones del INVIAS, con base en lo cual se proyecta cimentar el gavión sobre un dentellón de concreto ciclópeo de 5.50 m de profundidad por 1 m de ancho, tal como se muestra en la Figura 34, Figura 38 y los planos anexos.

Teniendo en cuenta la tendencia marcada del cauce a socavar la cara de externa del meandro a la altura de Centroabastos, para proteger el muro proyectado de la socavación lateral, se proyecta la instalación de 24 espigones en gavión revestido, de 5 m de longitud medidos por fuera de la cara húmeda del gavión y 4 m de altura, orientados 70° con respecto a la tangente externa en sentido del cauce, tal como se muestra en la Figura 38 y la Figura 39.

Debe tenerse en cuenta que los cálculos para la socavación de fondo y la socavación lateral de cauce se realizan para fenómenos naturales de eventos de creciente; no obstante, existen factores antrópicos en el Río de Oro a la altura de los municipios de Girón y Bucaramanga, que inciden de manera directa en el incremento de la socavación y que no pueden ser medidos de manera técnica, como es el caso de la extracción de material del lecho del cauce; por lo cual, se recomienda una revisión periódica del estado de los muros y la socavación de cauce sobre estos, de modo que se proyecten actividades de limpieza y mantenimiento del cauce, que de manera preventiva mitiguen en la medida de lo posible el avance de la socavación en la base del muro proyectado.



ANEXO 1: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**“OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE
MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y
RECUPERACIÓN DE LA MARGEN DERECHA
DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR
CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER”**

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB				
		ELABORÓ: Profesional SURYT	REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	APROBÓ: Director General		
CÓDIGO: M-RA-FO11	VERSIÓN: 2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:		REPLANTEO, CONTROL Y MEDICIÓN DE LA OBRA			ITEM: 1.01	
UNIDAD:		MES				
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL	
TOTAL MATERIALES					\$0.00	
EQUIPOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	VR. UNITAR	VR. PARCIAL		
Herramienta menor (10% M.O.)	global	1	\$202,483.89	\$202,483.89		
Estación topografica y nivel de precisión		0.038	\$52,684.80	\$1,386,442.11		
TOTAL EQUIPOS				\$1,588,926.00		
TRANSPORTE						
MATERIAL	UNIDAD	DISTANC KM	CANTIDAD	TARIFA	VR. UNIT.	
TOTAL TRANSPORTE					\$0.00	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANT.	UND	PRECIO UNITARIO	% PRESTACIONES	RENDIM	VR. PARCIAL
1 Topografo + 2 Cadenero	1		\$213,733.00	80.00%	0.038	\$10,124,194.74
TOTAL MANO OBRA						\$10,124,194.74
COSTO DIRECTO					\$11,713,121	

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

 <small>CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA</small>		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB					
		ELABORÓ: Profesional SURYT		REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	APROBÓ: Director General		
CÓDIGO: M-RA-FO11		VERSIÓN: 2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:		VALLA TIPO 1A (5,00M X 2,80 M)		ITEM:		1.03.01.A	
UNIDAD:		UND					
MATERIALES							
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL
Valla informativa Tipo I de 5.00m x 2.80m			und	1	0%	\$2.208.651,11	\$2.208.651,11
Concreto 3.000 psi			m3	0,32	5%	\$583.115,00	\$195.926,64

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB					
		ELABORÓ:		REVISÓ:		APROBÓ:	
		Profesional SURYT		Delegado de la Dirección SIGC		Director General	
CÓDIGO:	VERSIÓN:	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
M-RA-FO11	2						
ITEM:		DESMONTE Y LIMPIEZA				ITEM: 1.04	
UNIDAD:							
MATERIALES							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL		
			TOTAL MATERIALES		\$0,00		
EQUIPOS							
DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	VR. UNITAR	VR. PARCIAL			
Herramienta menor (10% M.O.)	global	1	\$501,25	\$501,25			
			TOTAL EQUIPOS		\$501,00		
TRANSPORTE							
MATERIAL	UNIDAD	DISTANC KM	CANTIDAD	TARIFA	VR. UNIT.		
			TOTAL TRANSPORTE		\$0,00		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION	CANT.	UND	PRECIO UNITARIO	% PRESTACIONES	RENDIM	VR. PARCIAL	
Obrero	2	Día	\$48.733,00	80,00%	35	\$5.012,54	
			TOTAL MANO OBRA		\$5.012,54		
			COSTO DIRECTO		\$5.514		

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

 <div>CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB</div>		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB			
		ELABORÓ: Profesional SURYT		REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	
				APROBÓ: Director General	
CÓDIGO: M-RA-FO11		VERSIÓN: 2		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
ITEM:		RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS			ITEM: 1.05
UNIDAD:					
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VR. UNITARIO
					VR. PARCIAL

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB					
		ELABORÓ: Profesional SURYT	REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC			APROBÓ: Director General	
CÓDIGO: M-RA-FO11	VERSIÓN: 2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM:		EXCAVACIÓN MECÁNICA BAJO AGUA				ITEM: 2.01.A.06	
UNIDAD:		M3					
MATERIALES							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL		
TOTAL MATERIALES				\$0,00			
EQUIPOS							
DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	VR. UNITAR	VR. PARCIAL			
Herramienta menor (10% M.O.)	global	1	\$194,93	\$194,93			
Excavadora de oruga 20T	Hr	5	\$313.600,00	\$62.720,00			
Motobomba sumergible Ø=6"	Día	45	160.000,00	3.555,56			
TOTAL EQUIPOS				\$66.470,00			
TRANSPORTE							
MATERIAL	UNIDAD	DISTANC KM	CANTIDAD	TARIFA	VR. UNIT.		
Transporte de material proveniente de la excavación (acarreo libre)	m3-km	1	1,00	\$2.464,00	\$2.464,00		
TOTAL TRANSPORTE				\$2.464,00			
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION	CANT.	UND	PRECIO UNITARIO	% PRESTACIONES	RENDIM	VR. PARCIAL	
Obrero	1	Día	\$48.733,00	80,00%	45	\$1.949,32	
TOTAL MANO OBRA				\$1.949,32			
COSTO DIRECTO						\$70.883	

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB					
		ELABORÓ: Profesional SURYT	REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC			APROBÓ: Director General	
CÓDIGO: M-RA-FO11	VERSIÓN: 2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITEM:		EXCAVACIÓN EN ROCA BAJO AGUA				ITEM: 2.01.A.07	
UNIDAD:		M3					
MATERIALES							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL		
			TOTAL MATERIALES		\$0,00		
EQUIPOS							
DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	VR. UNITAR	VR. PARCIAL			
Herramienta menor (10% M.O.)	global	1	\$175,44	\$175,44			
Excavadora de oruga 20T	Hr	4	\$313.600,00	\$78.400,00			
Motobomba sumergible Ø=6"	Día	36	160.000,00	4.444,44			
Martillo demoledor para excavadora de oruga	Hr	4	125.440,00	31360			
			TOTAL EQUIPOS		\$114.380,00		
TRANSPORTE							
MATERIAL	UNIDAD	DISTANC KM	CANTIDAD	TARIFA	VR. UNIT.		
Transporte de material proveniente de la excavación (acarreo libre)	m3-km	1	1,00	\$2.464,00	\$2.464,00		
			TOTAL TRANSPORTE		\$2.464,00		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCION	CANT.	UND	PRECIO UNITARIO	% PRESTACIONES	RENDIM	VR. PARCIAL	
Obrero	1	Día	\$48.733,00	80,00%	50	\$1.754,39	
			TOTAL MANO OBRA		\$1.754,39		
			COSTO DIRECTO		\$118.598		

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB				
		ELABORÓ: Profesional SURYT	REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	APROBÓ: Director General		
CÓDIGO: M-RA-FO11	VERSIÓN: 2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:		SOBREACARREOS PARA ACARREOS TOTALES MAYORES DE 1.000,00		ITEM:	2,03	
UNIDAD:		M				
UNIDAD: M3-KM						
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL	
			TOTAL MATERIALES		\$0,00	
EQUIPOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	VR. UNITAR	VR. PARCIAL		
Herramienta menor (10% M.O.)	global	1	\$0,00	\$0,00		
Excavadora de oruga 20T	Hr	200	\$313.600,00	\$1.568,00		
			TOTAL EQUIPOS	\$1.568,00		
TRANSPORTE						
MATERIAL	UNIDAD	DISTANC KM	CANTIDAD	TARIFA	VR. UNIT.	
Transporte de material proveniente de la excavación	m3-km	1	1,00	\$2.464,00	\$2.464,00	
			TOTAL TRANSPORTE	\$2.464,00		
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANT.	UND	PRECIO UNITARIO	% PRESTACIONES	RENDIM	VR. PARCIAL
			TOTAL MANO OBRA	\$0,00		
			COSTO DIRECTO			\$4.032

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB				
		ELABORÓ: Profesional SURYT	REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	APROBÓ: Director General		
CÓDIGO: M-RA-FO11	VERSIÓN: 2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:		CONTROL DE CAUCE MEDIANTE CONFORMACIÓN DE JARILLÓN PROVISIONAL CON MATERIAL DE RÍO			ITEM:	2.05
UNIDAD:		M3				
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL	
			TOTAL MATERIALES		\$0,00	
EQUIPOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	VR. UNITAR	VR. PARCIAL		
Herramienta menor (10% M.O.)	global	1	\$200,96	\$200,96		
Excavadora de oruga 20T	Hr	4,85	\$313.600,00	\$64.659,79		
Motobomba sumergible Ø=6"	Día	43,65	160.000,00	3.665,52		
			TOTAL EQUIPOS		\$68.526,00	
TRANSPORTE						
MATERIAL	UNIDAD	DISTANC KM	CANTIDAD	TARIFA	VR. UNIT.	
			TOTAL TRANSPORTE		\$0,00	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANT.	UND	PRECIO UNITARIO	% PRESTACIONES	RENDIM	VR. PARCIAL
Obrero	1	Día	\$48.733,00	80,00%	43,65	\$2.009,61
					TOTAL MANO OBRA	
					\$2.009,61	
					COSTO DIRECTO	
					\$70.536	

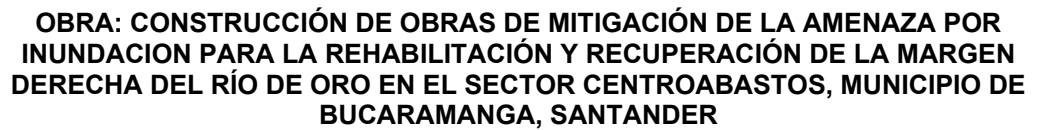
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA
Página **10** de **28**

 <small>CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA</small>		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB					
		ELABORÓ: Profesional SURYT		REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	APROBÓ: Director General		
CÓDIGO: M-RA-FOTI		VERSIÓN: 2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:		SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO DE 3000 PSI		ITEM:		3.04	
UNIDAD:		M3					
MATERIALES							
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO O % VACIO	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL
Concreto 3.000 psi			m3	1,00	5%	\$583.115,00	\$612.270,75
Antisol rojo			kg	1,00	5%	\$26.241,60	\$27.553,68
Deseconfrante			kg	1,00	5%	\$25.872,00	\$27.165,60

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA
Página 12 de 28

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

 CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB					
		ELABORÓ: Profesional SURYT		REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC		APROBÓ: Director General	
CÓDIGO: M-RA-FO11		VERSIÓN: 2		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:		SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO DE 2000 PSI PARA SOLADO E=10CM				ITEM: 3.09	
UNIDAD:		M2					
MATERIALES							
DESCRIPCION			UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO O % VACIO	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL
Concreto 2.000 psi			m3	0,10	5%	\$525.980,00	\$55.227,90
</							



CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA
Página 14 de 28

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB			
		ELABORÓ: Profesional SURYT		REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	
APROBÓ: Director General					
CÓDIGO:	VERSIÓN:	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
M-RA-FO11	2				
ITEM:		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE 3 CABLES Ø=1/2" DE L=20M		ITEM:	
UNIDAD:		UND		4.02.02	
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO O % VACIO	VR. UNITARIO
Cable acero Ø=1/2"		m	60,00	5%	\$9.856,00
Separador cables Ø=1/2"		und	13,33	0%	\$1.848,00
Tubo PVC presión Ø=1" rde 13,5 x 6m		und	3,33	5%	\$35.911,57
Unión PVC presión Ø=1" rde 13,5		und	2	0%	\$1.807,79
Manguera de polietileno Ø=1/2" x 100m		und	0,24	5%	\$91.483,39
Tapón PVC presión Ø=1"		und	1	0%	\$2.310,00
Alambre negro		kg	0,3333	0%	\$10.472,00
Caucho zona de Bulbo		und	1	0%	\$3.080,00
Limpiador y soldadura pvc		global	1	0%	3.845,07
				TOTAL MATERIALES	
					\$810.528,00
EQUIPOS					
DESCRIPCION		UNIDAD	RENDIMIENTO	VR. UNITAR	VR. PARCIAL
Herramienta menor (10% M.O.)		global	1	\$5.582,14	\$5.582,14
				TOTAL EQUIPOS	
					\$5.582,00
TRANSPORTE					
MATERIAL		UNIDAD	DISTANC KM	PESO (tn)	TARIFA
Transporte de cable		ton-km	300	0,05	\$1.400,00
				TOTAL TRANSPORTE	
					\$21.000,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANT.	UND	PRECIO UNITARIO	% PRESTACIONES
1 Oficial + 1 Ayudante		1	Día	\$146.199,00	80,00%
1 Oficial + 2 Ayudantes		1	Día	\$194.932,00	80,00%
				TOTAL MANO OBRA	
					\$55.821,43
				COSTO DIRECTO	
					\$892.931

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB			
		ELABORÓ: Profesional SURYT	REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	APROBÓ: Director General	
CÓDIGO: M-RA-FO11	VERSIÓN: 2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
ITEM:		TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES		ITEM:	4.03
UNIDAD:		UND			
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO O % VACIO	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL
TOTAL MATERIALES					\$0,00
EQUIPOS					
DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	VR. UNITAR	VR. PARCIAL	
Herramienta menor (10% M.O.)	global	1	\$2.030,54	\$2.030,54	
Equipo de tensionamiento (Electrobomba + Gato de tensionamiento monotorón)	Hr	2,40	\$72.755,20	\$30.314,67	
Planta eléctrica 5KVA	Hr	2,40	\$12.544,00	\$5.226,67	
TOTAL EQUIPOS				\$37.572,00	
TRANSPORTE					
MATERIAL	UNIDAD	DISTANC KM	CANTIDAD	TARIFA	VR. UNIT.
TOTAL TRANSPORTE					\$0,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANT.	UND	PRECIO UNITARIO	% PRESTACIONES	VR. PARCIAL
1 Oficial + 3 Ayudantes	1	Día	\$243.665,00	80,00%	\$20.305,42
TOTAL MANO OBRA					\$20.305,42
COSTO DIRECTO					\$57.877

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

 <small>CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA</small>		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB			
		ELABORÓ: Profesional SURYT		REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	
APROBÓ: Director General					
CÓDIGO: M-RA-FO11		VERSIÓN: 2		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
ITEM:		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLATINA DE 200MM X 200MM X 12MM CON TRES AGUJEROS		ITEM: 4.05	
UNIDAD:		UND			
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO O % VACIO	VR. UNITARIO
Platina 200mm x 200mm x 12mm con tres agujeros		und	1,00	0%	\$72.814,90

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

 <div>CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB</div>		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB			
		ELABORÓ: Profesional SURYT		REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	
APROBÓ: Director General					
CÓDIGO: M-RA-FO11		VERSIÓN: 2		ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
ITEM: UNIDAD:		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE POPORA DE 3 AGUJEROS CONICOS PARA CUÑA DE Ø=1/2"		ITEM: 4.06	
UND					
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO O % VACIO	VR. UNITARIO
Popora de 3 agujeros conicos para cuña de Ø=1/2"		und	1,00	0%	\$140.499,34

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA
Página **19** de **28**

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB			
		ELABORÓ: Profesional SURYT		REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	
APROBÓ: Director General					
CÓDIGO:	VERSIÓN:	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
M-RA-FO11	2				
ITEM:		EJECUCIÓN PERFORACIÓN HORIZONTAL EN TALUDES CON PENDIENTES MAYORES A 1:1 CON EQUIPO DE PERFORACIÓN DESCOLGADO PARA ANCLAJES DE 0,00M A 15,00M		ITEM: 5.02	
UNIDAD:		M			
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO O % VACIO	VR. UNITARIO
					VR. PARCIAL

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB				
		ELABORÓ: Profesional SURYT	REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	APROBÓ: Director General		
CÓDIGO: M-RA-FOTI	VERSIÓN: 2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM:		EJECUCIÓN DE PERFORACIONES HORIZONTALES EN TALUDES CON PENDIENTES MAYORES A 1:1 CON EQUIPO DE PERFORACIÓN DESCOLGADO PARA ANCLAJES MAYORES A 15,00M			ITEM: 5.03	
UNIDAD:		M				
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO O % VACIO	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL	
TOTAL MATERIALES					\$0,00	
EQUIPOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	VR. UNITAR	VR. PARCIAL		
Herramienta menor (10% M.O.)	global	1	\$4.641,24	\$4.641,24		
Compresor x 375 cfm	Hr	1,05	\$156.800,00	\$149.333,33		
Martillo de perforación	Hr	1,05	\$250.880,00	\$238.933,33		
Equipamiento trabajo en altura	global	1,00	\$6.272,00	\$6.272,00		
Broca de perforación Ø=4"	und	100,00	2.455.684,00	\$24.556,84		
TOTAL EQUIPOS				\$423.737,00		
TRANSPORTE						
MATERIAL	UNIDAD	DISTANC KM	CANTIDAD	TARIFA	VR. UNIT.	
TOTAL TRANSPORTE					\$0,00	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANT.	UND	PRECIO UNITARIO	% PRESTACIONES	RENDIM	VR. PARCIAL
1 Oficial + 3 Ayudantes	1	Día	\$243.665,00	80,00%	9,45	\$46.412,38
TOTAL MANO OBRA						\$46.412,38
COSTO DIRECTO						\$470.149

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB			
		ELABORÓ: Profesional SURYT		REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	
APROBÓ: Director General					
CÓDIGO: M-RA-FO11		VERSIÓN: 2		ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS	
ITEM:		JACKET DE RESPALDO PARA REVESTIMIENTO DE PERFORACIÓN HORIZONTAL EN ANCLAJES Y DRENES DE PENETRACION		ITEM: 5,08	
UNIDAD:		M			
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO O % VACIO	VR. UNITARIO VR. PARCIAL

 <div>CDMB CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA</div>		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB				
		ELABORÓ: Profesional SURYT		REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	APROBÓ: Director General	
CÓDIGO:	VERSIÓN:	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
M-RA-FOTI	2					
ITEM:		CERRAMIENTO EN MALLA ESLABONADA Y POSTE DE CONCRETO A 2,00M		ITEM: 6.03		
UNIDAD:		M				
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO O % VACIO	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL
Postes de concreto H=2,50m		und	0,40	5%	\$41.066,26	\$17.247,83
Rollo (10m x 2m) de malla eslabonada con hueco 2,5" x 2,5" calibre 10,5		und	0,10	5%	\$736.531,49	\$77.335,81
Grapas		und	5,00	5%	\$61,60	\$323,40
Concreto 3.000 psi		m3	0,08	5%	\$583.115,00	\$48.981,66

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA
Página **24** de **28**

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA
Página **25** de **28**

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

 <div>CDMB</div> <div>CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB</div>		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB			
		ELABORÓ:		REVISÓ:	APROBÓ:
		Profesional SURY		Delegado de la Dirección SIGC	Director General
CÓDIGO:	VERSIÓN:	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			
M-RA-FO11	2				
ITEM:		ESTRUCTURA ESTABILIZANTE EN MURO FLEXIBLE EN GAVIONES CON ANCLAJE ACTIVO Y RECUBRIMIENTO EN CONCRETO REFORZADO (E=10CM) DE SECCIÓN 2M X 1M X 1M. INCLUYE ZAPATA DE CONCRETO REFORZADO DEL ANCLAJE. (NO INCLUYE PERFORACIÓN, NI ANCLAJE)		ITEM:	6,07,02
UNIDAD:		UND			
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO O % VACIO	VR. UNITARIO
Malla gavión triple torsión calibre 12 hueco 10cm x 10cm tipo INVIAS		und	2,00	0%	\$97.294,40
Piedra rajón		m3	0,36	30%	\$100.000,00
Piedra para gavión		m3	1,44	30%	\$73.920,00
Concreto 3.000 psi		m3	0,60	5%	\$583.115,00
Acero de refuerzo (60.000 psi)		kg	40,32	5%	\$5.000,00
Tubo PVC sanitario Ø=6"		m	1,00	5%	\$32.500,00
				TOTAL MATERIALES	\$992.934,00
EQUIPOS					
DESCRIPCION		UNIDAD	RENDIMIENTO	VR. UNITAR	VR. PARCIAL
Herramienta menor (10% M.O.)		global	1	\$43.859,70	\$43.859,70
Bomba de concreto estacionaria		m3	1,67	\$68.992,00	\$41.312,57
Formaleta metálica		Día	1,00	\$31.360,00	\$31.360,00
				TOTAL EQUIPOS	\$116.532,00
TRANSPORTE					
MATERIAL		UNIDAD	DISTANC KM	CANTIDAD	TARIFA
Transporte de material		m3-km	25	1,80	\$1.800,00
				TOTAL TRANSPORTE	\$81.000,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		CANT.	UND	PRECIO UNITARIO	% PRESTACIONES
1 Oficial + 3 Ayudantes		1	Día	\$243.665,00	80,00%
				TOTAL MANO OBRA	\$438.597,00
				COSTO DIRECTO	\$1.629.063

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB				
		ELABORÓ: Profesional SURYT	REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	APROBÓ: Director General		
CÓDIGO: M-RA-FO11	VERSIÓN: 2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM: UNIDAD:		DEMOLICIÓN MECÁNICA DE CONCRETO HASTA E=10CM. NO INCLUYE CARGUE NI RETIRO		ITEM: 6,11		
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL	
TOTAL MATERIALES					\$0,00	
EQUIPOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	VR. UNITAR	VR. PARCIAL		
Herramienta menor (10% M.O.)	global	1	\$60,92	\$60,92		
Excavadora de oruga 20T	Hr	16	\$313.600,00	\$19.600,00		
Martillo demoledor para excavadora de oruga	Hr	16	\$125.440,00	\$7.840,00		
TOTAL EQUIPOS				\$27.501,00		
TRANSPORTE						
MATERIAL	UNIDAD	DISTANC KM	CANTIDAD	TARIFA	VR. UNIT.	
Transporte de material proveniente de la excavación (acarreo libre)	m3-km	1	1,00	\$2.464,00	\$2.464,00	
TOTAL TRANSPORTE					\$2.464,00	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANT.	UND	PRECIO UNITARIO	% PRESTACIONES	RENDIM	VR. PARCIAL
Obrero	1	Día	\$48.733,00	80,00%	144	\$609,16
TOTAL MANO OBRA						\$609,16
COSTO DIRECTO						\$30.574

**OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR
INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN
DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE
BUCARAMANGA, SANTANDER**

		CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA - CDMB				
		ELABORÓ: Profesional SURYT	REVISÓ: Delegado de la Dirección SIGC	APROBÓ: Director General		
CÓDIGO: M-RA-FO11	VERSIÓN: 2	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM: UNIDAD: M		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA SANITARIA DE 2" - PASAMUROS O LLORADEROS		ITEM: 6,12		
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	DESPERDICIO	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL	
Tuberia sanitaria Ø=2"	m	1	5%	\$7.865,00	\$8.258,25	
TOTAL MATERIALES					\$8.258,00	
EQUIPOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	RENDIMIENTO	VR. UNITAR	VR. PARCIAL		
Herramienta menor (10% M.O.)	global	1	\$584,80	\$584,80		
TOTAL EQUIPOS					\$585,00	
TRANSPORTE						
MATERIAL	UNIDAD	DISTANC KM	CANTIDAD	TARIFA	VR. UNIT.	
TOTAL TRANSPORTE					\$0,00	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CANT.	UND	PRECIO UNITARIO	% PRESTACIONES	RENDIM	VR. PARCIAL
Oficial	1	Día	\$97.466,00	80,00%	30	\$5.847,96
TOTAL MANO OBRA						\$5.847,96
COSTO DIRECTO					\$14.691	



ANEXO 2: ESPECIFICACIONES TECNICAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA

OBRA: CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER



SUBDIRECCIÓN DE GESTIÓN DEL RIESGO Y SEGURIDAD TERRITORIAL

2024

CONTENIDO

GENERALIDADES	4
1 SECCIÓN PRIMERA	11
1.1 REPLANTEO, CONTROL Y MEDICIÓN DE LA OBRA	11
1.3. VALLAS Y SEÑALES ESPECIALES	13
1.3.1. A. VALLA TIPO 1A (5.00 M X 2.80 M)	13
1.4 DESMONTE Y LIMPIEZA	15
1.5 RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS	19
2 SECCIÓN SEGUNDA	23
EXCAVACIONES	23
2.1.A.6 EXCAVACIÓN MECÁNICA BAJO AGUA	24
2.1.A.7 EXCAVACIÓN EN ROCA BAJO AGUA	27
2.3. SOBRECARGOS PARA ACARREOS TOTALES MAYORES DE 1000.00 M	28
2.5. CONTROL DE CAUCE MEDIANTE CONFORMACIÓN DE JARILLÓN PROVISIONAL CON MATERIAL DE RÍO	33
3. SECCIÓN TERCERA	37
CONCRETOS	37
3.2.2. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CICLOPEO 40% RAJON DE PIEDRA Y 60% CONCRETO DE 3000 PSI CON EMPLAZAMIENTO MAYOR A 5 METROS Y NIVELES FREÁTICOS ALTOS	37
3.4. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO DE 3000 PSI	63
3.8. LLENADO DE INYECCIÓN CON LECHADA CEMENTICIA PARA ANCLAJES	88
3.9. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO DE 2000 PSI PARA SOLADO E=10CM	94
4. SECCIÓN CUARTA	97
ACEROS	97
4.1. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG / CM ²	97
4.2. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ANCLAJES	100
4.2.2. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ANCLAJES, 3 CABLES D =1/2" DE LONGITUD= 20M	100
4.3. TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES	102
4.5. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLATINA DE 200MMX200MMX12MM CON TRES AGUJEROS	103
4.6. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE POPORA DE 3 AGUJEROS CÓNICOS PARA CUÑA DE 1/2"	105
4.7. SUMINISTRO E INSTALACIÓN CUÑA DE 1/2"	106

5. SECCIÓN QUINTA	108
PERFORACIONES HORIZONTALES	108
5.2. EJECUCIÓN DE PERFORACIONES HORIZONTALES EN TALUDES CON PENDIENTES MAYORES A 1:1 CON EQUIPO DE PERFORACIÓN DESCOLGADO PARA ANCLAJES DE 0.00 A 15.00 M	108
5.3. EJECUCIÓN DE PERFORACIONES HORIZONTALES EN TALUDES CON PENDIENTES MAYORES A 1:1 CON EQUIPO DE PERFORACIÓN DESCOLGADO PARA ANCLAJES MAYORES A 15.00 M	111
5.8. JACKET DE RESPALDO PARA REVESTIMIENTO DE PERFORACIÓN HORIZONTAL EN ANCLAJES Y DRENES DE PENETRACION	114
6. SECCIÓN SEXTA	117
VARIOS	117
6.3. CERRAMIENTO EN MALLA ESLABONADA Y POSTE DE CONCRETO A 2M	117
6.4. ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA	120
6.07.01 GAVIONES CON MALLA ELECTROSOLDADA, DE CUERPO 2.00 X 1.00 X 1.00	121
6.07.02 ESTRUCTURA ESTABILIZANTE EN GAVIÓN CON ANCLAJE ACTIVO Y RECUBRIMIENTO EN CONCRETO REFORZADO (E=10CM) DE SECCIÓN 2M X 1M X 1M. INCLUYE ZAPATA DE CONCRETO REFORZADO DEL ANCLAJE. (NO INCLUYE PERFORACIÓN, NI ANCLAJE)	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6.11. DEMOLICIÓN MECÁNICA DE CONCRETO HASTA E=10CM. NO INCLUYE CARGUE NI RETIRO	163
6.12. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA SANITARIA DE 2" - PASAMUROS O LLORADEROS	164

GENERALIDADES

En esta sección se dan indicaciones generales, y deben considerarse como suplementarias de las especificaciones particulares de cada capítulo e ítem de trabajo, las cuales se tratarán en secciones posteriores.

NORMAS PARA CONTROL DE AGUA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Esta especificación se refiere al manejo de las aguas subterráneas y superficiales, durante la ejecución de los diferentes trabajos. Comprende el suministro de todos los medios, mano de obra y equipos necesarios para mantener libre de aguas las obras en ejecución. El costo de este manejo y todas las actividades necesarias para llevarlo a cabo, deberán considerarse en el análisis del AIU, y no se pagará por separado.

El Contratista deberá suministrar, instalar y operar toda la maquinaria, la tubería y elementos necesarios para mantener las excavaciones razonablemente libres de agua durante la construcción y deberá drenarlos de acuerdo con las instrucciones del Interventor. El Contratista deberá tener disponible en todo tiempo, suficientes equipos de bombeo y elementos complementarios en buenas condiciones de trabajo, para todas las contingencias que puedan presentarse y dispondrá también en todo momento de operarios y mecánicos competentes para su operación. Además, deberá suministrar todos los medios necesarios para llevar agua a las bombas para su cebamiento y operación correcta.

El Contratista deberá ejecutar todas las obras provisionales y trabajos que sean necesarios para desaguar y proteger contra inundaciones las zonas donde la presencia de aguas afecte la calidad o la economía de la construcción o la conservación de las obras.

Siempre que el Contratista lo juzgue necesario, podrá construir subdrenajes para el desagüe de las aguas subterráneas que lleguen a las zanjas y descargarlos hacia los sitios que el Interventor le autorice.

Antes de iniciar los trabajos a que se refiere esta especificación, el Contratista deberá someter a la aprobación del Interventor, el plan detallado que piensa poner en marcha indicando la localización y características de las obras provisionales que llevará a cabo para este propósito, así como el tipo y las capacidades del equipo de bombeo, o sistema de desecación que se propone usar.

La aprobación por parte del Interventor a dicho plan de trabajo, y la autorización para que ejecute cualquier otro trabajo con el mismo fin, no releva al Contratista de su responsabilidad por el mismo; por consiguiente, deberá tener el cuidado suficiente de ejecutar las obras y trabajos de control de agua durante la construcción, de tal manera que no ocasione daños ni perjuicios a terceros y será el único responsable por los que se produzcan por causas derivadas de estos trabajos.

El Contratista deberá efectuar todos los trabajos necesarios para remover las obras de control de aguas o anular su efecto cuando lo indiquen los planos y/o el Interventor lo ordene; en general, deberá adelantar los trabajos que sean necesarios para que las zonas afectadas por las obras de control queden en el estado más conveniente de acuerdo con lo ordenado por el Interventor.

NORMAS PARA LIMPIEZA DE ALREDEDORES Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Esta especificación se refiere a las actividades que debe realizar y los elementos que debe disponer el contratista para prevenir accidentes y evitar incomodidades de cualquier índole a los vehículos y peatones que transitan por las vías aledañas a la construcción en adecuación. El costo de este manejo y todas las actividades necesarias para llevarlo a cabo, deberán considerarse en el análisis del AIU, y no se pagará por separado.

Durante toda la adecuación del Proyecto, el Contratista deberá construir, instalar y mantener señales preventivas e informativas apropiadas y suficientes en calles y andenes

aledaños y dispondrá del personal necesario para mantenerlas aseadas y libres de escombros y tierra.

De igual forma se exigirá a los vehículos a su servicio el uso de lonas protectoras para evitar la caída de piezas o residuos de la obra sobre áreas públicas.

La Interventoría deberá aprobar cualquier medio de protección que el Contratista proponga, antes de su instalación.

Los residuos o elementos que a pesar de las protecciones previstas caigan a las vías aledañas, deberán recogerse para disponer de ellos en forma adecuada.

El Contratista será responsable de reparar por su cuenta cualquier deterioro que se presente en vehículos o edificaciones aledañas por omisión o negligencia del Contratista en la instalación de señales o medios de protección adecuados.

Todas las obras provisionales utilizadas por el Contratista para cumplir lo previsto en esta especificación, deberán retirarse en su totalidad, cuando lo autorice el Interventor.

CAMPAMENTOS, GENERALIDADES:

El Contratista construirá el campamento de acuerdo con las especificaciones que se dan a continuación:

a. Localización

El Contratista proveerá, mantendrá y manejará por medio de una dirección competente, los campamentos y servicios que sean necesarios para el alojamiento, la alimentación y la comodidad de su personal. La localización, construcción, manejo y mantenimiento de estos campamentos y servicios se someterán a la aprobación del Interventor. El Contratista

deberá disponer en el campamento un área mínima de 7 m² para uso exclusivo de la Interventoría.

La entidad permitirá que el Contratista use para tales fines cualquier terreno disponible en las vecindades de la obra y que sea de su propiedad, exceptuando las áreas que se hayan reservado para la utilización de la misma Entidad o de otros contratistas de la entidad y siempre que dicho uso no interfiera con alguna sección de la obra o con las obras de la propia entidad. Si el Contratista usa terrenos de propiedad privada para campamentos u otras construcciones, serán de cuenta de éste todas las negociaciones necesarias con el propietario, así como el pago de arrendamientos y otros gastos que ello implique.

Por lo menos veinte (20) días antes de la fecha en que el Contratista desee empezar a trabajar en cualquier aspecto de los campamentos y servicios, deberá presentar planos y especificaciones suficientemente detalladas para que sea posible determinar la conveniencia de las construcciones y su conformidad con estas especificaciones.

El Contratista se someterá a todas las leyes y normas legales que haya sobre construcción, mantenimiento y funcionamiento de tales campamentos y será responsable por cualquier perjuicio o reclamo que provenga de servicios inadecuados o impropios de ellos. La entidad no asume responsabilidad alguna por daños o por interferencias en los campamentos del Contratista debido al desarrollo del Contrato o a cualquier otra causa.

b. Edificaciones

No se exigen tipos costosos o permanentes de construcción, pero todos los edificios contruidos en los campamentos deberán ser de construcción resistente y deberán tener un aspecto razonablemente atractivo. El Contratista deberá someter a la aprobación del Interventor los planos de construcción de los mismos y no podrá iniciar su construcción sin haber recibido previamente la autorización del Interventor.

c. Abastecimiento de agua y protección contra incendios

Los campamentos del Contratista estarán provistos de abastecimiento de agua para uso doméstico y para defensa contra incendio. El Contratista suministrará todas las tuberías, accesorios, hidrantes, tanques y todos los otros materiales e implementos necesarios para construir, operar y mantener servicios de agua completos.

Todas las tuberías que crucen o vayan por lugares sujetos a tráfico se enterrarán a una profundidad mínima de 60 cm, para impedir que los vehículos las averíen. El Contratista deberá proveer un número suficiente de extintores para incendio, localizados estratégicamente sobre toda el área y especialmente en los sitios en donde sea mayor la posibilidad de incendio.

El número, tipo y localización de los extintores de incendio deberá someterse a la aprobación del Interventor. El Contratista deberá proveer suficiente agua potable tanto en los campamentos como en el sitio mismo de la obra.

d. Reglamento de los campamentos

El Contratista será responsable del mantenimiento, de la sanidad y del orden en sus campamentos y en la obra, y con tal fin empleará policías, vigilantes y otras personas según sea necesario. Las personas no autorizadas no serán admitidas ni en los campamentos, ni en las obras. Las normas de policía se someterán a la aprobación de las autoridades competentes. El Contratista deberá mantener permanentemente servicios de primeros auxilios para el personal, con las drogas e implementos necesarios para atender los posibles accidentes que se presenten en este tipo de obra.

Este servicio de primeros auxilios deberá estar supervigilado por un empleado con buena práctica en enfermería quien será responsable por el cumplimiento de las normas de sanidad en los campamentos y trabajos del Contratista y por el mantenimiento correcto de los equipos, implementos y drogas necesarios para atender los casos de accidentes.

La totalidad de las edificaciones y servicios que realice el Contratista con el objeto de suministrar alojamiento, alimentación y comodidad para el personal y/o equipo a utilizar en la obra, serán medidos en forma global.

El pago por el suministro de todos los materiales, herramientas, equipos y mano de obra, requeridos para la construcción del campamento se hará según la suma global consignada en el formulario de precios del Contrato para el ítem CAMPAMENTOS. El Contratista no tendrá derecho a ninguna modificación en el precio global estipulado por razón de modificaciones requeridas en sus instalaciones durante el transcurso del trabajo, mejoras o instalaciones adicionales.

El valor total que el Contratista recibirá por los trabajos comprendidos en la movilización, montaje del equipo para la construcción e instalaciones para el campamento, lo pagará LA ENTIDAD a la terminación o ejecución de la instalación y actividades relacionadas.

En el evento que en el formulario de precios unitarios y cantidades de obra no se contemple el ítem CAMPAMENTOS, su valor no se pagará y su costo deberá incluirse dentro de los costos administrativos o los indirectos de los restantes ítems que conforman el proyecto.

SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Tiene como finalidad buscar la protección integral de cada uno de los involucrados en el desarrollo de la actividades propias en la ejecución de la obra, con el compromiso de promocionar la calidad de vida laboral de sus trabajadores y la prevención de incidentes, accidentes de trabajo, enfermedades laborales y daños a la sociedad; teniendo como objetivo los lineamientos básicos del mejoramiento continuo en Seguridad y Salud en el trabajo.

Lo anterior enmarcado bajo la legislación de seguridad y salud en el trabajo vigente y normas de otra índole.

De igual manera el contratista de obra debe garantizar un ambiente laboral seguro y sano en cada uno de los servicios que presta mediante la identificación de peligros y el control de todos los factores de riesgo laboral; para lo cual destina los recursos financieros, físicos, humanos y técnicos necesarios para la implementación y mantenimiento del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo.

ALCANCE DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Estas especificaciones técnicas cubren las obras civiles más frecuentes presentes en la construcción, por lo que se consideran una referencia y apoyo para el Contratante, La Interventoría y el Contratista, durante el desarrollo y construcción del presente proyecto.

El contratista de obra civil deberá coordinar permanentemente sus actividades con las de otros contratistas (si aplica) y en caso de presentarse cambios en el diseño o en algún punto de las especificaciones, deberá preverse su efecto sobre los trabajos de estos contratistas para evitar omisiones y conflictos.

1 SECCIÓN PRIMERA

1.1 REPLANTEO, CONTROL Y MEDICIÓN DE LA OBRA

DESARROLLO DE ACTIVIDADES:

Consiste en la localización, nivelación, control y medición de las obras por ejecutar, realizadas por medio de una comisión de topografía, siguiendo las referencias del proyecto y con la previa aprobación del Interventor, de tal manera que ocupen la posición indicada con relación a las edificaciones existentes y a los accidentes topográficos.

Se entiende por comisión de topografía aquel grupo humano que, con el apoyo del equipo topográfico convencional de precisión, esté en capacidad técnica de realizar las labores de que trata esta especificación.

El Contratista deberá evaluar el costo del personal, materiales y equipos solicitados en los formatos de Análisis de Precios Unitarios que hacen parte de los Pliegos de Condiciones, teniendo en cuenta que el replanteo, control y medición de la obra se hará durante todo el plazo del Contrato y que la utilización de la comisión de topografía podrá ser exigida por la Interventoría en cualquier momento.

La aprobación por parte del Interventor a los trabajos topográficos no releva al Contratista de su responsabilidad al cometer errores de localización o nivelación en uno o varios tramos de la obra.

La localización del proyecto se apoyará en los sistemas altimétricos y planimétricos suministrados por la Interventoría.

El error de cierre en centímetros para la nivelación no debe ser superior a la raíz cuadrada de la longitud de la línea de nivel, expresando dicha longitud en kilómetros.

MEDIDA

La medida de los trabajos ejecutados bajo el alcance atrás anotado se hará en forma global.

UNIDAD

Mes

PAGO

El replanteo, control y medición de la obra se pagará al Contratista, al precio global consignado en el formulario de precios para el ítem correspondiente, de una manera proporcional al valor de la obra ejecutada en el mes con respecto al valor del Contrato. Dicho precio global deberá incluir la mano de obra, los materiales, los equipos, y los costos directos e indirectos requeridos para la correcta ejecución de las actividades, durante todo el plazo del Contrato.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

Esta actividad generalmente no produce impactos negativos sobre el entorno, sin embargo, se debe estar alerta sobre cambios significativos de las condiciones de los sitios de apoyo, tales como aparición de focos erosivos, deslizamientos o regeneración de vegetación arbórea o arbustiva.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

1.3. VALLAS Y SEÑALES ESPECIALES

1.3.1. A. VALLA TIPO 1A (5.00 M X 2.80 M)

GENERALIDADES

La presente especificación se refiere a la construcción de las vallas, señales luminosas, barandas para peatones y pontones con baranda para el paso de los peatones, los cuales se colocarán en los sitios y en la cantidad que ordene y apruebe el Interventor.

El Contratista deberá suministrar toda la mano de obra, equipo y materiales necesarios para colocar y mantener en perfecto estado, durante todo el período de construcción de la obra, las vallas y señales especiales a que se refiere esta especificación.

DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Las vallas se construirán en lámina galvanizada nueva, sobre un marco de madera o estructura metálica, según el tamaño de la misma, con las dimensiones, forma, colores y letreros claramente indicados en los planos.

Las barandas serán en madera de buena calidad con las dimensiones y demás características que se indiquen en los planos. Los pontones para el paso de peatones serán en madera de buena calidad con las dimensiones y demás características que se indiquen en los planos.

Las señales luminosas serán protegidas con malla especial para impedir que las rompan. De todas maneras, el Contratista será el único responsable de mantener y cambiar oportunamente todas las bombillas que hayan sido sustraídas o destruidas por terceras personas, sin que este cambio implique pago adicional por parte de la entidad.

MEDIDA

La medición de las vallas se hará por unidad, para cada tipo de valla indicada en los planos.

Las barandas se medirán tomando como unidad el metro lineal aproximado a un decimal, para cada tipo de baranda indicado en los planos.

La medición de los pontones para peatones, se hará tomando como unidad el metro lineal aproximado a un decimal.

Las señales luminosas se medirán por unidad de bombilla instalada teniendo en cuenta que éstas deberán estar encendidas de las 6 p.m. a las 6 a.m. durante todo el tiempo del Contrato.

UNIDAD

Unidad

PAGO

Las vallas, barandas, pontones y señales luminosas le serán pagadas al Contratista al precio unitario estipulado en el formulario de precios del Contrato para el ítem correspondiente.

Todas las vallas, barandas, pontones y demás señales serán de propiedad de la entidad, la cual podrá hacer uso de ellas cuando juzgue conveniente.

VALLAS ALQUILADAS

Cuando se especifique, las vallas tipo 1 deberán ser alquiladas por el Contratista, y el precio unitario del alquiler será el incluido por el Contratista en el formulario de precios del Contrato para el ítem correspondiente.

En el precio unitario el Contratista deberá incluir todos los costos de transporte, pintura, montaje, desmontaje, mano de obra, costos directos e indirectos y todos aquéllos que se requieran para cumplir a satisfacción con el alcance de esta Especificación.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

1.4 DESMONTE Y LIMPIEZA

GENERALIDADES

Este trabajo comprende el suministro de toda la mano de obra, equipo y materiales necesarios para ejecutar las operaciones de desmontar y limpiar las áreas que lo requieran, removiendo y disponiendo, como se especifica más adelante, todos aquellos objetos que por su naturaleza impidan o sean inconvenientes, a juicio del Interventor, para el desarrollo normal de las labores de construcción. Se excluirán de las operaciones de desmonte y limpieza aquellos objetos y/o construcciones para los cuales se especifique claramente en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios, que su remoción se hará y pagará de acuerdo con el ítem “DEMOLICIONES”. En este último caso, el Contratista deberá regirse por las especificaciones dadas para esa clase de trabajos.

DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Las áreas de construcción y las áreas de los bancos de préstamo que se indican en los planos, así como otras que a juicio del Interventor lo requieran, se deberán desmontar y limpiar.

El desmonte consistirá en la tala, desarraigo y/o remoción de todos los árboles, arbustos, troncos y cualquiera otra vegetación que haya necesidad de remover para poder efectuar correctamente el descapote y que estorbe la construcción de las obras objeto del Contrato. La limpieza consistirá en el retiro de los materiales, producto del desmonte, así como de los que se encuentren en las áreas desmontadas y que impidan el desarrollo normal de las labores de construcción o pongan en peligro la estabilidad de las obras o el tránsito del personal tanto de Interventoría como del Contratista.

El área en la cual el Contratista ejecutará los trabajos de desmonte será determinada previamente por el Interventor. Se considera también como parte de las operaciones descritas, la demolición de edificaciones menores localizadas dentro de las áreas desmontadas y el retiro y disposición de sus materiales, siempre y cuando estos trabajos no queden excluidos por lo prescrito en esta especificación.

EJECUCIÓN

Las operaciones de desmonte y limpieza podrán ser efectuadas, indistintamente, a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos; sin embargo, estas operaciones deberán efectuarse, invariablemente, en forma previa a los trabajos de construcción y con la anticipación necesaria para no entorpecer el normal desarrollo de éstos.

En aquellas áreas donde una vez efectuados el desmonte y la limpieza, el descapote y/o la excavación, se observe que la operación produjo sobreexcavación, será requisito indispensable para la aprobación de la mencionada operación, que el Contratista rellene los huecos hasta la altura de la línea de descapote y/o excavación, de tal manera que la densidad del relleno quede aproximadamente igual a la del terreno natural adyacente.

DISPOSICION DE LOS MATERIALES

Todos los materiales provenientes del desmonte y limpieza de áreas deberán colocarse fuera de ellas; de no ser esto posible, el Contratista los dispondrá en sitios seleccionados por el Interventor, de tal manera que no interfieran los trabajos de construcción que deben ejecutarse posteriormente.

Los árboles, arbustos y demás materiales combustibles que el Interventor estime conveniente, deberán ser amontonados en pilas, en las áreas aprobadas por el Interventor y serán quemados oportunamente, tomando las precauciones necesarias para evitar la propagación del fuego a sus vecindades.

Si durante las operaciones de desmonte y limpieza de áreas, se observa que hay en ellas materiales aprovechables, éstos deberán ser colocados en los sitios que indique el Interventor. El Contratista no podrá utilizar dichos materiales sin la autorización previa del Interventor.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena, producidos por operaciones inadecuadas en la ejecución del desmonte y limpieza o por una disposición errada de los materiales, serán de responsabilidad del Contratista.

MEDIDA

El trabajo de desmonte y limpieza descrito anteriormente se medirá sobre el área desmontada y limpiada, tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de un decimal. No se tendrá en cuenta para estas mediciones el desmonte y limpieza que efectúe el Contratista fuera de las áreas que se indiquen en el proyecto o que ordene el Interventor.

UNIDAD

M2

PAGO

El desmonte y limpieza medido como se indica en el numeral anterior, se pagará al Contratista al precio unitario estipulado en el ítem correspondiente del formulario de precios del Contrato; por consiguiente, en este precio unitario se deberán incluir todos los gastos que el Contratista haga para ejecutar los trabajos que se describen en esta especificación, incluyendo el costo del acarreo de los materiales producto del desmonte y limpieza a los sitios de disposición y su adecuada disposición.

Si los materiales producto del desmonte y limpieza, no hubieren podido disponerse en forma conveniente de acuerdo con lo prescrito en esta especificación, por razones no imputables al Contratista, se computará para efectos de pago únicamente un avance, que a juicio del Interventor, puede variar entre el 70% y el 90% del desmonte y limpieza

efectuados; el porcentaje restante se pagará cuando se hayan dispuesto correctamente los materiales.

Los trabajos que ejecute el Contratista para seleccionar y colocar en sitios adecuados los materiales aprovechables, se le pagarán separadamente por el sistema de COSTO REAL DIRECTO MAS EL 10% de acuerdo con las especificaciones

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

La destrucción que se haga, será la mínima necesaria técnicamente para la ejecución de la obra.

La limpieza deberá llevarse a cabo en áreas donde se realizarán las excavaciones, o en aquellas áreas que vayan a ser ocupadas por las estructuras permanentes de la obra, o en cualquier otra área de trabajo tales como de almacenamiento, campamento etc.

Las talas de árboles serán manuales, con motosierras, realizadas de manera que caigan en lugares abiertos.

Serán preservados los árboles y especies de importancia (extinción). Si estas especies en especial los árboles, tienen que forzosamente ser transplantadas o removidas, se deberá consultar oportunamente con la Autoridad ambiental competente.

Una vez generado el escombros, este debe ser retirado del frente de obra y transportado a los sitios autorizados para su disposición final.

Terminadas las operaciones, el CONTRATISTA deberá restituir las características originales del lugar mediante la limpieza de todo material sobrante, como mezclas asfálticas, mezclas de base estabilizada y todos los materiales de desecho que hayan sido esparcidos en el terreno, durante la ejecución de los trabajos y trasladarlos a lugares fuera del área de la obra, donde la Interventoría lo indique.

Lo concerniente a transporte de materiales orgánicos o escombros ir al ítem de gestión ambiental de “ACARREOS”

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

1.5 RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS

GENERALIDADES

Este trabajo comprende el suministro de toda la mano de obra, equipo y materiales necesarios para ejecutar la operación de retiro de basuras y escombros existentes en el área de construcción antes de la iniciación de los trabajos, que interfieran con la ejecución de las obras, a juicio del Interventor, y/o se especifique su retiro en los planos o en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios del Contrato.

EJECUCIÓN

La operación de retiro de basuras y escombros podrá ser efectuada, indistintamente, a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos; sin embargo, esta operación deberá efectuarse, invariablemente, en forma previa a los trabajos de construcción en las áreas afectadas por las basuras y escombros, y con la anticipación necesaria para no entorpecer el normal desarrollo de las obras.

DISPOSICION DE LOS MATERIALES

Todos los materiales provenientes del retiro de basuras y escombros de las áreas de construcción deberán colocarse fuera de ellas; de no ser esto posible, el Contratista los dispondrá en sitios seleccionados por el Interventor, de tal manera que no interfieran los trabajos de construcción que deben ejecutarse posteriormente.

Los materiales combustibles que el Interventor estime conveniente, deberán ser amontonados en pilas, en las áreas aprobadas por el Interventor y serán quemados oportunamente, tomando las precauciones necesarias para evitar la propagación del fuego a sus vecindades.

Si durante las operaciones de retiro de basuras y escombros de las áreas de construcción, se observa que hay en ellas materiales aprovechables, éstos deberán ser colocados en los sitios que indique el Interventor. El Contratista no podrá utilizar dichos materiales sin la autorización previa del Interventor.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena, producidos por operaciones inadecuadas en la ejecución del retiro de basuras y escombros o por una disposición errada de los materiales, serán de responsabilidad del Contratista.

MEDIDA

La medida de los trabajos ejecutados bajo el alcance de la presente especificación, se hará en el sitio del botadero de basuras y escombros, utilizando el método de promedio de las áreas extremas entre estaciones de 20 metros, o las que se requieran según la naturaleza de la obra, tomadas antes y después de ejecutados los trabajos, dentro de los alineamientos dados en los planos o los aprobados por el Interventor.

La unidad de medida será el metro cúbico con aproximación a un decimal de basuras y escombros retirados.

UNIDAD

M3

PAGO

El retiro de basuras y escombros medido como se indica en el numeral anterior, se pagará al Contratista al precio unitario estipulado en el ítem correspondiente del formulario de precios del Contrato; por consiguiente, en este precio unitario se deberán incluir todos los

gastos que el Contratista haga para ejecutar los trabajos que se describen en esta especificación, incluyendo el costo del acarreo de los materiales producto del retiro de basuras y escombros a los sitios de disposición y su adecuada disposición.

Si los materiales producto del retiro de basuras y escombros, no hubieren podido disponerse en forma conveniente de acuerdo con lo prescrito en esta especificación, por razones no imputables al Contratista, se computará para efectos de pago únicamente un avance, que, a juicio del Interventor, puede variar entre el 70% y el 90% del retiro de basuras y escombros efectuado; el porcentaje restante se pagará cuando se hayan dispuesto correctamente los materiales.

Los trabajos que ejecute el Contratista para seleccionar y colocar en sitios adecuados los materiales aprovechables, se le pagarán separadamente por el sistema de COSTO REAL DIRECTO MAS EL 10% de acuerdo con las especificaciones.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

Diariamente el escombros debe ser retirado del frente de obra y transportado a los sitios autorizados.

Las basuras que se originan en el campamento deberán depositarse en diferentes canecas (orgánicas, reciclaje y peligrosos) para poder hacer su disposición final adecuada alargando la vida útil de los materiales de reciclaje que se consigan y en sitios adecuados para ello sin producir dispersiones que llegarán a las alcantarillas y sumideros taponándolos.

El contratista debe garantizar la limpieza de las vías de acceso de los vehículos de carga con frecuencia de manera que garantice la ausencia de generación de aportes de material particulado a las redes de alcantarillado y a la atmósfera.

El contratista deberá garantizar la limpieza del área general de la obra.

Será exclusiva responsabilidad del CONTRATISTA tomar todas las precauciones necesarias para evitar la contaminación del suelo, vegetación ríos, arroyos, lagunas o embalses, mediante el derrame de contaminantes tales como combustibles, lubricantes, aguas servidas, pintura y otros desechos dañinos, los cuales deberán ser recolectados diariamente y dispuestos en recipientes para ser sacados del lugar y depositados donde señale la Autoridad ambiental.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena, producidos por operaciones inadecuadas en la ejecución del retiro de basuras y escombros o por una disposición errada de los materiales, serán de responsabilidad del Contratista.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

2 SECCIÓN SEGUNDA

EXCAVACIONES

GENERALIDADES

Esta especificación comprende las exigencias mínimas para la ejecución tanto de las excavaciones con acarreo libre, como de las excavaciones sin acarreo libre y la construcción de entibados que sean necesarios para la construcción de las obras.

DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Las siguientes disposiciones mínimas deberán tenerse en cuenta en todo tipo de excavaciones:

1. Las operaciones de excavación se harán respetando en un todas las dimensiones indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor.
2. El Interventor, si lo considera del caso, podrá modificar las líneas y taludes de excavación por solicitud del Contratista. Si se aprueba la solicitud del Contratista, el Interventor debe hacerlo por escrito, mediante un acta aceptada por el supervisor, en la cual se fijen los nuevos límites de excavación, se indiquen las razones de tal modificación y se califique si la cantidad adicional de excavaciones se considerará como sobreexcavación o como obra adicional.
3. Las excavaciones para cimentaciones deben llevarse hasta obtener un piso de cimentación que satisfaga al Interventor, aunque el nivel así obtenido sea inferior al indicado en los planos.
4. El Contratista debe tomar todas las precauciones necesarias para controlar la estabilidad de los taludes de excavación, así como de los terrenos vecinos.
5. La sobreexcavación será sufragada a su costa por el Contratista, así como el relleno posterior que sea necesario ejecutar, de acuerdo con las indicaciones del Interventor y los materiales escogidos por éste.

2.1.A EXCAVACIÓN CON ACARREO LIBRE

2.1.A.6 EXCAVACIÓN MECÁNICA BAJO AGUA

GENERALIDADES

Se entiende por excavación mecánica bajo agua, la efectuada en todos aquellos depósitos de tipo aluvial con tamaños que no exceden de quince (15) centímetros (6 pulgadas) en su mayor dimensión, arenas, limos, arcillas, turbas, cienos y materiales orgánicos, materiales de desecho, sueltos o cualesquiera de sus mezclas, formadas natural o artificialmente, que puedan ser excavados con herramientas de mano o con maquinaria convencional para este tipo de trabajo.

Las excavaciones consisten en la remoción y extracción de materiales, además del cargue, retiro y disposición de los materiales provenientes de dicha actividad, según los planos y secciones transversales del proyecto. También comprende el retiro de la capa vegetal y otros materiales blandos y orgánicos en las áreas donde se vayan a realizar las excavaciones necesarias para la ejecución de la obra.

CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES DE EXCAVACIÓN

MATERIAL TIPO I

Rocas fuertemente litificadas, la dimensión promedio del material excede los 0,40 m, como medida alterna se toma el perímetro de los bloques redondeados mayores que 1,20 m, o la suma de 3 dimensiones externas mutuamente perpendiculares mayores a 1,20 m. Dentro del material tipo I se encuentran aquellos materiales que su dureza sea tal que no pueda extraerse por métodos diferentes a voladuras, o por fracturamiento inducido mediante choque térmico, cuñas, mecanismos hidráulicos o productos químicos.

MATERIAL TIPO II

Materiales que pueden ser extraídos por métodos manuales o mecánicos. Los materiales clasificados como tipo II son las arcillas, limos, arenas, cascajo, gravas y cantos de roca cuyo volumen individual sea menor a 0,020 m³, o su masa sea menor a 50 kg, sin tener en cuenta el grado de compactación o dureza y considerados en forma conjunta o independiente. Adicionalmente se clasifican dentro de este tipo los suelos residuales y depósitos aluviales en los cuales la relación volumétrica matriz: bloques sea mayor que 4.

MATERIAL TIPO III

Materiales formados por una matriz de material tipo II, con bloques de roca cuyo volumen individual sea mayor a 0,020 m³, o su masa sea mayor que 50 kg, o cuya dimensión media se encuentre entre 0,27 y 0,40 m, en una relación matriz: bloques inferiores a 4. Como medida alterna, puede tomarse el perímetro de bloques redondeados entre 0,80 y 1,20 m, o la suma de las dimensiones mutuamente perpendiculares de bloques poliédricos entre 0,80 y 1,20 m. Se clasifican como Material Tipo III los depósitos aluviales en los que la relación volumétrica matriz: bloques sea menor que 4.

UTILIZACIÓN Y DISPOSICIÓN

Los materiales provenientes de la excavación se utilizan en la construcción de las obras objeto del contrato si reúnen las calidades exigidas, de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto o acordados con el interventor. El contratista no podrá desechar materiales ni retirarlos para fines distintos a los contratos, sin la autorización previa del interventor.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de la obra serán reservados para colocarlos posteriormente. Su disposición provisional se hará en los sitios aprobados previamente por la interventoría.

Los materiales de excavación que no sean utilizados deberán ser llevados y dispuestos en las zonas de desecho aprobadas para el proyecto.

EJECUCIÓN

Antes de iniciar las excavaciones, se requiere realizar primeramente la localización y remoción de vegetación de lecho que tenga la aprobación por parte de la interventoría. No se pueden iniciar las excavaciones mientras no se hayan completado los trabajos básicos de medida de acuerdo con lo que haya establecido la interventoría.

Las excavaciones deberán realizarse con el mayor cuidado posible con respecto a los predios existentes que colindan con las márgenes del cauce, para este caso se deberá utilizar medios manuales, para asegurar la estabilidad y conservación de los mismos. Todo daño causado a propiedades aledañas deberá ser subsanado por el contratista.

MEDIDA

La unidad de medida para la excavación en material aluvial será el metro cúbico (M3), aceptado por la interventoría en su posición final.

UNIDAD

M3

PAGO

El pago se hará al precio por metro cúbico (M3), por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado por la interventoría. El precio deberá cubrir todos los costos de transporte y demás según lo dispuesto por el contratista de obra y aprobado por la interventoría.

2.1.A.7 EXCAVACIÓN EN ROCA BAJO AGUA

GENERALIDADES

Se entiende por excavación en roca bajo agua, la efectuada en todos aquellos depósitos de tipo aluvial tales como: gravas o cantos rodados con tamaños mayores de quince (15) centímetros (6 pulgadas) en su mayor dimensión formadas naturalmente, que puedan ser excavados con herramientas de mano o con maquinaria convencional para este tipo de trabajo.

Para las excavaciones en roca bajo agua, los procedimientos a realizar por parte del contratista deben ser previamente aprobados por la interventoría, y en cuyo caso de utilizar explosivos, se deberá utilizar lo mínimo posible para que no afecten los taludes de las márgenes del cauce. El contratista debe garantizar dirección y ejecución de las excavaciones en roca, utilizando personal que tenga una amplia experiencia en estos trabajos. Las aprobaciones de los trabajos que realice la interventoría no deben eximir al contratista de la responsabilidad de los daños que se comentan en predios aledaños a causa de las voladoras de los explosivos.

EJECUCIÓN

Antes de iniciar las excavaciones en roca bajo agua, se requiere realizar primeramente la localización y remoción de vegetación de lecho y que cuente con la aprobación por parte de la interventoría. No se pueden iniciar las excavaciones mientras no se hayan completado los trabajos básicos de medida de acuerdo con lo que haya establecido la interventoría.

Las excavaciones deberán realizarse con el mayor cuidado posible con respecto a los predios existentes que colindan con las márgenes del cauce, para este caso se deberá utilizar medios manuales, para asegurar la estabilidad y conservación de los mismos. Todo daño causado a propiedades aledañas deberá ser subsanado por el contratista.

MEDIDA

La unidad de medida para la excavación en material aluvial será el metro cúbico (M3), aceptado por la interventoría en su posición final.

UNIDAD

M3

PAGO

Se considerarán como roca, para efectos de pago, todas aquellas piedras o peñascos con tamaños mayores o iguales de cincuenta y tres (53) centímetros (21 pulgadas) en su menor dimensión, o todas aquellas formaciones o mantos naturales provenientes de la agregación natural de granos minerales conectados mediante fuerzas cohesivas permanentes y de gran intensidad. Sin embargo, será requisito para clasificar un material como roca, que éste tenga dureza y contextura tal, que no pueda ser aflojado o resquebrajado con herramientas de mano y/o que sólo pueda removerse con el uso de la maquinaria pesada convencional para esta clase de material o con la utilización previa de explosivos, cuñas o barrenos.

El pago se hará al precio por metro cúbico (M3), por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado por la interventoría. El precio deberá cubrir todos los costos de transporte y demás según lo dispuesto por el contratista de obra y aprobado por la interventoría.

2.3. SOBRECARGOS PARA ACARREOS TOTALES MAYORES DE 1000.00 m**GENERALIDADES**

Esta norma tiene por objeto fijar los criterios básicos para el transporte de materiales utilizables y de desperdicios.

EJECUCIÓN

Los trabajos incluidos dentro de la presente especificación se clasifican dentro de los conceptos de trabajo:

1. Acarreo libre

Los trabajos incluidos dentro del concepto de **Acarreo libre** son:

- a) Cargue de material.
- b) Transporte de material hasta la distancia de acarreo libre. Para todos los conceptos de trabajo en que se incluya el Acarreo Libre, la distancia de acarreo libre será de 50 metros.
- c) Descargue del material en el sitio de utilización, almacenamiento o botadero.

2. Sobreacarreos

Dentro del concepto de **sobreacarreos** queda incluido únicamente el transporte del material desde el sitio de obtención, excluida la distancia de acarreo libre, hasta el sitio de utilización, almacenamiento, o botadero.

El acarreo de materiales debe hacerse siempre con los equipos apropiados para cada distancia de acarreo especificada y para las condiciones de acceso y localización de las obras. Si la obra no es homogénea en su localización y acceso, el Contratista podrá dividirla en partes homogéneas y calcular los precios de acarreos de acuerdo a sus características particulares.

MEDIDA

VOLUMENES

a. Materiales utilizables

El volumen de material acarreado desde cualquier fuente de abastecimiento (excavaciones, bancos de préstamo, bancos de almacenamiento, canteras, etc.) hasta el sitio de utilización,

será el mismo calculado para el pago de rellenos, terraplenes, etc., medido en su sitio de utilización final.

b. Materiales de desperdicio y producto de demoliciones

El volumen de material de desperdicio acarreado desde el lugar de procedencia hasta el sitio de botadero, se medirá en el lugar de procedencia o cuando ello sea imposible, en el sitio de botadero, tomando como unidad de medida el metro cúbico, compactado, con aproximación a la unidad. En el caso de que esta operación no se pueda realizar fácilmente, se pagarán los costos directos reales del transporte más el 10%.

DISTANCIA DE ACARREO

La distancia de acarreo del material, para efectos de pago, se determinará midiendo la distancia más corta, o la ruta que previamente apruebe el Interventor, desde el centro de gravedad del sitio de excavación, o del banco de préstamo, o de un banco de almacenamiento, hasta el centro de gravedad del lugar de utilización, o de un banco de almacenamiento o de un botadero.

La distancia de sobreacarreo será la que resulte de restar la distancia de acarreo libre de la distancia total de acarreo.

La distancia de sobreacarreo, calculada según lo dispuesto en esta norma, se dividirá en estaciones determinadas así:

a) Para distancias totales de acarreo entre 0 y 200 metros, la distancia de sobreacarreo se dividirá en estaciones de 25 metros, aproximando las fracciones a un decimal. Los acarreos que se ejecuten sobre la escarpa de la meseta de Bucaramanga se deben establecer en un deposito provisional insitu, debido a la interrupción del tráfico que se generaría ya que el ingreso de vehículos pesados está limitado por las vías de los barrios ya que cuentan con un solo carril.

b) Para distancias totales de acarreo entre 0 y 500 metros, la distancia de sobreacarreo se dividirá en estaciones de 50 metros, aproximando las fracciones a un decimal. Los acarreos que se ejecuten sobre la escarpa de la meseta de Bucaramanga se deben establecer en un deposito provisional insitu, debido a la interrupción del tráfico que se generaría ya que el ingreso de vehículos pesados está limitado por las vías de los barrios ya que cuentan con un solo carril.

c) Para distancias totales de acarreo entre 0 y 1.000 metros, la distancia de sobreacarreo se dividirá en estaciones de 100 metros, aproximando las fracciones a un decimal.

d) Para distancias totales de acarreo mayores de 1 Km, la distancia de sobreacarreo se dividirá en estaciones de 1 Km, aproximando las fracciones a un decimal.

MEDIDA DE SOBREACARREOS

Para efectos de pago, los sobreacarreos se miden en METROS CUBICOS - KILÓMETRO. La cantidad de metros cúbicos - kilómetros se obtiene multiplicando el volumen de material transportado, medido en su sitio de utilización final, por el número de kilómetros que se va a recorrer, hasta el sitio de disposición final.

UNIDAD

M3-KM

PAGO

Acarreo Libre

El acarreo libre no se pagará al Contratista por separado puesto que su costo quedará incluido en los precios de los ítems que expresamente contengan este concepto de trabajo.

b. Sobreacarreos

El sobreacarreo de materiales se pagará al Contratista a los precios unitarios de metro cúbico-estación, consignados por el Contratista en el formulario de precios para el ítem correspondiente. Dichos precios unitarios deberán incluir todos los costos necesarios para el

simple transporte de los materiales; no para el cargue y descargue, que están incluidos dentro del acarreo libre (ver numeral 5.2.05.01.02).

Se aclara que es requisito indispensable para el pago de sobreacarreos, que los materiales transportados hayan sido correctamente dispuestos.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

El acarreo de materiales debe hacerse siempre con los equipos apropiados para cada distancia de acarreo especificada y para las condiciones de acceso y localización de las obras.

Una vez generado el material utilizable y de desperdicio, debe ser retirado del frente de obra y transportado al sitio de utilización, almacenamiento o botadero, estos materiales deben contar con su señalización para su buena disposición.

Al ser retirado el vehículo de transporte debe portar una tolva o un material que recubra estos residuos para evitar material en suspensión y por consiguiente un impacto negativo sobre la atmósfera.

Al ingresar el vehículo de transporte al área de la obra donde se encuentran los residuos a recoger debe ir a una velocidad no mayor a 20km/h y el suelo debe estar en las condiciones adecuadas para que no haya levantamiento de polvo y se evite un impacto negativo al ambiente y a la salud del personal de la obra y sus alrededores.

Al vehículo se le exigirá una certificación de emisiones atmosféricas con vigencia de expedición inferior a 1 año, también debe llevar un registro de mantenimiento a la maquinaria para evitar la contaminación por gases efecto invernadero.

Prohibido el uso de cornetas, claxon o bocinas de todos los vehículos que laboran en la obra.

Todos los equipos y vehículos deben contar con alarma de reversa. Debe haber la señalización necesaria sin excederse tanto para transeúntes como para los conductores, para evitar problemas y accidentes que se puedan presentar por pérdida o desconcentración.

Debe haber señales o avisos de la fauna presente en el área donde se encuentra la obra.

Se colocarán carteles que indicarán las restricciones de la velocidad de conducción de los vehículos que transitan por las rutas, lo cual disminuirá el peligro de atropello a los animales en la misma, ver

El contratista deberá garantizar la limpieza de las llantas de todos los vehículos que salgan de la obra, tal como lo establece la Resolución 541/94.

Se ubicarán vallas móviles y una valla fija para todo el contrato. Estas vallas informativas deben ser fácilmente visualizadas por los trabajadores y la comunidad general y no deberán interferir con el flujo continuo de los vehículos, ni con su visibilidad. La valla fija deberá contener como mínimo los siguientes datos: Entidad ejecutora del proyecto, nombre del proyecto, nombre del contratista y un número telefónico, del centro de revisión encuentro transición; por esta razón, la transición deberá ser suficiente larga para darle oportunidad al carril libre con comodidad.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

2.5. CONTROL DE CAUCE MEDIANTE CONFORMACIÓN DE JARILLÓN PROVISIONAL CON MATERIAL DE RÍO

GENERALIDADES

Esta especificación hace referencia a la construcción provisional de una estructura tipo para control de cauce a las orillas de la fuente o en su área de ronda, con el fin de contener el flujo de agua transportado por este, evitando inundaciones.

En ningún caso se permite utilizar escombros como material para la construcción de este tipo de obra. Se debe limpiar la zona de escombros o basuras, además de descapotar en el caso donde exista vegetación.

Con el objetivo de reducir el riesgo por inundación en el área de influencia de la construcción del muro de contención en gavión, debido a los fenómenos de variabilidad climática que se traducen en eventos lluviosos fuertes y/o crecientes del Río de Oro, y por ende garantizar las condiciones de trabajo necesarias durante el desarrollo de la obra, se requiere de la construcción mecánica de un jarillón provisional para el control de cauce que permita proteger y avanzar en el desarrollo constructivo del muro.

Se deben conformar capas de 0.30 a 0.35 metros con material revuelto de río, las cuales se pueden apisonar mecánicamente con el mismo equipo con el cual se conforma. Para la conformación de las caras laterales del jarillón se deben guiar con niveles, con el fin de garantizar la inclinación máxima permitida para este tipo de obras.

Para mantener la vida útil del jarillón se debe realizar mantenimiento del mismo, reforzándolo constantemente mediante la reposición del material que se haya perdido por efectos de la dinámica del cauce, con lo cual se evita restarle compatibilidad al mismo y por ende reducir ante una creciente el colapso de la estructura.

MEDIDA

La unidad de medida será el metro cubico (m³) y esta actividad corresponde al emplazamiento y conformación de la estructura en su sitio, según tipo de suelo, de acuerdo con los levantamientos topográficos, los niveles del proyecto y las adiciones ó disminuciones de niveles debidamente aprobadas por la Interventoría.

UNIDAD

M3

PAGO

El pago se hará al precio por metro cúbico (M3), por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado por la interventoría. El precio deberá cubrir todos los costos de transporte y demás según lo dispuesto por el contratista de obra y aprobado por la interventoría.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

Se deberá tener cuidado especial para evitar daños a las viviendas y cualquier otra infraestructura vecina de la obra ya que la instalación de un depósito de terraplén o de relleno debe cumplir con ciertas condiciones de compactación.

Es necesario cubrir las redes de alcantarillado y corrientes superficiales cercanas a esta actividad para protegerlas de algún taponamiento o contaminación.

El material necesario para realizar el relleno donde la obra lo necesite, deberá ser aprobado por la INTERVENTORIA, transportado adecuadamente sin que se generen partículas finas o polvo y almacenados en su respectivo lugar dentro del área de campamento y dispuesto de forma que se prevengan accidentes en la obra.

La colocación del relleno, se deberá realizar en la forma más rápida posible, con el fin de reducir a un mínimo las interrupciones de tránsito y las molestias de los altos niveles de ruido a los habitantes de las zonas afectadas por los trabajadores.

Aplicar una capa de tierra fértil a los taludes, tanto de desmontes como de terraplenes para evitar algún deslizamiento.

Se debe evitar al máximo el incremento de material particulado por la actividad de la compactación humedeciendo el área dependiendo del clima, en tiempo seco cada hora hay que

realizar esta actividad en el terreno para mantenerlo en las condiciones adecuadas evitando un impacto negativo en el ambiente.

Hay que verificar que los rellenos y lugares de depósitos de escombros o de material excedente no interfieran con el drenaje natural, en caso contrario se implementarían medidas como la construcción de drenes y canales que aseguren el flujo normal

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

3. SECCIÓN TERCERA

CONCRETOS

3.2.2. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO CICLOPEO 40% RAJON DE PIEDRA Y 60% CONCRETO DE 3000 PSI CON EMPLAZAMIENTO MAYOR A 5 METROS Y NIVELES FREÁTICOS ALTOS

GENERALIDADES

Bajo esta sección se construirán todas las estructuras de concreto (a niveles por debajo de la cota de cimentación del muro en gaviones) que se muestren en los planos o se necesiten para completar la obra a juicio del Interventor.

El concreto consistirá en una mezcla de cemento Pórtland, agua, agregado fino y agregado grueso, combinados en las proporciones aprobadas por el Interventor. El concreto deberá ser hecho con los materiales, colocado y terminado en la forma y con la consistencia que estipulan estas especificaciones.

El procedimiento de ejecución establece que:

- Consultar Cimentación en Planos Estructurales.
- Verificar excavaciones.
- Verificar cotas de cimentación.
- Construir entibaciones
- Limpiar fondo de la excavación.
- Verificar cotas inferiores de cimentación.
- Humedecer la piedra y retirar material orgánico.
- Vaciar capa de concreto simple en el fondo de la excavación.
- Colocar la primera hilada de piedra evitando contacto lateral.
- Rellenar espacios entre las piedras con concreto.

- Vaciar una nueva capa de concreto de 10 cms. de espesor.
- Colocar nueva hilada de piedra.
- Rellenar espacios entre las piedras con concreto.
- Repetir la operación hasta alcanzar el nivel previsto.
- Verificar niveles finales de los cimientos.

El emplazamiento de ciclópeo corresponde a una estructura anti socavación por ende la metodología establece un caudal de diseño para cualquier análisis de socavación, correspondiente al de un periodo de retorno de 100 años; para el cálculo de la socavación de flujo máxima que puede alcanzar un cauce durante una creciente poco probable (Periodo de Retorno $T = 100$ años), lo cual a fines prácticos es aplicable para nuestro caso, en el cual se requiere establecer la profundidad máxima de socavación que puede alcanzar el cauce, a fin de proyectar la cimentación hasta dicha profundidad y proteger las obras de control de cauce del Río de Oro.

Para calcular la socavación general se requiere la siguiente información:

- Caudal de diseño asociado a su periodo de retorno.
- Parámetros hidráulicos para el evento de creciente de diseño (Para nuestro caso $T = 100$ años) tales como velocidad de flujo, área hidráulica y ancho superior de la lámina de agua.
- Características físicas del material del fondo inicial y de los diferentes estratos del subsuelo que puedan ser descubiertos y erosionados durante el paso de la creciente seleccionada. Los datos más importantes son la densidad y la granulometría de suelos no cohesivos y el peso volumétrico seco de los materiales cohesivos.

Existen muchos métodos para evaluar la socavación general, siendo el más utilizado en el medio colombiano el propuesto por Lischtván - Lebediev. Así mismo, se emplean otros métodos como el de Maza Álvarez, Maza Álvarez - Echavarría Alfaro y el de Blench, entre otros. En este estudio, por el amplio rango de aplicación, se ahondará en el método de Lischtván – Lebediev (Ver estudio técnico).

- PARÁMETROS HIDRÁULICOS

Los análisis hidráulicos determinaron la velocidad de flujo máximas para un periodo de retorno $T = 100$ años, con un valor de $939 \text{ m}^3/\text{s}$, cuya área hidráulica y un ancho superior de la lámina de agua, se evalúan para cada sección transversal (información tomada de los resultados del modelamiento hidráulico)

- MÉTODO DE LISCHTVAN – LEBEDIEV

Es el método de mayor aplicación para determinar la socavación general en el lecho de una corriente. El criterio propuesto por Lischtván – Lebediev se basa en la obtención de la condición de equilibrio entre la velocidad media real del flujo y la velocidad media máxima necesaria para no erosionar el material del fondo; la profundidad de socavación en cualquier punto de la sección transversal se obtiene al igualar las ecuaciones de la velocidad real y la velocidad erosiva. Dependiendo del material que conforma el lecho del río, que podría corresponder a suelos de tipo granular o cohesivos, para cada caso se propone una ecuación que permite hallar la profundidad de socavación.

El terreno del lecho del Río de Oro se compone principalmente por arenas limpias, gravas y arenas limosas en mantos subhorizontales. A diferentes profundidades según el sitio aparecen suelos duros o rocas. Los niveles freáticos son poco profundos y están generalmente controlados por los niveles del agua.

MATERIALES

Las especificaciones de los materiales para el concreto son las siguientes:

A. CEMENTO

El cemento para todos los concretos debe ser cemento Pórtland de la marca aprobada por el Interventor y que cumpla con las normas ICONTEC 30, 121 y 321 para el Tipo I cuando no se especifique otro tipo en planos. Cemento de la misma marca pero que provenga de diferentes fábricas no se mezclará a menos que el Interventor lo permita.

- **Agregado grueso**

El agregado grueso consistirá en piedra triturada o grava y estará acorde con la norma ICONTEC 174, con las excepciones y modificaciones establecidas en estas especificaciones o las ordenadas por el Interventor.

En cinco ciclos de la prueba con sulfato de sodio ejecutada según la norma ICONTEC 126, el agregado grueso no deberá tener una pérdida mayor a la especificada en la norma ICONTEC 174.

El agregado grueso se clasificará en tres tamaños que se manejarán por separado para después combinarlos en forma adecuada, de manera que se obtengan las muestras que posean la resistencia y la trabajabilidad requeridas.

Los tres tamaños para los agregados gruesos son los siguientes:

Tamaño	1	de	4.8	a	19.0	mm
Tamaño	2	de	19.0	a	38.0	mm
Tamaño	3	de	38.0	a	64.0	mm

Los tres tamaños tendrán una gradación comprendida entre los límites especificados en la norma ICONTEC 174.

El Interventor aprobará la utilización de cada uno de los tamaños según el diámetro y la separación de las varillas de refuerzo y la clase de concreto de acuerdo a la norma 3.3.3 del ACI 318-77.

Si el Interventor considera que la calidad del agregado grueso de una fuente dada puede mantener las calidades especificadas antes, el material podrá aceptarse con base únicamente en los resultados de las granulometrías.

- **Agregado fino**

El agregado fino consistirá en arena natural que cumpla con la norma ICONTEC 174. Arena artificial o fabricada no se aceptará.

El contenido de materia orgánica se ensayará y analizará de acuerdo con la norma ICONTEC 127.

El agregado fino para el concreto no podrá contener arcilla, limo u otras sustancias extrañas.

La granulometría de la arena natural, según los análisis de tamices, deberá conformarse a los requisitos de la norma ICONTEC 174.

El módulo de finura estará entre 2.3 y 3.1 de acuerdo a la norma ICONTEC 174.

El agregado fino deberá tener no menos del 100% de la resistencia a la tensión y a la compresión obtenidas con morteros de las mismas proporciones y consistencia, fabricados con el mismo cemento y arena estándar de Ottawa, resistencia medida según el ensayo de resistencia de mortero ejecutado según la norma ICONTEC 579.

Si el Interventor considera que la calidad del agregado fino de una fuente dada puede mantener las calidades especificadas antes, el material podrá aceptarse con base únicamente en los resultados de las granulometrías.

- **Agua**

El agua que se utilice en la fabricación de concreto o mortero, como también en el proceso de curado, debe decirse a la norma ACI 318-77 numeral 3.4.

Toda agua que se utilice en la fabricación de concreto deberá ser aprobada por el Interventor antes de utilizarla.

- **Acero de refuerzo**

El acero de refuerzo incluirá todas las varillas de acero que se usen como refuerzo en las estructuras de concreto.

Las especificaciones para acero de refuerzo deben consultarse en la sección aceros.

- **Aditivos**

Los aditivos que se podrán agregar a la mezcla, previa aprobación u orden del Interventor, son:

1. Acelerantes: Sikacrete de Sika, o similar.
2. Retardadores: Plastiment VZ de Sika; Daratard HC de Grace; MB-HC de Master Builders; Protard de Protex, o similares.
3. Plastificantes: Plastocrete de Sika; WRDA-HC de Grace, o similares.
4. Curadores de concreto: Antisol Rojo de Sika, Curaseal de Toxement, (de uso obligado) o similares.
5. Reparaciones: Sika Top 121 y 122, Sikadur 41 mortero de Sika, o similares.
6. Adhesivos: Colmadur 31 de Sika, o similar.

Todos los aditivos utilizados en el concreto deberán cumplir con la norma ICONTEC 1299.

TRABAJOS PRELIMINARES

La fuente y calidad de los materiales para el concreto y las proporciones en que se mezclarán para el trabajo deberán presentarse al Interventor para su revisión antes de iniciar cualquier obra de concreto.

Se deben presentar informes certificados de un laboratorio independiente para los materiales y el diseño de la mezcla.

La revisión de estos informes será la base para la aceptación general solamente; Esto no exonera al Contratista del cumplimiento continuado de los requisitos estipulados en las presentes especificaciones.

- **Agregados**

Los informes de los ensayos sobre agregados deben incluir los siguientes datos:

Agregados Finos

1. Localización y descripción de la fuente.

2. Gradación y dureza.

3. Sustancias Extrañas.

Agregados Gruesos

1. Localización y descripción de la fuente.

2. Gradación y pérdida por abrasión.

3. Sustancias extrañas.

4. Resultados de las pruebas con sulfato de sodio o magnesio.

El Interventor podrá ordenar cualquier tipo de prueba para verificar el cumplimiento de la norma ICONTEC 174.

- **Diseño de Mezcla**

Con los materiales para el concreto, aceptados por el Interventor, el Contratista diseñará una mezcla tentativa, la cual se ensayará para cada uno de los tamaños de gradación de los agregados y para cada consistencia que se desee para obtener y usar en la obra.

El informe para cada mezcla tentativa deberá contener los siguientes datos:

- ❖ Esfuerzo de compresión basado en las pruebas a los 7, 28 y 56 días.
- ❖ Asentamiento sobre el cual se basó el diseño.
- ❖ Tiempo de fraguado inicial.
- ❖ Relación agua-cemento.
- ❖ Marca, tipo, composición y cantidad de cemento.
- ❖ Gravedad específica y gradación de cada agregado.
- ❖ Relación de los agregados finos al total de agregados.

- Peso (Seco, superficialmente) de cada agregado por metro cúbico de concreto.

- Marca, tipo, norma ICONTEC de los aditivos y su cantidad en la mezcla.

- **Pruebas**

Las proporciones de cemento, agregados y aguas necesarias para producir un concreto de la resistencia requerida, serán controladas por el Interventor por medio de pruebas y ensayos

en los agregados y el concreto resultante, los cuales se le harán con la frecuencia que designe el Interventor, por cuenta del Contratista.

Los agregados deberán ser muestreados y separados según la norma ICONTEC 129. La gradación de los agregados se hará de acuerdo a la norma ICONTEC 77; se sacará una muestra por cada 50 toneladas de agregado y por cada 100 toneladas de agregado grueso.

Las gravedades específicas de cada agregado se calcularán bajo las normas ICONTEC 176 y 237.

Las pruebas de asentamiento deberán hacerse por cada mezcla de 30 m³ de acuerdo a la norma ICONTEC 396.

Una muestra para el ensayo de resistencia a la compresión constará de tres series de tres cilindros cada una. Se tomará una muestra por cada 10 m³ de mezcla y por cada clase de concreto. Si el Interventor lo estima necesario, ordenará la toma de muestras adicionales.

Las tres series se ensayarán, la primera a los 7 días, la segunda a los 28 días, y la tercera a los 56 días, utilizando como guía las curvas de coeficientes de resistencia.

Los cilindros para los ensayos deberán ser hechos, curados y almacenados de acuerdo con la norma ICONTEC 673.

Las pruebas de fraguado inicial se deberán hacer de acuerdo a la norma ICONTEC 890.

- **Almacenamiento**

Los materiales se almacenarán de forma tal que sean accesibles a la inspección.

El cemento se almacenará en un edificio que lo proteja de la intemperie y la humedad. Los sacos se colocarán en pilas sobre pisos que no permitan el humedecimiento del cemento y a una distancia no menor de 30 cm de las paredes. Se deberá retirar primero el cemento que tenga mayor tiempo de almacenado.

No se permitirá la utilización de cemento endurecido o con grumos.

Los agregados se almacenarán sobre plataformas de madera. Los distintos tipos y tamaños de agregados fino y grueso, se deberán almacenar en montones separados.

REQUISITOS DE LA MEZCLA

Las mezclas de concreto deberán diseñarse y el concreto deberá controlarse dentro de los siguientes límites:

- **Contenido de cemento**

El contenido de cemento en la mezcla será de tal forma que el concreto cumpla con las condiciones especificadas en el diseño de la mezcla.

Para cumplir este propósito, el Contratista deberá chequear constantemente el diseño de la mezcla con base en los ensayos.

b. Agua

El contenido total de agua en el concreto no deberá exceder de 54 litros por cada 100 kilos de cemento en la mezcla.

c. Asentamientos

El asentamiento no deberá ser mayor de 10 cm, a menos que el Interventor lo autorice por escrito.

- **Relación de agregados finos al total de agregados**

La relación de agregados finos al total de agregados, con base en los volúmenes de sólidos, deberá ser:

Tamaño agregado grueso	Relación mínima	Relación máxima
13 mm	0.40	0.55

19 mm	0.35	0.50
25 mm	0.30	0.46

- **Fraguado inicial**

El fraguado inicial, determinado según el ensayo de ICONTEC 890, deberá ocurrir 5 ½ “1 horas después de efectuada la mezcla.

- **Aditivos**

La aplicación de los aditivos, en relación con el método y el tiempo de añadirlos, estará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de manera que se cumpla con estas especificaciones.

FORMALETA

La formaleta deberá diseñarse para producir un concreto endurecido que tenga la forma, los alineamientos y las dimensiones que se muestran en los planos. Las formaletas deberán cumplir con la norma ACI 347 y las condiciones adicionales que se dan a continuación:

- **Materiales**

La madera que se use en la construcción de las formaletas para la estructura de concreto será laminada, o deberá ser cepillada o machihembrada del lado de las superficies que hayan de quedar expuestas. Deberá estar exenta de bombeos, abultamientos y nudos flojos, ser sana y de espesor uniforme. La madera sin ser cepillada, de no más de 20 cm de ancho, de bordes sanos y cuadrangulares, podrá usarse para respaldar superficies que no hayan de quedar expuestas al finalizar la obra. No se permitirá el uso de madera de menos de 2.5 cm de espesor nominal, excepto cuando se la use como revestimiento de las formaletas.

El Contratista deberá utilizar formaletas fabricadas con madera laminada, prensada o machihembrada cepillada, para las superficies que quedarán a la vista y superficies proyectadas para trabajar en contacto con agua.

Las formaletas para las superficies a la vista y para las superficies proyectadas para trabajar en contacto con agua, deberán ser colocadas de manera regular y uniforme con la mayor dimensión de los paneles en el sentido vertical y todas las juntas alineadas. La formaleta no deberá producir superficies cóncavas, convexas o irregulares. La desviación máxima de la superficie plana no deberá exceder de 2 mm por metro.

Formaletas planas de segmentos no mayores de 60 cm podrán usarse para formar superficies curvas de diámetro mayor de 7 m.

La superficie de los sitios en donde se vaya a colocar el concreto sobre gravas o roca partida, que contenga por lo menos un 25% del material que pase por el tamiz No.4, deberá cubrirse, para prevenir que el concreto pierda agua, con una capa de 5 cm de concreto para solados.

Las formaletas se podrán usar por segunda vez, siempre que se las haya limpiado cuidadosamente y no presenten abultamientos ni combaduras y el Contratista se comprometa a no utilizar las formaletas que rechace el Interventor.

- **Diseño**

Las formaletas deberán ser fuertes y ajustadas para prevenir el escape del mortero. Las formaletas deberán ser arriostradas con los tensores para mantenerlas en la posición requerida, para que conserven la forma y los alineamientos durante y después de la colocación del concreto.

La cimbra que se use para soportar las formaletas se deberá apoyar sobre durmientes que se asienten en fundaciones firmes, de manera que no ocurran asentamientos ni deformaciones de las formaletas cuando el concreto se vacíe en ellas.

Las vigas y las losas que se apoyarán en columnas de concreto deberán ser formaleteadas de manera de permitir el retiro de las formaletas de las columnas sin que se disturben los apoyos de las formaletas de dichas vigas o placas.

Cuando las partes superiores de los muros vayan a quedar expuestas a la intemperie, la formaleta de por lo menos uno de los lados no deberá sobresalir de la superficie superior del muro y deberá ser alineada y colocada a la cota indicada. En otros puntos, las formaletas para el concreto de muros se terminarán en pendiente o según contornos establecidos, se deberán colocar según el alineamiento y el nivel o se colocará un listón de madera como guía al nivel apropiado, de manera que la superficie pueda ser terminada con regla o plantilla. En las juntas de construcción horizontales de los muros, la formaleta de un lado no deberá sobresalir más de 60 cm por encima de la junta.

El diseño de las formaletas deberá ser aprobado por el Interventor antes de construirlas.

- **Separadores y Tensores**

No se permitirá el uso de separadores de concreto o madera para espaciar parrillas de acero de refuerzo entre sí; deberá hacerse con ganchos del mismo refuerzo de tal forma que se soporten las presiones de formaleteado y fundida conservando la separación entre las mismas. Para la separación de las parrillas contra la formaleta para garantizar el recubrimiento mínimo, se podrán utilizar separadores de concreto en forma, dimensiones y calidad aprobadas por el Interventor, únicamente en la cara que no esté en contacto con el agua o quede a la vista.

Para la separación entre formaletas, se deberán utilizar separadores y tensores de extremos removibles, con una parte que quede permanentemente embebida en el concreto y que tenga suficiente fortaleza y rigidez para soportar y mantener la formaleta en la posición y alineamientos adecuados, sin tener que recurrir a separadores auxiliares. Se deberán colocar conos en los extremos de cada tensor para permitir que la porción embebida quede por lo menos a 3 cm de la cara del concreto.

Las partes embebidas de los tensores que no tengan extremos roscados, deberán construirse de manera que se puedan romper fácilmente sin dañar el concreto para remover los extremos.

Todos los bocales deberán ser rectos, de anchura uniforme y cepillados.

d. Recubrimientos

Antes de vaciar el concreto en las formaletas, el interior de éstas deberá recubrirse con una capa de compuesto aprobado y que no manche el concreto; este compuesto se deberá aplicar antes de colocar el hierro de refuerzo.

- **Remoción de las formaletas**

Las formaletas no deberán removerse o aflojarse hasta que el concreto haya alcanzado resistencia suficiente para soportar con seguridad todas las cargas vivas o muertas. Los soportes debajo de las vigas y losas deberán dejarse en sitio y reforzarse como sea necesario para soportar el equilibrio de construcción o los materiales que se coloquen sobre las losas. La remoción de las formaletas deberá hacerse con cuidado para evitar desportillar las esquinas o aristas y causar otros daños al concreto.

REFUERZO

El refuerzo deberá ser doblado con exactitud y estar libre de óxido, escamas y sustancias contaminantes que puedan reducir su adherencia. A menos que se muestre en otra forma en los planos, o se especifique, los detalles de doblaje deberán hacerse de acuerdo con las normas 315 y 318 del ACI.

- **Doblado**

Para acomodarse en la forma indicada en los planos, las varillas de acero se doblarán en frío. No se permitirá doblar las varillas salientes del concreto una vez que éste haya sido colocado.

Se entregarán al Contratista instrucciones completas sobre la manera de reforzar todos los elementos de las estructuras según los planos que acompañan estas especificaciones.

- **Colocación**

Todo el acero de refuerzo ha de quedar colocado en su debido sitio sobre soportes de cubos de mortero, de dosificación igual a la del concreto en cuanto a cemento y arena, formaletas u otros elementos y deberá ser asegurado en su sitio con amarres adecuados. No se permitirá soldadura en los puntos de cruce.

El espacio entre el acero y las formaleas se mantendrá mediante amarres, espaciadores y otros soportes que deben ser aprobados por el Interventor. No se permitirá el uso de bloques de madera.

- **Recubrimientos**

El recubrimiento de las varillas de refuerzo deberá ser, para cada parte de la obra, el mostrado en los planos respectivos.

- **Traslapos**

Los traslapos deberán ser hechos de acuerdo con los detalles que se muestran en los planos. Los traslapos que sea necesario hacer en sitios diferentes a los que se muestran en los planos, deberán ser aprobados por el Interventor antes de la ejecución.

La soldadura de refuerzo estará prohibida con excepción de los sitios que se muestran en los planos. Todos los empalmes para los sitios no especificados en los planos deberán tener una longitud no menor de 40 veces el diámetro nominal de las varillas.

MEZCLADO DE CONCRETO

El concreto se preparará en mezcladoras de concreto adecuadas para el tipo de obra y volumen a fundir, garantizando una distribución uniforme de todos los materiales en toda la masa. El Contratista deberá tener en la obra por lo menos otra unidad de suplencia.

Los agregados y el cemento se medirán por peso. El agua se medirá por peso o por volumen e incluirá la humedad superficial y el agua libre contenida en los agregados que entran en la mezcla. El medidor de agua deberá tener una exactitud del 1%. La cantidad de agua requerida para mantener una relación agua-cemento constante, deberá ajustarse frecuentemente a fin de compensar cualquier variación en el contenido de humedad de los agregados.

El concreto se mezclará sólo en las cantidades que se requiera para uso inmediato. No se deberá usar ningún concreto que haya iniciado fraguado o que se haya mezclado con más de 20 minutos de anterioridad.

Después de que todos los materiales estén en el tambor, la carga se deberá mezclar durante un período no menor de 2 ½ minutos a fin de asegurar una mezcla uniforme y homogénea. Antes de colocar los materiales dentro del tambor de la mezcladora, para la carga siguiente, todo el contenido de la mezcla precedente deberá haberse vaciado.

En caso de emergencia, verbigracia, una falla en la mezcladora, se deberá mezclar con la unidad de suplencia suficiente concreto para completar el trabajo que se esté ejecutando hasta una junta de construcción.

No se permitirá la adición de agua a la mezcla una vez que ésta haya salido de la mezcladora.

a. Consistencia

En general, la consistencia de las mezclas de concreto deberá ser adecuada para las condiciones en que se van a colocar. Esta deberá ser tal que:

1. El mortero se adhiera al agregado grueso.
- 2...El concreto sea lo suficientemente fluido, como para que no se segregue al transportarlo.
3. Al sacarlo de la mezcladora, al mortero no se le vea agua libre.
4. Al vaciarlo, el concreto deberá asentarse en su lugar; deberá deslizarse y no fluir cuando se le lleve a su lugar por medio de canaletas que formen un ángulo de 30° con la horizontal.
5. La capa superior del concreto ya fraguado debe tener una película de cemento en la superficie, pero no deberá estar exenta de lechada.

El resultado de la prueba de asentamiento deberá ser uniforme.

COLOCACIÓN

Los límites de cada fundida de concreto deberán ser establecidos por el Contratista y aprobados por el Interventor. Dentro de estos límites el concreto deberá ser colocado en una operación continua y en el caso de muros, no podrá transmitirse vibración a través del acero o la formaleta al concreto colocado en la parte inferior que haya entrado en proceso

de fraguado inicial, de tal forma que se deberán utilizar los métodos, la maquinaria y el personal necesarios para lograr la colocación del concreto en un tiempo máximo de tres horas.

Antes de la colocación del concreto, las formaletas, el refuerzo, los sellos y demás elementos embebidos deberán ser asegurados firmemente en su posición correcta; se deberán retirar todos los desperdicios, agua y salpicaduras de concreto del sitio en donde se colocará el concreto; todo el trabajo deberá ser aceptado por el Interventor antes de que comience la fundida del concreto.

- **Colocación sobre superficies de concreto endurecido**

Las superficies de concreto sobre las cuales se continuará con concreto fresco deberán ser ásperas, limpias y húmedas. El mortero de superficie deberá retirarse para que los agregados queden expuestos.

La superficie endurecida deberá estar limpia de toda sustancia extraña (incluyendo aditivos para el curado), lavada con agua limpia y mantenerse saturada durante un período de 24 horas anteriores a la colocación del concreto fresco.

Los agregados gruesos deberán retirarse de las primeras mezclas de concreto que se coloquen sobre superficies endurecidas en los muros. Este mortero preparado en relación 2:1, deberá cubrir toda el área endurecida y tener una profundidad de 5 cm.

Transporte del concreto

El concreto deberá ser transportado hasta el sitio donde se va a depositar finalmente con los métodos que eviten la segregación o pérdida de los ingredientes. En cuanto fuere posible, se deberá colocar el concreto en su posición final a fin de evitar el manipuleo o hacerlo fluir; no deberá moverse lateralmente dentro de las formaletas a una distancia mayor de 1.5 m.

Colocación del concreto

Todo el concreto se depositará en capas aproximadamente horizontales, continuas, adecuadas para una captación efectiva; sin embargo, la profundidad de una capa no deberá exceder 60 cm. Cada capa de concreto deberá ser plástica cuando se cubra con la capa siguiente y las formaletas deberán llenarse a una rata vertical no menor de 60 cm por hora.

Compactación

Tan pronto como el concreto haya sido colocado en las formaletas, se lo deberá compactar usando vibradores mecánicos aprobados, aplicados directamente al concreto. Deberá hacerse uso además de varillas y paletas, para compactar el concreto vecino a, o en las esquinas de las formaletas, y el que rodea al acero de refuerzo o los elementos empotrados. Los vibradores mecánicos deberán usarse de manera que se tengan por lo menos 9.000 ciclos por minuto cuando estén sumergidos dentro del concreto. Cada vibrador deberá ser movido por un motor de más de 1.5 HP. El número y tipo de los vibradores deberá ser aprobado por el Interventor.

A fin de garantizar la compactación de cada capa antes de la colocación de la próxima, sin interrupción o demoras en el vaciado, se habrá de tener un número suficiente de vibradores en cada frente de la obra.

Los vibradores se aplicarán al concreto en el punto en donde éste se deposite y en el área del concreto recién depositado. El concreto se colocará a intervalos cortos para evitar el hacerlo fluir demasiado. El vibrador deberá penetrar en la capa colocada inmediatamente anterior a la que se esté colocando, pero sin atravesarla.

Si se notare combadura o asentamiento de las formaletas mientras se está colocando el concreto, la operación de colocación se interrumpirá hasta tanto se haya hecho la debida corrección.

En el colocado del concreto no se permitirá el uso de práctica alguna que tienda a provocar separación o segregación de los materiales, tal como dejar caer el concreto desde alturas mayores de 2.00 metros, sin el uso de una canal cerrada y articulada (Trompa de elefante) u otros medios aprobados.

PIEZAS EMBEBIDAS

Todas las tuberías, codos de ventilación, escalones, anclajes, pernos, placas, entramados, barandales, mojones, sellos, etc., que han de embeberse en el concreto, habrán de asegurarse en forma tal que no se desplacen durante la colocación del concreto.

Tanto la colocación como el suministro de partes embebidas en el concreto, cuyo suministro, colocación o montaje no estén específicamente cotizados en otro ítem, se considerarán como incluidas en el costo del concreto.

JUNTAS

Todas las estructuras que van en contacto con el agua deberán ser, en lo posible, de construcción monolítica.

Las juntas de construcción deberán hacerse en los sitios indicados en los planos, según se especifican aquí o de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

A menos que se especifique diferente, las varillas de refuerzo serán continuas a través de las juntas de construcción.

Todas las juntas de construcción, a menos que los planos lo especifiquen, deberán llevar cinta Pórtland, sellado o de cloruro de polivinilo, especificación ASTM D2240, de ancho 15 cm.

Las juntas de contracción y expansión se construirán en los sitios y de acuerdo con lo que se muestra en los planos.

En donde se indique en los planos se deberá colocar cinta de cloruro de polivinilo, norma ASTM D2240, de ancho 22 cm; en caso contrario, deberán llenarse con material bituminoso.

CONCRETO BAJO AGUA

El concreto no se deberá depositar bajo agua excepto con permiso del Interventor. Para el concreto que se deposite bajo agua deberá ajustarse el diseño para que el asentamiento sea

menor de 6" y aumentar la cantidad de cemento en un saco por metro cúbico. Se debe contar con un plan de contingencia para las fluctuaciones de niveles freáticos.

El concreto bajo agua deberá colocarse con bajantes que tengan tolvas en la parte superior. Después de que el concreto haya empezado a moverse, la parte inferior del bajante deberá mantenerse por debajo de la superficie del concreto depositado. Se evitará agitar el concreto depositado.

Cuando sea necesario mover la bajante, deberá levantarse del concreto y bajarse verticalmente en un nuevo sitio. La masa de concreto deberá colocarse tan rápido como sea posible en un sitio sin que sea necesario moverla horizontalmente debajo del agua.

El agua debe estar quieta cuando el concreto se deposite. La velocidad del agua no deberá exceder a 60 cm/min en cualquier dirección dentro del espacio donde se coloque el concreto. Después de colocado, el nivel de agua en el espacio debe conservarse estático hasta que el concreto haya endurecido.

ACABADOS DE SUPERFICIES

El acabado de superficies en concreto para las distintas partes de la obra, deberá cumplir con los requisitos que se dan a continuación:

- **Acabados sin formaleta**

No se requiere dar ningún tratamiento superficial a las superficies de concreto enterradas o permanentemente sumergidas que no forman parte integral de una estructura, excepto las que se requieran para obtener las elevaciones, contornos y superficies libres de lechada. Las superficies sin formaleta, en todas las demás estructuras de concreto, deberán ser regladas y dárseles un terminado inicial con llana, seguido de un segundo tratamiento con llana de madera o metálica donde se requiera.

- **Reglado**

El reglado de concreto debe producir superficies a las elevaciones y contornos establecidos, con todos los agregados completamente embebidos en el mortero. Todas las superficies

regladas deberán estar libres de irregularidades con una altura o profundidad que no exceda de 5 mm, medida desde una regla de 3 metros de longitud.

- **Terminado con llana**

Las superficies regladas deberán arreglarse con un terminado con llana de madera tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente para ser trabajado. Cualquier agregado grueso que se mueva con el paso de la llana, o que cause irregularidades en la superficie, deberá retirarse y reemplazarse con mortero. El acabado inicial deberá producir superficies de textura uniforme y buena apariencia.

El acabado inicial deberá ser seguido por un segundo acabado en el momento en que se inicie el fraguado. El segundo acabado deberá producir una superficie de textura y color uniformes. A menos que se especifique acabado adicional al que produzca el segundo paso de la llana, ésta será la superficie terminada.

El acabado puede ser ejecutado por medio de llanas de madera o compactadores mecánicos adecuados.

- **Terminado de superficie con formaleta**

Los salientes y salpicaduras de la superficie deberán quitarse de todas las superficies con formaleta, excepto las superficies exteriores que estarán en contacto con los rellenos en tierra. Se utilizará un pulidor eléctrico, si es necesario, para retirar los salientes y producir una superficie lisa.

e. Huecos de los tensores

Los huecos dejados en las superficies por los tensores de la formaleta al ser removidos sus extremos, deberán ser limpiados, humedecidos y rellenados con mortero. Este mortero deberá ser terminado liso y su textura igual a la del concreto adyacente.

- **Acabados con mortero**

El acabado con mortero deberá hacerse de acuerdo a la norma ACI 301 Capítulo 10, del párrafo correspondiente a terminados con mortero.

No debe dar como resultado el que se pañete toda la superficie, pero debe producir un acabado suave, libre de marcas, vacío y polvo de cemento. Este acabado sólo se utilizará en superficies que no vayan a tener contacto permanente con el agua.

- **Aristas**

A menos que se especifique que sean chaflanadas, todas las aristas expuestas de las superficies que se acaben con llana o palustre mecánicos, deberán terminarse con una herramienta que tenga una esquina con radio de 6 mm.

- **Protección del acabado**

El Contratista tomará todas las precauciones necesarias para proteger las superficies terminadas de manchas o daños. No se permite hacer fuego cerca del concreto en ningún momento. Las superficies o bordes de concreto que puedan dañarse durante la construcción, se protegerán debidamente dejando la formaleta sin retirar o colocando una protección aprobada por el Interventor.

Donde lo ordene el Interventor, el Contratista deberá cubrir con aserrín o tablas las superficies de concreto por el tiempo que el Interventor considere necesario.

CURADO

El concreto deberá protegerse de pérdidas de humedad por lo menos 7 días después de colocado; todas las superficies de concreto se protegerán de la lluvia fuerte, el agua corriente y de los elementos mecánicos que puedan hacer daño.

El curado de concreto deberá hacerse por métodos que conserven las superficies de concreto durante un período especificado.

- **Curado con agua**

Las superficies del concreto deberán ser saturadas con agua tan pronto como sea posible, después del fraguado inicial del concreto. La rata de aplicación del agua deberá regularse para dar un cubrimiento completo a la superficie con una escorrentía mínima.

Cuando se dejen las formaletas en su sitio para el curado, se mantendrán húmedas todo el tiempo para evitar la abertura de sus juntas y el secado del concreto. El agua del curado debe ser limpia y debe cumplir las mismas condiciones que el agua con que se prepara el concreto.

- **Curado de compuestos**

Será obligado para el curado del concreto el uso un de líquido que forme una película retenedora de agua que cumpla la norma ASTM C-309. Su aplicación estará de acuerdo con las recomendaciones de la casa productora.

TOLERANCIAS

Las obras que excedan las tolerancias especificadas a continuación deberán ser reparadas o demolidas por cuenta del Contratista si el Interventor lo ordena:

1. Dimensiones de columnas, vigas, placas y partes de las estructuras hidráulicas que vayan a estar en contacto con el agua:
 - Por defecto, 5 mm
 - Por exceso, 10 mm
2. Otras dimensiones de estructuras no cubiertas en el punto anterior, en la planta:
 - Por defecto, 10 mm
 - Por exceso, 10 mm
3. Desviaciones en la vertical o en las inclinaciones indicadas en los planos:
 - En 5 m, 10 mm
 - En 10 m, 15 mm
4. Desviaciones en cotas y pendientes de vigas y losas:
 - Visibles:
 - En 3 m, 10 mm
 - En 10 m o más, 20 mm
 - Enterradas:
 - El doble de la anterior
5. Variación en el recubrimiento de la armadura: 5 mm.

6. Variaciones en los espaciamientos de las varillas: 15 mm.

REPARACIONES DEL CONCRETO

Las reparaciones de las superficies de concreto deberán hacerse únicamente con el personal experto en este tipo de trabajo, y bajo la vigilancia del Interventor.

El Contratista deberá corregir, a su costa, todas las imperfecciones que se encuentren para que las superficies de concreto se conformen con todos los requisitos exigidos por estas especificaciones.

a. Superficies que no vayan a estar en contacto con el agua

En donde el concreto haya sufrido daños o defectos, las superficies de concreto deberán picarse hasta retirar totalmente el concreto imperfecto, o hasta donde el Interventor lo indique y rellenarse con concreto o con mortero de consistencia seca hasta las líneas requeridas.

- Superficies que vayan a estar en contacto con el agua

Para las reparaciones de superficies que vayan a estar en contacto permanente con el agua corriente, será obligado el uso de mortero epóxico como Sikadur 41, mortero de SIKA o similar. La colocación de tales morteros se hará de acuerdo con las recomendaciones de la casa fabricante.

CLASES DE CONCRETO

Se consideran 9 clases de concreto, de las características enumeradas a continuación:

1. Concreto Clase 1

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 350 Kg/cm² (5.000 psi).

2. Concreto Clase 2

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 315 Kg/cm² (4.500 psi).

3. Concreto Clase 3

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 281 Kg/cm² (4.000 psi).

4. Concreto Clase 4

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 245 Kg/cm² (3.500 psi).

5. Concreto Clase 5

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 210 Kg/cm² (3.000 psi).

6. Concreto Clase 6

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 175 Kg/cm² (2.500 psi).

7. Concreto Clase 7

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 140 Kg/cm² (2.000 psi).

8. Concreto Ciclópeo

Consiste en una concreta clase 6, adicionado con piedras sanas, limpias, resistentes y durables hasta por un volumen igual al 35% del volumen del concreto ciclópeo. Cada piedra deberá quedar rodeada de una capa de concreto con un espesor mínimo de 5 cm.

- **Concreto Pobre en Solados**

Consiste en un concreto de bajo contenido de cemento, mezclado en las proporciones 1:5:5, aproximadamente, el cual se colocará con el objeto de emparejar las superficies sobre las cuales se van a cimentar las estructuras. La extensión y el espesor de los solados serán los indicados en los planos o los que el Interventor prescriba.

El solado reposa sobre un piso sólido y en lo posible no alterado. No se aceptará ningún relleno como base para los cimientos, a menos que el Interventor lo autorice expresamente, o se especifique en los planos.

MEDIDA

El concreto se medirá para el pago según los volúmenes obtenidos a partir de los contornos netos de las estructuras mostrados en los planos y que hayan sido construidas en un todo de acuerdo con estas especificaciones y lo prescrito por el Interventor.

Del volumen medido no se deducirán los orificios de drenaje o desagüe para alivio de subpresión, pasamuros de diámetro inferior a 10", los pernos de anclaje, ni el volumen ocupado por el acero de refuerzo y los sellos.

UNIDAD

M3

PAGO

El pago del concreto se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato.

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales para la mezcla del concreto y para sellos; por toda la planta, equipo, herramientas y mano de obra, por todos los transportes, dentro y fuera de la obra; por la administración, la utilidad y por todos los demás costos necesarios para construir la estructura de concreto a satisfacción del Interventor.

Deberá incluirse también el costo de los aditivos necesarios y de las muestras y ensayos de laboratorio que la Interventoría ordene sobre los materiales que el Contratista se proponga utilizar.

Si los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días no están de acuerdo con la norma 4.8.4.1 del ACI 318-77, el Interventor procederá a efectuar un análisis de los ensayos a los 56 días con base en los coeficientes de resistencia.

Si en estos ensayos continúa la discordancia con la norma mencionada, se efectuarán ensayos de núcleo (coredrill) de acuerdo con la norma 4.8.4.2. del ACI 318 – 77.

Los resultados de tales pruebas deberían concordar con lo exigido por la norma 4.8.4.4. del ACI 318 – 77; en caso contrario, se ordenará la demolición de la estructura.

Los costos de las pruebas de control de calidad sobre concretos que hayan sido rechazados con prueba de control preliminar, según por cuenta del Contratista.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

El cemento que se utilizara en todas las obras deberá almacenarse en sitios secos, protegidos de la intemperie y adquisición, donde no genere polvo o material particulado contaminante, el concreto almacenado por más de 2 meses no podrá emplearse, ningún material contaminado podrá emplearse en la preparación del concreto debe estar con su respectiva señalización.

El agua deberá provenir de una fuente legalmente establecida, evitando vertidos sobre el terreno, ya que puede generar mayores procesos erosivos en la zona de trabajo.

Todos los residuos generados por las labores de esta actividad, serán dispuestos en un botadero y/o escombrera. Aquellos que se puedan reutilizar o emplearlos en otra parte de la obra deberá almacenarlos para que no haya dispersión al aire ni sobre el terreno para hacer después su disposición en donde se recomiende.

Cuando se requiera adelantar la mezcla de concreto en el sitio de la obra, esta debe realizarse sobre una plataforma metálica de tal forma que el lugar permanezca en óptimas condiciones, controlando las emisiones contaminantes y el ruido.

Se deben evitar los recorridos muy largos en el transporte de la mezcla para evitar la segregación.

Para la ubicación diaria de material (concreto) en espacio público, estos se deberán ubicar en sitios donde no interfiera con el tránsito peatonal o vehicular. El concreto ubicado fuera del área de obra deberán estar demarcados y acordonados de tal forma que se genere cerramiento de los mismos con malla sintética o cinta reflectiva.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

3.4. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO DE 3000 PSI

GENERALIDADES

Bajo esta sección se construirán todas las estructuras de concreto que se muestren en los planos o se necesiten para completar la obra a juicio del Interventor.

El concreto consistirá en una mezcla de cemento Pórtland, agua, agregado fino y agregado grueso, combinados en las proporciones aprobadas por el Interventor. El concreto deberá ser hecho con los materiales, colocado y terminado en la forma y con la consistencia que estipulan estas especificaciones.

MATERIALES

Las especificaciones de los materiales para el concreto son las siguientes:

A. CEMENTO

El cemento para todos los concretos debe ser cemento Pórtland de la marca aprobada por el Interventor y que cumpla con las normas ICONTEC 30, 121 y 321 para el Tipo I cuando no se especifique otro tipo en planos. Cemento de la misma marca pero que provenga de diferentes fábricas no se mezclará a menos que el Interventor lo permita.

- **Agregado grueso**

El agregado grueso consistirá en piedra triturada o grava y estará acorde con la norma ICONTEC 174, con las excepciones y modificaciones establecidas en estas especificaciones o las ordenadas por el Interventor.

En cinco ciclos de la prueba con sulfato de sodio ejecutada según la norma ICONTEC 126, el agregado grueso no deberá tener una pérdida mayor a la especificada en la norma ICONTEC 174.

El agregado grueso se clasificará en tres tamaños que se manejarán por separado para después combinarlos en forma adecuada, de manera que se obtengan las muestras que posean la resistencia y la trabajabilidad requeridas.

Los tres tamaños para los agregados gruesos son los siguientes:

Tamaño	1	de	4.8	a	19.0	mm
Tamaño	2	de	19.0	a	38.0	mm
Tamaño	3	de	38.0	a	64.0	mm

Los tres tamaños tendrán una gradación comprendida entre los límites especificados en la norma ICONTEC 174.

El Interventor aprobará la utilización de cada uno de los tamaños según el diámetro y la separación de las varillas de refuerzo y la clase de concreto de acuerdo a la norma 3.3.3 del ACI 318-77.

Si el Interventor considera que la calidad del agregado grueso de una fuente dada puede mantener las calidades especificadas antes, el material podrá aceptarse con base únicamente en los resultados de las granulometrías.

- **Agregado fino**

El agregado fino consistirá en arena natural que cumpla con la norma ICONTEC 174. Arena artificial o fabricada no se aceptará.

El contenido de materia orgánica se ensayará y analizará de acuerdo con la norma ICONTEC 127.

El agregado fino para el concreto no podrá contener arcilla, limo u otras sustancias extrañas.

La granulometría de la arena natural, según los análisis de tamices, deberá conformarse a los requisitos de la norma ICONTEC 174.

El módulo de finura estará entre 2.3 y 3.1 de acuerdo a la norma ICONTEC 174.

El agregado fino deberá tener no menos del 100% de la resistencia a la tensión y a la compresión obtenidas con morteros de las mismas proporciones y consistencia, fabricados con el mismo cemento y arena estándar de Ottawa, resistencia medida según el ensayo de resistencia de mortero ejecutado según la norma ICONTEC 579.

Si el Interventor considera que la calidad del agregado fino de una fuente dada puede mantener las calidades especificadas antes, el material podrá aceptarse con base únicamente en los resultados de las granulometrías.

- **Agua**

El agua que se utilice en la fabricación de concreto o mortero, como también en el proceso de curado, debe decirse a la norma ACI 318-77 numeral 3.4.

Toda agua que se utilice en la fabricación de concreto deberá ser aprobada por el Interventor antes de utilizarla.

- **Acero de refuerzo**

El acero de refuerzo incluirá todas las varillas de acero que se usen como refuerzo en las estructuras de concreto.

Las especificaciones para acero de refuerzo deben consultarse en la sección aceros.

- **Aditivos**

Los aditivos que se podrán agregar a la mezcla, previa aprobación u orden del Interventor, son:

1. Acelerantes: Sikacrete de Sika, o similar.
2. Retardadores: Plastiment VZ de Sika; Daratard HC de Grace; MB-HC de Master Builders; Protard de Protex, o similares.
3. Plastificantes: Plastocrete de Sika; WRDA-HC de Grace, o similares.
4. Curadores de concreto: Antisol Rojo de Sika, Curaseal de Toxement, (de uso obligado) o similares.
5. Reparaciones: Sika Top 121 y 122, Sikadur 41 mortero de Sika, o similares.
6. Adhesivos: Colmadur 31 de Sika, o similar.

Todos los aditivos utilizados en el concreto deberán cumplir con la norma ICONTEC 1299.

TRABAJOS PRELIMINARES

La fuente y calidad de los materiales para el concreto y las proporciones en que se mezclarán para el trabajo deberán presentarse al Interventor para su revisión antes de iniciar cualquier obra de concreto.

Se deben presentar informes certificados de un laboratorio independiente para los materiales y el diseño de la mezcla.

La revisión de estos informes será la base para la aceptación general solamente; Esto no exonera al Contratista del cumplimiento continuado de los requisitos estipulados en las presentes especificaciones.

- **Agregados**

Los informes de los ensayos sobre agregados deben incluir los siguientes datos:

Agregados Finos

1. Localización y descripción de la fuente.

2. Gradación y dureza.

3. Sustancias Extrañas.

Agregados Gruesos

1. Localización y descripción de la fuente.

2. Gradación y pérdida por abrasión.

3. Sustancias extrañas.

4. Resultados de las pruebas con sulfato de sodio o magnesio.

El Interventor podrá ordenar cualquier tipo de prueba para verificar el cumplimiento de la norma ICONTEC 174.

- **Diseño de Mezcla**

Con los materiales para el concreto, aceptados por el Interventor, el Contratista diseñará una mezcla tentativa, la cual se ensayará para cada uno de los tamaños de gradación de los agregados y para cada consistencia que se desee para obtener y usar en la obra.

El informe para cada mezcla tentativa deberá contener los siguientes datos:

- ❖ Esfuerzo de compresión basado en las pruebas a los 7, 28 y 56 días.
- ❖ Asentamiento sobre el cual se basó el diseño.
- ❖ Tiempo de fraguado inicial.
- ❖ Relación agua-cemento.
- ❖ Marca, tipo, composición y cantidad de cemento.
- ❖ Gravedad específica y gradación de cada agregado.
- ❖ Relación de los agregados finos al total de agregados.

- Peso (Seco, superficialmente) de cada agregado por metro cúbico de concreto.

- Marca, tipo, norma ICONTEC de los aditivos y su cantidad en la mezcla.

- **Pruebas**

Las proporciones de cemento, agregados y aguas necesarias para producir un concreto de la resistencia requerida, serán controladas por el Interventor por medio de pruebas y ensayos

en los agregados y el concreto resultante, los cuales se le harán con la frecuencia que designe el Interventor, por cuenta del Contratista.

Los agregados deberán ser muestreados y separados según la norma ICONTEC 129. La gradación de los agregados se hará de acuerdo a la norma ICONTEC 77; se sacará una muestra por cada 50 toneladas de agregado y por cada 100 toneladas de agregado grueso.

Las gravedades específicas de cada agregado se calcularán bajo las normas ICONTEC 176 y 237.

Las pruebas de asentamiento deberán hacerse por cada mezcla de 30 m³ de acuerdo a la norma ICONTEC 396.

Una muestra para el ensayo de resistencia a la compresión constará de tres series de tres cilindros cada una. Se tomará una muestra por cada 10 m³ de mezcla y por cada clase de concreto. Si el Interventor lo estima necesario, ordenará la toma de muestras adicionales.

Las tres series se ensayarán, la primera a los 7 días, la segunda a los 28 días, y la tercera a los 56 días, utilizando como guía las curvas de coeficientes de resistencia.

Los cilindros para los ensayos deberán ser hechos, curados y almacenados de acuerdo con la norma ICONTEC 673.

Las pruebas de fraguado inicial se deberán hacer de acuerdo a la norma ICONTEC 890.

- **Almacenamiento**

Los materiales se almacenarán de forma tal que sean accesibles a la inspección.

El cemento se almacenará en un edificio que lo proteja de la intemperie y la humedad. Los sacos se colocarán en pilas sobre pisos que no permitan el humedecimiento del cemento y a una distancia no menor de 30 cm de las paredes. Se deberá retirar primero el cemento que tenga mayor tiempo de almacenado.

No se permitirá la utilización de cemento endurecido o con grumos.

Los agregados se almacenarán sobre plataformas de madera. Los distintos tipos y tamaños de agregados fino y grueso, se deberán almacenar en montones separados.

REQUISITOS DE LA MEZCLA

Las mezclas de concreto deberán diseñarse y el concreto deberá controlarse dentro de los siguientes límites:

- **Contenido de cemento**

El contenido de cemento en la mezcla será de tal forma que el concreto cumpla con las condiciones especificadas en el diseño de la mezcla.

Para cumplir este propósito, el Contratista deberá chequear constantemente el diseño de la mezcla con base en los ensayos.

b. Agua

El contenido total de agua en el concreto no deberá exceder de 54 litros por cada 100 kilos de cemento en la mezcla.

c. Asentamientos

El asentamiento no deberá ser mayor de 10 cm, a menos que el Interventor lo autorice por escrito.

- **Relación de agregados finos al total de agregados**

La relación de agregados finos al total de agregados, con base en los volúmenes de sólidos, deberá ser:

Tamaño agregado grueso	Relación mínima	Relación máxima
13 mm	0.40	0.55
19 mm	0.35	0.50
25 mm	0.30	0.46

- **Fraguado inicial**

El fraguado inicial, determinado según el ensayo de ICONTEC 890, deberá ocurrir 5 ½ “1 horas después de efectuada la mezcla.

- **Aditivos**

La aplicación de los aditivos, en relación con el método y el tiempo de añadirlos, estará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de manera que se cumpla con estas especificaciones.

FORMALETA

La formaleta deberá diseñarse para producir un concreto endurecido que tenga la forma, los alineamientos y las dimensiones que se muestran en los planos. Las formaletas deberán cumplir con la norma ACI 347 y las condiciones adicionales que se dan a continuación:

- **Materiales**

La madera que se use en la construcción de las formaletas para la estructura de concreto será laminada, o deberá ser cepillada o machihembrada del lado de las superficies que hayan de quedar expuestas. Deberá estar exenta de bombeos, abultamientos y nudos flojos, ser sana y de espesor uniforme. La madera sin ser cepillada, de no más de 20 cm de ancho, de bordes sanos y cuadrangulares, podrá usarse para respaldar superficies que no hayan de quedar expuestas al finalizar la obra. No se permitirá el uso de madera de menos de 2.5 cm de espesor nominal, excepto cuando se la use como revestimiento de las formaletas.

El Contratista deberá utilizar formaletas fabricadas con madera laminada, prensada o machihembrada cepillada, para las superficies que quedarán a la vista y superficies proyectadas para trabajar en contacto con agua.

Las formaletas para las superficies a la vista y para las superficies proyectadas para trabajar en contacto con agua, deberán ser colocadas de manera regular y uniforme con la mayor dimensión de los paneles en el sentido vertical y todas las juntas alineadas. La formaleta no

deberá producir superficies cóncavas, convexas o irregulares. La desviación máxima de la superficie plana no deberá exceder de 2 mm por metro.

Formaletas planas de segmentos no mayores de 60 cm podrán usarse para formar superficies curvas de diámetro mayor de 7 m.

La superficie de los sitios en donde se vaya a colocar el concreto sobre gravas o roca partida, que contenga por lo menos un 25% del material que pase por el tamiz No.4, deberá cubrirse, para prevenir que el concreto pierda agua, con una capa de 5 cm de concreto para solados.

Las formaletas se podrán usar por segunda vez, siempre que se las haya limpiado cuidadosamente y no presenten abultamientos ni combaduras y el Contratista se comprometa a no utilizar las formaletas que rechace el Interventor.

- **Diseño**

Las formaletas deberán ser fuertes y ajustadas para prevenir el escape del mortero. Las formaletas deberán ser arriostradas con los tensores para mantenerlas en la posición requerida, para que conserven la forma y los alineamientos durante y después de la colocación del concreto.

La cimbra que se use para soportar las formaletas se deberá apoyar sobre durmientes que se asienten en fundaciones firmes, de manera que no ocurran asentamientos ni deformaciones de las formaletas cuando el concreto se vacíe en ellas.

Las vigas y las losas que se apoyarán en columnas de concreto deberán ser formaleteadas de manera de permitir el retiro de las formaletas de las columnas sin que se disturben los apoyos de las formaletas de dichas vigas o placas.

Cuando las partes superiores de los muros vayan a quedar expuestas a la intemperie, la formaleta de por lo menos uno de los lados no deberá sobresalir de la superficie superior del muro y deberá ser alineada y colocada a la cota indicada. En otros puntos, las formaletas para el concreto de muros se terminarán en pendiente o según contornos establecidos, se deberán colocar según el alineamiento y el nivel o se colocará un listón de madera como guía al nivel apropiado, de manera que la superficie pueda ser terminada con

regla o plantilla. En las juntas de construcción horizontales de los muros, la formaleta de un lado no deberá sobresalir más de 60 cm por encima de la junta.

El diseño de las formaletas deberá ser aprobado por el Interventor antes de construirlas.

- **Separadores y Tensores**

No se permitirá el uso de separadores de concreto o madera para espaciar parrillas de acero de refuerzo entre sí; deberá hacerse con ganchos del mismo refuerzo de tal forma que se soporten las presiones de formaleteado y fundida conservando la separación entre las mismas. Para la separación de las parrillas contra la formaleta para garantizar el recubrimiento mínimo, se podrán utilizar separadores de concreto en forma, dimensiones y calidad aprobadas por el Interventor, únicamente en la cara que no esté en contacto con el agua o quede a la vista.

Para la separación entre formaletas, se deberán utilizar separadores y tensores de extremos removibles, con una parte que quede permanentemente embebida en el concreto y que tenga suficiente fortaleza y rigidez para soportar y mantener la formaleta en la posición y alineamientos adecuados, sin tener que recurrir a separadores auxiliares. Se deberán colocar conos en los extremos de cada tensor para permitir que la porción embebida quede por lo menos a 3 cm de la cara del concreto.

Las partes embebidas de los tensores que no tengan extremos roscados, deberán construirse de manera que se puedan romper fácilmente sin dañar el concreto para remover los extremos.

Todos los bocales deberán ser rectos, de anchura uniforme y cepillados.

d. **Recubrimientos**

Antes de vaciar el concreto en las formaletas, el interior de éstas deberá recubrirse con una capa de compuesto aprobado y que no manche el concreto; este compuesto se deberá aplicar antes de colocar el hierro de refuerzo.

- **Remoción de las formaletas**

Las formaletas no deberán removerse o aflojarse hasta que el concreto haya alcanzado resistencia suficiente para soportar con seguridad todas las cargas vivas o muertas. Los soportes debajo de las vigas y losas deberán dejarse en sitio y reforzarse como sea necesario para soportar el equilibrio de construcción o los materiales que se coloquen sobre las losas. La remoción de las formaletas deberá hacerse con cuidado para evitar desportillar las esquinas o aristas y causar otros daños al concreto.

REFUERZO

El refuerzo deberá ser doblado con exactitud y estar libre de óxido, escamas y sustancias contaminantes que puedan reducir su adherencia. A menos que se muestre en otra forma en los planos, o se especifique, los detalles de doblaje deberán hacerse de acuerdo con las normas 315 y 318 del ACI.

- **Doblado**

Para acomodarse en la forma indicada en los planos, las varillas de acero se doblarán en frío. No se permitirá doblar las varillas salientes del concreto una vez que éste haya sido colocado.

Se entregarán al Contratista instrucciones completas sobre la manera de reforzar todos los elementos de las estructuras según los planos que acompañan estas especificaciones.

- **Colocación**

Todo el acero de refuerzo ha de quedar colocado en su debido sitio sobre soportes de cubos de mortero, de dosificación igual a la del concreto en cuanto a cemento y arena, formaletas u otros elementos y deberá ser asegurado en su sitio con amarres adecuados. No se permitirá soldadura en los puntos de cruce.

El espacio entre el acero y las formaleas se mantendrá mediante amarres, espaciadores y otros soportes que deben ser aprobados por el Interventor. No se permitirá el uso de bloques de madera.

- **Recubrimientos**

El recubrimiento de las varillas de refuerzo deberá ser, para cada parte de la obra, el mostrado en los planos respectivos.

- **Traslapos**

Los traslapos deberán ser hechos de acuerdo con los detalles que se muestran en los planos. Los traslapos que sea necesario hacer en sitios diferentes a los que se muestran en los planos, deberán ser aprobados por el Interventor antes de la ejecución.

La soldadura de refuerzo estará prohibida con excepción de los sitios que se muestran en los planos. Todos los empalmes para los sitios no especificados en los planos deberán tener una longitud no menor de 40 veces el diámetro nominal de las varillas.

MEZCLADO DE CONCRETO

El concreto se preparará en mezcladoras de concreto adecuadas para el tipo de obra y volumen a fundir, garantizando una distribución uniforme de todos los materiales en toda la masa. El Contratista deberá tener en la obra por lo menos otra unidad de suplencia.

Los agregados y el cemento se medirán por peso. El agua se medirá por peso o por volumen e incluirá la humedad superficial y el agua libre contenida en los agregados que entran en la mezcla. El medidor de agua deberá tener una exactitud del 1%. La cantidad de agua requerida para mantener una relación agua-cemento constante, deberá ajustarse frecuentemente a fin de compensar cualquier variación en el contenido de humedad de los agregados.

El concreto se mezclará sólo en las cantidades que se requiera para uso inmediato. No se deberá usar ningún concreto que haya iniciado fraguado o que se haya mezclado con más de 20 minutos de anterioridad.

Después de que todos los materiales estén en el tambor, la carga se deberá mezclar durante un período no menor de 2 ½ minutos a fin de asegurar una mezcla uniforme y homogénea. Antes de colocar los materiales dentro del tambor de la mezcladora, para la carga siguiente, todo el contenido de la mezcla precedente deberá haberse vaciado.

En caso de emergencia, verbigracia, una falla en la mezcladora, se deberá mezclar con la unidad de suplencia suficiente concreto para completar el trabajo que se esté ejecutando hasta una junta de construcción.

No se permitirá la adición de agua a la mezcla una vez que ésta haya salido de la mezcladora.

a. Consistencia

En general, la consistencia de las mezclas de concreto deberá ser adecuada para las condiciones en que se van a colocar. Esta deberá ser tal que:

1. El mortero se adhiera al agregado grueso.
- 2...El concreto sea lo suficientemente fluido, como para que no se segregue al transportarlo.
3. Al sacarlo de la mezcladora, al mortero no se le vea agua libre.
4. Al vaciarlo, el concreto deberá asentarse en su lugar; deberá deslizarse y no fluir cuando se le lleve a su lugar por medio de canaletas que formen un ángulo de 30° con la horizontal.
5. La capa superior del concreto ya fraguado debe tener una película de cemento en la superficie, pero no deberá estar exenta de lechada.

El resultado de la prueba de asentamiento deberá ser uniforme.

COLOCACIÓN

Los límites de cada fundida de concreto deberán ser establecidos por el Contratista y aprobados por el Interventor. Dentro de estos límites el concreto deberá ser colocado en una operación continua y en el caso de muros, no podrá transmitirse vibración a través del acero o la formaleta al concreto colocado en la parte inferior que haya entrado en proceso

de fraguado inicial, de tal forma que se deberán utilizar los métodos, la maquinaria y el personal necesarios para lograr la colocación del concreto en un tiempo máximo de tres horas.

Antes de la colocación del concreto, las formaletas, el refuerzo, los sellos y demás elementos embebidos deberán ser asegurados firmemente en su posición correcta; se deberán retirar todos los desperdicios, agua y salpicaduras de concreto del sitio en donde se colocará el concreto; todo el trabajo deberá ser aceptado por el Interventor antes de que comience la fundida del concreto.

- **Colocación sobre superficies de concreto endurecido**

Las superficies de concreto sobre las cuales se continuará con concreto fresco deberán ser ásperas, limpias y húmedas. El mortero de superficie deberá retirarse para que los agregados queden expuestos.

La superficie endurecida deberá estar limpia de toda sustancia extraña (incluyendo aditivos para el curado), lavada con agua limpia y mantenerse saturada durante un período de 24 horas anteriores a la colocación del concreto fresco.

Los agregados gruesos deberán retirarse de las primeras mezclas de concreto que se coloquen sobre superficies endurecidas en los muros. Este mortero preparado en relación 2:1, deberá cubrir toda el área endurecida y tener una profundidad de 5 cm.

Transporte del concreto

El concreto deberá ser transportado hasta el sitio donde se va a depositar finalmente con los métodos que eviten la segregación o pérdida de los ingredientes. En cuanto fuere posible, se deberá colocar el concreto en su posición final a fin de evitar el manipuleo o hacerlo fluir; no deberá moverse lateralmente dentro de las formaletas a una distancia mayor de 1.5 m.

Colocación del concreto

Todo el concreto se depositará en capas aproximadamente horizontales, continuas, adecuadas para una captación efectiva; sin embargo, la profundidad de una capa no deberá

exceder 60 cm. Cada capa de concreto deberá ser plástica cuando se cubra con la capa siguiente y las formaletas deberán llenarse a una rata vertical no menor de 60 cm por hora.

Compactación

Tan pronto como el concreto haya sido colocado en las formaletas, se lo deberá compactar usando vibradores mecánicos aprobados, aplicados directamente al concreto. Deberá hacerse uso además de varillas y paletas, para compactar el concreto vecino a, o en las esquinas de las formaletas, y el que rodea al acero de refuerzo o los elementos empotrados. Los vibradores mecánicos deberán usarse de manera que se tengan por lo menos 9.000 ciclos por minuto cuando estén sumergidos dentro del concreto. Cada vibrador deberá ser movido por un motor de más de 1.5 HP. El número y tipo de los vibradores deberá ser aprobado por el Interventor.

A fin de garantizar la compactación de cada capa antes de la colocación de la próxima, sin interrupción o demoras en el vaciado, se habrá de tener un número suficiente de vibradores en cada frente de la obra.

Los vibradores se aplicarán al concreto en el punto en donde éste se deposite y en el área del concreto recién depositado. El concreto se colocará a intervalos cortos para evitar el hacerlo fluir demasiado. El vibrador deberá penetrar en la capa colocada inmediatamente anterior a la que se esté colocando, pero sin atravesarla.

Si se notare combadura o asentamiento de las formaletas mientras se está colocando el concreto, la operación de colocación se interrumpirá hasta tanto se haya hecho la debida corrección.

En el colocado del concreto no se permitirá el uso de práctica alguna que tienda a provocar separación o segregación de los materiales, tal como dejar caer el concreto desde alturas mayores de 2.00 metros, sin el uso de una canal cerrada y articulada (Trompa de elefante) u otros medios aprobados.

PIEZAS EMBEBIDAS

Todas las tuberías, codos de ventilación, escalones, anclajes, pernos, placas, entramados, barandales, mojones, sellos, etc., que han de embeberse en el concreto, habrán de asegurarse en forma tal que no se desplacen durante la colocación del concreto.

Tanto la colocación como el suministro de partes embebidas en el concreto, cuyo suministro, colocación o montaje no estén específicamente cotizados en otro ítem, se considerarán como incluidas en el costo del concreto.

JUNTAS

Todas las estructuras que van en contacto con el agua deberán ser, en lo posible, de construcción monolítica.

Las juntas de construcción deberán hacerse en los sitios indicados en los planos, según se especifican aquí o de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

A menos que se especifique diferente, las varillas de refuerzo serán continuas a través de las juntas de construcción.

Todas las juntas de construcción, a menos que los planos lo especifiquen, deberán llevar cinta Pórtland, sellado o de cloruro de polivinilo, especificación ASTM D2240, de ancho 15 cm.

Las juntas de contracción y expansión se construirán en los sitios y de acuerdo con lo que se muestra en los planos.

En donde se indique en los planos se deberá colocar cinta de cloruro de polivinilo, norma ASTM D2240, de ancho 22 cm; en caso contrario, deberán llenarse con material bituminoso.

CONCRETO BAJO AGUA

El concreto no se deberá depositar bajo agua excepto con permiso del Interventor. Para el concreto que se deposite bajo agua deberá ajustarse el diseño para que el asentamiento sea menor de 6" y aumentar la cantidad de cemento en un saco por metro cúbico.

El concreto bajo agua deberá colocarse con bajantes que tengan tolvas en la parte superior. Después de que el concreto haya empezado a moverse, la parte inferior del bajante deberá mantenerse por debajo de la superficie del concreto depositado. Se evitará agitar el concreto depositado.

Cuando sea necesario mover la bajante, deberá levantarse del concreto y bajarse verticalmente en un nuevo sitio. La masa de concreto deberá colocarse tan rápido como sea posible en un sitio sin que sea necesario moverla horizontalmente debajo del agua.

El agua debe estar quieta cuando el concreto se deposite. La velocidad del agua no deberá exceder a 60 cm/min en cualquier dirección dentro del espacio donde se coloque el concreto. Después de colocado, el nivel de agua en el espacio debe conservarse estático hasta que el concreto haya endurecido.

ACABADOS DE SUPERFICIES

El acabado de superficies en concreto para las distintas partes de la obra, deberá cumplir con los requisitos que se dan a continuación:

- **Acabados sin formaleta**

No se requiere dar ningún tratamiento superficial a las superficies de concreto enterradas o permanentemente sumergidas que no forman parte integral de una estructura, excepto las que se requieran para obtener las elevaciones, contornos y superficies libres de lechada. Las superficies sin formaleta, en todas las demás estructuras de concreto, deberán ser regladas y dárseles un terminado inicial con llana, seguido de un segundo tratamiento con llana de madera o metálica donde se requiera.

- **Reglado**

El reglado de concreto debe producir superficies a las elevaciones y contornos establecidos, con todos los agregados completamente embebidos en el mortero. Todas las superficies regladas deberán estar libres de irregularidades con una altura o profundidad que no exceda de 5 mm, medida desde una regla de 3 metros de longitud.

- **Terminado con llana**

Las superficies regladas deberán arreglarse con un terminado con llana de madera tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente para ser trabajado. Cualquier agregado grueso que se mueva con el paso de la llana, o que cause irregularidades en la superficie, deberá retirarse y reemplazarse con mortero. El acabado inicial deberá producir superficies de textura uniforme y buena apariencia.

El acabado inicial deberá ser seguido por un segundo acabado en el momento en que se inicie el fraguado. El segundo acabado deberá producir una superficie de textura y color uniformes. A menos que se especifique acabado adicional al que produzca el segundo paso de la llana, ésta será la superficie terminada.

El acabado puede ser ejecutado por medio de llanas de madera o compactadores mecánicos adecuados.

- **Terminado de superficie con formaleta**

Los salientes y salpicaduras de la superficie deberán quitarse de todas las superficies con formaleta, excepto las superficies exteriores que estarán en contacto con los rellenos en tierra. Se utilizará un pulidor eléctrico, si es necesario, para retirar los salientes y producir una superficie lisa.

e. Huecos de los tensores

Los huecos dejados en las superficies por los tensores de la formaleta al ser removidos sus extremos, deberán ser limpiados, humedecidos y rellenados con mortero. Este mortero deberá ser terminado liso y su textura igual a la del concreto adyacente.

- **Acabados con mortero**

El acabado con mortero deberá hacerse de acuerdo a la norma ACI 301 Capítulo 10, del párrafo correspondiente a terminados con mortero.

No debe dar como resultado el que se pañete toda la superficie, pero debe producir un acabado suave, libre de marcas, vacío y polvo de cemento. Este acabado sólo se utilizará en superficies que no vayan a tener contacto permanente con el agua.

- **Aristas**

A menos que se especifique que sean chaflanadas, todas las aristas expuestas de las superficies que se acaben con llana o palustre mecánicos, deberán terminarse con una herramienta que tenga una esquina con radio de 6 mm.

- **Protección del acabado**

El Contratista tomará todas las precauciones necesarias para proteger las superficies terminadas de manchas o daños. No se permite hacer fuego cerca del concreto en ningún momento. Las superficies o bordes de concreto que puedan dañarse durante la construcción, se protegerán debidamente dejando la formaleta sin retirar o colocando una protección aprobada por el Interventor.

Donde lo ordene el Interventor, el Contratista deberá cubrir con aserrín o tablas las superficies de concreto por el tiempo que el Interventor considere necesario.

CURADO

El concreto deberá protegerse de pérdidas de humedad por lo menos 7 días después de colocado; todas las superficies de concreto se protegerán de la lluvia fuerte, el agua corriente y de los elementos mecánicos que puedan hacer daño.

El curado de concreto deberá hacerse por métodos que conserven las superficies de concreto durante un período especificado.

- **Curado con agua**

Las superficies del concreto deberán ser saturadas con agua tan pronto como sea posible, después del fraguado inicial del concreto. La rata de aplicación del agua deberá regularse para dar un cubrimiento completo a la superficie con una escorrentía mínima.

Cuando se dejen las formaletas en su sitio para el curado, se mantendrán húmedas todo el tiempo para evitar la abertura de sus juntas y el secado del concreto. El agua del curado debe ser limpia y debe cumplir las mismas condiciones que el agua con que se prepara el concreto.

- **Curado de compuestos**

Será obligado para el curado del concreto el uso un de líquido que forme una película retenedora de agua que cumpla la norma ASTM C-309. Su aplicación estará de acuerdo con las recomendaciones de la casa productora.

TOLERANCIAS

Las obras que excedan las tolerancias especificadas a continuación deberán ser reparadas o demolidas por cuenta del Contratista si el Interventor lo ordena:

1. Dimensiones de columnas, vigas, placas y partes de las estructuras hidráulicas que vayan a estar en contacto con el agua:
 - Por defecto, 5 mm
 - Por exceso, 10 mm
2. Otras dimensiones de estructuras no cubiertas en el punto anterior, en la planta:
 - Por defecto, 10 mm
 - Por exceso, 10 mm
3. Desviaciones en la vertical o en las inclinaciones indicadas en los planos:
 - En 5 m, 10 mm
 - En 10 m, 15 mm
4. Desviaciones en cotas y pendientes de vigas y losas:
 - Visibles:
 - En 3 m, 10 mm
 - En 10 m o más, 20 mm
 - Enterradas:
 - El doble de la anterior
5. Variación en el recubrimiento de la armadura: 5 mm.

6. Variaciones en los espaciamientos de las varillas: 15 mm.

REPARACIONES DEL CONCRETO

Las reparaciones de las superficies de concreto deberán hacerse únicamente con el personal experto en este tipo de trabajo, y bajo la vigilancia del Interventor.

El Contratista deberá corregir, a su costa, todas las imperfecciones que se encuentren para que las superficies de concreto se conformen con todos los requisitos exigidos por estas especificaciones.

a. Superficies que no vayan a estar en contacto con el agua

En donde el concreto haya sufrido daños o defectos, las superficies de concreto deberán picarse hasta retirar totalmente el concreto imperfecto, o hasta donde el Interventor lo indique y rellenarse con concreto o con mortero de consistencia seca hasta las líneas requeridas.

- Superficies que vayan a estar en contacto con el agua

Para las reparaciones de superficies que vayan a estar en contacto permanente con el agua corriente, será obligado el uso de mortero epóxico como Sikadur 41, mortero de SIKA o similar. La colocación de tales morteros se hará de acuerdo con las recomendaciones de la casa fabricante.

CLASES DE CONCRETO

Se consideran 9 clases de concreto, de las características enumeradas a continuación:

1. Concreto Clase 1

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 350 Kg/cm² (5.000 psi).

2. Concreto Clase 2

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 315 Kg/cm² (4.500 psi).

3. Concreto Clase 3

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 281 Kg/cm² (4.000 psi).

4. Concreto Clase 4

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 245 Kg/cm² (3.500 psi).

5. Concreto Clase 5

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 210 Kg/cm² (3.000 psi).

6. Concreto Clase 6

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 175 Kg/cm² (2.500 psi).

7. Concreto Clase 7

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 140 Kg/cm² (2.000 psi).

8. Concreto Ciclópeo

Consiste en una concreta clase 6, adicionado con piedras sanas, limpias, resistentes y durables hasta por un volumen igual al 35% del volumen del concreto ciclópeo. Cada piedra deberá quedar rodeada de una capa de concreto con un espesor mínimo de 5 cm.

- **Concreto Pobre en Solados**

Consiste en un concreto de bajo contenido de cemento, mezclado en las proporciones 1:5:5, aproximadamente, el cual se colocará con el objeto de emparejar las superficies sobre las cuales se van a cimentar las estructuras. La extensión y el espesor de los solados serán los indicados en los planos o los que el Interventor prescriba.

El solado reposa sobre un piso sólido y en lo posible no alterado. No se aceptará ningún relleno como base para los cimientos, a menos que el Interventor lo autorice expresamente, o se especifique en los planos.

MEDIDA

El concreto se medirá para el pago según los volúmenes obtenidos a partir de los contornos netos de las estructuras mostrados en los planos y que hayan sido construidas en un todo de acuerdo con estas especificaciones y lo prescrito por el Interventor.

Del volumen medido no se deducirán los orificios de drenaje o desagüe para alivio de subpresión, pasamuros de diámetro inferior a 10", los pernos de anclaje, ni el volumen ocupado por el acero de refuerzo y los sellos.

UNIDAD

M3

PAGO

El pago del concreto se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato.

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales para la mezcla del concreto y para sellos; por toda la planta, equipo, herramientas y mano de obra, por todos los transportes, dentro y fuera de la obra; por la administración, la utilidad y por todos los demás costos necesarios para construir la estructura de concreto a satisfacción del Interventor.

Deberá incluirse también el costo de los aditivos necesarios y de las muestras y ensayos de laboratorio que la Interventoría ordene sobre los materiales que el Contratista se proponga utilizar.

Si los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días no están de acuerdo con la norma 4.8.4.1 del ACI 318-77, el Interventor procederá a efectuar un análisis de los ensayos a los 56 días con base en los coeficientes de resistencia.

Si en estos ensayos continúa la discordancia con la norma mencionada, se efectuarán ensayos de núcleo (coredrill) de acuerdo con la norma 4.8.4.2. del ACI 318 – 77.

Los resultados de tales pruebas deberían concordar con lo exigido por la norma 4.8.4.4. del ACI 318 – 77; en caso contrario, se ordenará la demolición de la estructura.

Los costos de las pruebas de control de calidad sobre concretos que hayan sido rechazados con prueba de control preliminar, según por cuenta del Contratista.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

El cemento que se utilizara en todas las obras deberá almacenarse en sitios secos, protegidos de la intemperie y adquisición, donde no genere polvo o material particulado contaminante, el concreto almacenado por más de 2 meses no podrá emplearse, ningún material contaminado podrá emplearse en la preparación del concreto debe estar con su respectiva señalización.

El agua deberá provenir de una fuente legalmente establecida, evitando vertidos sobre el terreno, ya que puede generar mayores procesos erosivos en la zona de trabajo.

Todos los residuos generados por las labores de esta actividad, serán dispuestos en un botadero y/o escombrera. Aquellos que se puedan reutilizar o emplearlos en otra parte de la obra deberá almacenarlos para que no haya dispersión al aire ni sobre el terreno para hacer después su disposición en donde se recomiende.

Cuando se requiera adelantar la mezcla de concreto en el sitio de la obra, esta debe realizarse sobre una plataforma metálica de tal forma que el lugar permanezca en óptimas condiciones, controlando las emisiones contaminantes y el ruido.

Se deben evitar los recorridos muy largos en el transporte de la mezcla para evitar la segregación.

Para la ubicación diaria de material (concreto) en espacio público, estos se deberán ubicar en sitios donde no interfiera con el tránsito peatonal o vehicular. El concreto ubicado fuera

del área de obra deberán estar demarcados y acordonados de tal forma que se genere cerramiento de los mismos con malla sintética o cinta reflectiva.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

3.8. LLENADO DE INYECCIÓN CON LECHADA CEMENTICIA PARA ANCLAJES

GENERALIDADES

La lechada consistirá en una mezcla de cemento Pórtland, agua y algunas veces de ser necesario agregado fino combinados en las proporciones aprobadas por el Interventor. La lechada de Inyección deberá ser hecha con los materiales, colocado y terminado en la forma y con la consistencia que estipulan estas especificaciones.

MATERIALES

Las especificaciones de los materiales para el concreto son las siguientes:

Cemento

El cemento para todos los concretos debe ser cemento Pórtland de la marca aprobada por el Interventor y que cumpla con las normas ICONTEC 30, 121 y 321 para el Tipo I cuando no se especifique otro tipo en planos. Cemento de la misma marca pero que provenga de diferentes fábricas no se mezclará a menos que el Interventor lo permita.

Agregado fino

El agregado fino consistirá en arena natural que cumpla con la norma ICONTEC 174. Arena artificial o fabricada no se aceptará.

El contenido de materia orgánica se ensayará y analizará de acuerdo con la norma ICONTEC 127.

El agregado fino para la lechada no podrá contener arcilla, limo u otras sustancias extrañas.

La granulometría de la arena natural, según los análisis de tamices, deberá conformarse a los requisitos de la norma ICONTEC 174.

El módulo de finura estará entre 2.3 y 3.1 de acuerdo a la norma ICONTEC 174.

El agregado fino deberá tener no menos del 100% de la resistencia a la tensión y a la compresión obtenidas con morteros de las mismas proporciones y consistencia, fabricados

con el mismo cemento y arena estándar de Ottawa, resistencia medida según el ensayo de resistencia de mortero ejecutado según la norma ICONTEC 579.

Si el Interventor considera que la calidad del agregado fino de una fuente dada puede mantener las calidades especificadas antes, el material podrá aceptarse con base únicamente en los resultados de las granulometrías.

Agua

El agua que se utilice en la fabricación de concreto o mortero, como también en el proceso de curado, debe decirse a la norma ACI 318-77 numeral 3.4.

Toda agua que se utilice en la fabricación de concreto deberá ser aprobada por el Interventor antes de utilizarla.

TRABAJOS PRELIMINARES

La fuente y calidad de los materiales para la lechada de Inyección y las proporciones en que se mezclarán para el trabajo deberán presentarse al Interventor para su revisión antes de iniciar cualquier obra de concreto.

Se deben presentar informes certificados de un laboratorio independiente para los materiales y el diseño de la mezcla.

La revisión de estos informes será la base para la aceptación general solamente; Esto no exonera al Contratista del cumplimiento continuado de los requisitos estipulados en las presentes especificaciones.

Diseño de Mezcla

Con los materiales para la lechada de Inyección, aceptados por el Interventor, el Contratista diseñará una mezcla tentativa, la cual se ensayará para cada consistencia que se desee para obtener y usar en la obra.

El informe para cada mezcla tentativa deberá contener los siguientes datos:

- ❖ Esfuerzo de compresión basado en las pruebas a los 7, 28 y 56 días.
- ❖ Asentamiento sobre el cual se basó el diseño.

- ❖ Tiempo de fraguado inicial.
- ❖ Relación agua-cemento.
- ❖ Marca, tipo, composición y cantidad de cemento.

REQUISITOS DE LA MEZCLA

Las mezclas de lechada e inyección deberán diseñarse y el concreto deberá controlarse dentro de los siguientes límites:

Contenido de cemento

El contenido de cemento en la mezcla será de tal forma que el concreto cumpla con las condiciones especificadas en el diseño de la mezcla.

Para cumplir este propósito, el Contratista deberá chequear constantemente el diseño de la mezcla con base en los ensayos.

Agua

El contenido total de agua en el concreto no deberá exceder la relación A/C de 0.5 para mezcla.

Aditivos

La aplicación de los aditivos, en relación con el método y el tiempo de añadirlos, estará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de manera que se cumpla con estas especificaciones.

EJECUCIÓN

Comúnmente los anclajes se son fijados utilizando una mezcla de cemento y agua denominada lechada. La mezcla generalmente consiste en cemento sin contracción y agua en una relación A/C varía de 0.40 a 0.55 (Sabatini y otros, 1999) con cemento Tipo I y de la cual se obtienen resistencias hasta de 21 Mpa.

Esta relación produce una lechada que puede ser bombeada fácilmente por el orificio del perno y al mismo tiempo producir una resistencia alta, con un mínimo de exudación de agua de la mezcla. Esta mezcla puede obtener una resistencia a la compresión de 3000 psi.

El uso aditivos o arena dependerá exclusivamente del comportamiento del llenado en relación con la geología del terreno dado que en algún momento se pueden aumentar los consumos proyectados para cada anclaje de perforación por perdidas internas debido a las trazas geológicas internas y que deberán ser selladas sin afectar el consumo promedio calculado.

La inyección debe realizarse lo más rápido posible después de colocado el anclaje dentro de la perforación. El procedimiento de inyección debe garantizar que no quede aire o agua dentro de la zona inyectada. La inyección debe colocarse en forma lenta y permanente y debe continuar hasta la terminación del trabajo, que es el momento en el cual ha salido mezcla continua por el extremo libre o salida de la perforación.

Posterior a esta inyección después de al menos 7 días de fraguado se debe generar una nueva inyección por el tubo de PVC de 1" de diámetro dejado en el armado del anclaje de refuerzo, a una presión suficiente para generar el bulbo de anclaje parte fundamental de la estabilidad del anclaje a la hora del tensionamiento. La lechada saldrá a presión por los orificios previamente realizados en el armado del anclaje y sellados con un recorte de neopreno o neumático que no permite que en el llenado de la lechada este pase hacia el interior del tubo.

MEDIDA

La lechada de Inyección se medirá para el pago según los volúmenes obtenidos de acuerdo con estas especificaciones, se debe tener en cuenta que este valor depende de condiciones variables como no previsibles dado que son propias de la estructura interna de la masa.

La unidad de medida será el metro cúbico aproximado a dos decimales.

UNIDAD

M3

PAGO

El pago la lechada de Inyección se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato, para los siguientes conceptos de trabajo:

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales para la mezcla del concreto y para sellos; por toda la planta, equipo, herramientas y mano de obra, por todos los transportes, dentro y fuera de la obra; por la administración, la utilidad y por todos los demás costos necesarios para construir la estructura de concreto a satisfacción del Interventor.

Deberá incluirse también el costo de los aditivos necesarios y de las muestras y ensayos de laboratorio que la Interventoría ordene sobre los materiales que el Contratista se proponga utilizar.

Los costos de las pruebas de control de calidad sobre concretos que hayan sido rechazados con prueba de control preliminar, corren por cuenta del Contratista.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

El cemento que se utilizara en todas las obras deberá almacenarse en sitios secos, protegidos de la intemperie y adquisición, donde no genere polvo o material particulado contaminante, el concreto almacenado por más de 2 meses no podrá emplearse, ningún material contaminado podrá emplearse en la preparación del concreto debe estar con su respectiva señalización.

El agua deberá provenir de una fuente legalmente establecida, evitando vertidos sobre el terreno, ya que puede generar mayores procesos erosivos en la zona de trabajo.

Todos los residuos generados por las labores de esta actividad, serán dispuestos en un botadero y/o escombrera. Aquellos que se puedan reutilizar o emplearlos en otra parte de la

obra deberá almacenarlos para que no haya dispersión al aire ni sobre el terreno para hacer después su disposición en donde se recomiende.

Cuando se requiera adelantar la mezcla de concreto en el sitio de la obra, esta debe realizarse sobre una plataforma metálica de tal forma que el lugar permanezca en óptimas condiciones, controlando las emisiones contaminantes y el ruido.

Se deben evitar los recorridos muy largos en el transporte de la mezcla para evitar la segregación.

Para la ubicación diaria de material (concreto) en espacio público, estos se deberán ubicar en sitios donde no interfiera con el tránsito peatonal o vehicular. El concreto ubicado fuera del área de obra deberán estar demarcados y acordonados de tal forma que se genere cerramiento de los mismos con malla sintética o cinta reflectiva.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

3.9. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CONCRETO DE 2000 PSI PARA SOLADO E=10CM

GENERALIDADES

Se refiere a la construcción de una capa de concreto solado de 10 cm de espesor, que servirá como asilamiento entre el terreno natural y la estructura de muro en gaviones.

Consiste en un concreto de bajo contenido de cemento, mezclado en las proporciones 1:5:5, aproximadamente, el cual se colocará con el objeto de emparejar las superficies sobre las cuales se van a cimentar las estructuras.

El solado reposa sobre un piso sólido y en lo posible no alterado. No se aceptará ningún relleno como base para los cimientos, a menos que el Interventor lo autorice expresamente, o se especifique en los planos.

Si los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días no están de acuerdo con la norma 4.8.4.1 del ACI 318-77, el Interventor procederá a efectuar un análisis de los ensayos a los 56 días con base en los coeficientes de resistencia.

Si en estos ensayos continúa la discordancia con la norma mencionada, se efectuarán ensayos de núcleo (coredrill) de acuerdo con la norma 4.8.4.2. del ACI 318 – 77. Los resultados de tales pruebas deberían concordar con lo exigido por la norma 4.8.4.4. del ACI 318 – 77; en caso contrario, se ordenará la demolición de la estructura.

Los costos de las pruebas de control de calidad sobre concretos que hayan sido rechazados con prueba de control preliminar, serán por cuenta del Contratista

MEDIDA

El concreto se medirá para el pago según los volúmenes obtenidos a partir de los contornos netos de las estructuras mostrados en los planos y que hayan sido construidas en un todo de acuerdo con estas especificaciones y lo prescrito por el Interventor.

La unidad de medida será el metro cuadrado aproximado a dos decimales.

UNIDAD

M2

PAGO

El pago del concreto se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato.

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales para la mezcla del concreto y para sellos; por toda la planta, equipo, herramientas y mano de obra, por todos los transportes, dentro y fuera de la obra; por la administración, la utilidad y por todos los demás costos necesarios para construir la estructura de concreto a satisfacción del Interventor.

Deberá incluirse también el costo de los aditivos necesarios y de las muestras y ensayos de laboratorio que la Interventoría ordene sobre los materiales que el Contratista se proponga utilizar. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato. Los costos de las pruebas de control de calidad sobre concretos que hayan sido rechazados con prueba de control preliminar, corren por cuenta del Contratista.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

El cemento que se utilizara en todas las obras deberá almacenarse en sitios secos, protegidos de la intemperie y adquisición, donde no genere polvo o material particulado contaminante, el concreto almacenado por más de 2 meses no podrá emplearse, ningún material contaminado podrá emplearse en la preparación del concreto debe estar con su respectiva señalización.

El agua deberá provenir de una fuente legalmente establecida, evitando vertidos sobre el terreno, ya que puede generar mayores procesos erosivos en la zona de trabajo.

Todos los residuos generados por las labores de esta actividad, serán dispuestos en un botadero y/o escombrera. Aquellos que se puedan reutilizar o emplearlos en otra parte de la obra deberá almacenarlos para que no haya dispersión al aire ni sobre el terreno para hacer después su disposición en donde se recomiende.

Cuando se requiera adelantar la mezcla de concreto en el sitio de la obra, esta debe realizarse sobre una plataforma metálica de tal forma que el lugar permanezca en óptimas condiciones, controlando las emisiones contaminantes y el ruido.

Se deben evitar los recorridos muy largos en el transporte de la mezcla para evitar la segregación.

Para la ubicación diaria de material (concreto) en espacio público, estos se deberán ubicar en sitios donde no interfiera con el tránsito peatonal o vehicular. El concreto ubicado fuera del área de obra deberán estar demarcados y acordonados de tal forma que se genere cerramiento de los mismos con malla sintética o cinta reflectiva.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

4. SECCIÓN CUARTA

ACEROS

4.1. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN ACERO DE REFUERZO FY 4200 KG / CM2

GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación consiste en el suministro del acero y la ejecución de las operaciones de corte, doblado, amarre y colocación de las varillas de refuerzo en las estructuras de concreto.

MATERIAL

Se aceptará el acero de refuerzo liso fabricado por Paz del Río tipo A-37 o similar, en aquellas estructuras donde el valor fy especificado sea igual a 2590 kg/cm². Se aceptará el acero de refuerzo corrugado fabricado por Paz del Río tipos PDR 40 y PDR 60 o similares, en aquellas estructuras donde el fy especificado sea igual a 2800 kg/cm² y 4200 kg/cm², respectivamente. Se aceptará malla electrosoldada de alambre galvanizado, en las estructuras que se especifique, de acuerdo con los detalles incluidos en los planos.

DOBLADO

Las varillas de acero se doblarán en frío para acomodarse a las formas indicadas en los planos. No se permitirá doblar las varillas salientes del concreto una vez que este haya sido colocado.

EJECUCIÓN

El acero de refuerzo, al colocarlo en la estructura, ha de estar libre de mugre, escamas, exceso de óxido, polvo, pintura, aceite u otra materia extraña.

Todo el acero de refuerzo ha de quedar colocado en su debido sitio y durante el vaciado del concreto se le mantendrá firmemente en las posiciones indicadas en los planos.

El espacio entre acero y formaletas se mantendrá mediante soportes, bloques, amarres o pórtland aprobados por la Interventoría. Los bloques que evitan el contacto del acero con la formaleta deberán ser de mortero cuya dosificación será igual a la del concreto que se está fundiendo en cuanto a cemento y arena, de formas y dimensiones aprobadas por la Interventoría. Su colocación no será permitida en la cara que estará en contacto con el agua o quede a la vista, de tal forma que el ajuste de las parrillas del refuerzo se hará mediante amarres entre la formaleta, bloques, acero de refuerzo y ganchos espaciadores en la cara contraria.

Las hiladas o parrillas se separarán con ganchos del mismo refuerzo que soporten el trabajo de la formaleteada y fundida del concreto. Los bloques que se utilicen serán lo suficientemente cortos como para permitir que sus extremos se cubran de concreto.

No se permitirá el uso de guijarros, trozos de piedra o ladrillo, tubería metálica o bloques de madera.

Antes de empezar el vaciado del concreto, todo el acero de refuerzo de cualquier sección deberá estar en su sitio y haber sido inspeccionado y aprobado por el Interventor.

Todos los empalmes deberán tener una longitud no menor de 40 veces el diámetro nominal de las varillas y deberán estar bien distribuidos y situados en puntos de esfuerzo tensorial bajo.

Los empalmes de varillas de diámetro superior a $\frac{3}{4}$ " podrán ser soldados con doble cordón en una longitud no menor de 25 cm, con la aprobación del Interventor.

El recubrimiento para el refuerzo deberá hacerse como se indica en los planos; en donde no se

especifica se hará como sigue:

Cuando el concreto queda a la intemperie o permanentemente sumergido, o en contacto con tierra, pero colocado con formaletas, no deberá ser menor de 8 cm.

En muros que no están colocados en contacto con tierra, pero colocados con formaletas, no deberá ser menor de 5 cm.

MEDIDA

La medida se hará por unidad (Kg) de acero instalado de acuerdo al diseño especificado y que cumpla con la calidad y validación para la Interventoría.

UNIDAD

Kg

PAGO

El pago del Acero de Refuerzo se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

Almacenar adecuadamente el acero en pilas u otros sistemas, protegidos de la intemperie para evitar residuos líquidos al ser mojados por la lluvia y por ende contaminación en el suelo y también para no alterar la movilidad de las demás actividades de la obra con su respectiva señalización.

Los escombros de esta actividad (retal de hierro) deben ser recogidos inmediatamente sea generado para evitar una contaminación en el suelo o un accidente de cualquier trabajador.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

4.2. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ANCLAJES

4.2.2. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ANCLAJES, 3 CABLES D =1/2" DE LONGITUD= 20M

GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación consiste en el suministro de la guaya torón o cables para la construcción de anclajes en las dimensiones especificadas y la posición indicada en los planos.

MATERIAL

Cada cable está compuesto de una guaya o torón Baja relajación Grado 270 o similar Cable 7 hilos desnudo CP 190 RB 12,70 mm, cada anclaje debe contener en número de torones indicado en el diseño de la obra geotécnica, para este componente deben contar con una longitud de 20 metros cada uno.

EJECUCIÓN

Con la perforación terminada se procede a la instalación del anclaje de refuerzo que consiste en un armazón de 3 o más torones en longitud igual más 1 metro de la perforación, el metro adicional se establece con el fin de poder dejar la longitud necesaria para que pueda realizarse

el tensionamiento.

El anclaje debe ser introducido inmediatamente es terminada la perforación por lo tanto estos serán armados y estarán disponibles en relación al rendimiento de la perforación, no es recomendable que pasen más de 48 horas después de realizada la perforación debido a que las estabilidades de las paredes se puedan ver afectadas durante ese lapso de tiempo.

MEDIDA

La medida se hará por unidad (Und) de anclaje instalado a la profundidad especificada o a la ordenada por la Interventoría.

UNIDAD

UND

PAGO

El anclaje compuesto por los 3 cables de $D=1/2''$ se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

Almacenar adecuadamente el acero en pilas u otros sistemas, protegidos de la intemperie para evitar residuos líquidos al ser mojados por la lluvia y por ende contaminación en el suelo y también para no alterar la movilidad de las demás actividades de la obra con su respectiva señalización.

Los residuos que se puedan generar de esta actividad (retal de hierro) deben ser recogidos inmediatamente sea generado para evitar una contaminación en el suelo o un accidente de cualquier trabajador.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

4.3. TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES

GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación consiste en el proceso por el cual se le coloca una carga determinada de tensión a cada uno de los cables, guayas o torones que componen el anclaje.

EJECUCIÓN

Durante el último paso del proceso de Estabilización y después de haber obtenido los resultados de las resistencias de los concretos, se procede a realizar el tensionamiento usando una unidad hidráulica eléctrica y un gato tensor Monotoron, la unidad hidráulica cuenta con el manómetro de control de la tensión que estará supervisada en todo momento por el Interventor si esta así los solicite. Cada anclaje deberá tensionarse a la carga de diseño y en porcentaje de acuerdo al mismo. Los anclajes para este tipo de pantallas son definitivos es decir no se realiza tensionamiento con el tiempo por lo cual se llevará a una carga de tensión 100% de la carga de diseño de cada uno.

MEDIDA

La medida se hará por unidad (Und) de anclaje tensionado a la carga de diseño especificada y que cumpla con soportar la misma.

UNIDAD

UND

PAGO

El pago del tensionamiento se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

Almacenar adecuadamente el acero en pilas u otros sistemas, protegidos de la intemperie para evitar residuos líquidos al ser mojados por la lluvia y por ende contaminación en el suelo y también para no alterar la movilidad de las demás actividades de la obra con su respectiva señalización.

Los residuos que se puedan generar de esta actividad (retal de hierro) deben ser recogidos inmediatamente sea generado para evitar una contaminación en el suelo o un accidente de cualquier trabajador.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

4.5. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLATINA DE 200MMX200MMX12MM CON TRES AGUJEROS

GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación consiste en el suministro del Platinas en acero en las dimensiones especificadas y la posición indicada en los planos como complemento al sistema para el proceso de tensionamiento.

MATERIAL

Lamina HR (Hot Rolled) ½” de dimensión 0.20*0.2 m, de acuerdo con los detalles incluidos en los planos.

EJECUCIÓN

La lamina HR ha de estar libre de mugre, escamas, exceso de oxido, polvo, pintura, aceite u otra materia extraña. Las mismas serán colocadas como primer paso de los elementos

misceláneos metálicos como superficie de distribución de carga para el proceso de tensionamiento, ira una por cada anclaje previamente instalado sobre la pantalla.

MEDIDA

La medida se hará por unidad (Und) de Platina instalada de acuerdo a los proyectos y planos u ordenada por la Interventoría.

UNIDAD

UND

PAGO

El pago del concreto se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

Almacenar adecuadamente el acero en pilas u otros sistemas, protegidos de la intemperie para evitar residuos líquidos al ser mojados por la lluvia y por ende contaminación en el suelo y también para no alterar la movilidad de las demás actividades de la obra con su respectiva señalización.

Los residuos que se puedan generar de esta actividad (retal de hierro) deben ser recogidos inmediatamente sea generado para evitar una contaminación en el suelo o un accidente de cualquier trabajador.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

4.6. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE POPORA DE 3 AGUJEROS CÓNICOS PARA CUÑA DE 1/2"

GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación consiste en el suministro del Poporas o Portacuñas en acero en las dimensiones especificadas y la posición indicada en los planos como complemento al sistema para el proceso de tensionamiento.

MATERIAL

Pieza en acero 12L14 o similar de forma circular con 3 agujeros cónicos para la instalación de cuñas de 1/2" en cada uno de ellos, de acuerdo con los detalles incluidos en los planos.

EJECUCIÓN

La Popora o Portacuñas ha de estar libre de mugre, escamas, exceso de oxido, polvo, pintura, aceite u otra materia extraña. Las mismas serán colocadas como segundo paso de los elementos misceláneos metálicos encima de la platina metálica e introduciendo en la misma los 3 torones que constituyen el anclaje, ira una por cada anclaje previamente instalado sobre la pantalla.

MEDIDA

La medida se hará por unidad (Und) de Popora o Portacuñas instalado de acuerdo a los proyectos y planos u ordenada por la Interventoría.

UNIDAD

UND

PAGO

El pago del concreto se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

Almacenar adecuadamente el acero en pilas u otros sistemas, protegidos de la intemperie para evitar residuos líquidos al ser mojados por la lluvia y por ende contaminación en el suelo y también para no alterar la movilidad de las demás actividades de la obra con su respectiva señalización.

Los residuos que se puedan generar de esta actividad (retal de hierro) deben ser recogidos inmediatamente sea generado para evitar una contaminación en el suelo o un accidente de cualquier trabajador.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

4.7. SUMINISTRO E INSTALACIÓN CUÑA DE 1/2"

GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación consiste en el suministro de cuñas de ½ cónicas en acero en las dimensiones especificadas y la posición indicada en los planos como complemento al sistema para el proceso de tensionamiento.

MATERIAL

Pieza en acero 12L14 o similar de forma cónica ranurada en sus caras internas y cara partida para ser instaladas en los 3 agujeros cónicos de la Popora o Portacuñas, de acuerdo con los detalles incluidos en los planos.

EJECUCIÓN

Las cuñas ha de estar libre de mugre, escamas, exceso de oxido, polvo, pintura, aceite u otra materia extraña. Las mismas serán colocadas como el último de los elementos

misceláneos metálicos introduciendo en la misma los 3 torones que constituyen el anclaje y su función será no permitir que el anclaje retorne de regreso después del tensionamiento, ira una por cada torón previamente instalado sobre la pantalla.

MEDIDA

La medida se hará por unidad (Und) de 3 Portacuñas Instaladas, 1 en cada torón de acuerdo a los proyectos y planos u ordenada por la Interventoría.

UNIDAD

UND

PAGO

El pago del concreto se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

Almacenar adecuadamente el acero en pilas u otros sistemas, protegidos de la intemperie para evitar residuos líquidos al ser mojados por la lluvia y por ende contaminación en el suelo y también para no alterar la movilidad de las demás actividades de la obra con su respectiva señalización.

Los residuos que se puedan generar de esta actividad (retal de hierro) deben ser recogidos inmediatamente sea generado para evitar una contaminación en el suelo o un accidente de cualquier trabajador.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

5. SECCIÓN QUINTA

PERFORACIONES HORIZONTALES

5.2. EJECUCIÓN DE PERFORACIONES HORIZONTALES EN TALUDES CON PENDIENTES MAYORES A 1:1 CON EQUIPO DE PERFORACIÓN DESCOLGADO PARA ANCLAJES DE 0.00 A 15.00 M

GENERALIDADES

En esta sección se especifican los aspectos técnicos que se deben cumplir en la ejecución de perforaciones horizontales para la colocación de anclajes y para la construcción de drenes de penetración.

La perforación será subhorizontal o inclinada, de acuerdo con lo especificado en los planos o lo indicado por la Interventoría.

EJECUCIÓN

Las perforaciones horizontales se realizarán con equipo de sondeo a rotación o rotoperCUSión en diámetro no inferior a 3 pulgadas, colocando tubería de revestimiento.

Para la instalación del equipo de perforación, el Contratista deberá construir los carreteables y terrazas que requiera y efectuará los trabajos para la adecuación del sitio, de tal forma, que el equipo quede en condiciones seguras para perforar a la cota y con la inclinación definidas en los planos, u ordenadas por el Interventor.

El Contratista deberá llevar un registro de perforación que indique los eventos ocurridos dentro del proceso y la descripción de los materiales encontrados.

Las perforaciones deben realizarse con agua y colocando tubería de revestimiento. No se acepta la utilización de lodos (bentonita, por ejemplo).

Una vez terminada cada perforación a la profundidad de diseño, o a la indicada por la Interventoría, el Contratista deberá informar al Interventor para que éste autorice la instalación del anclaje o de la tubería sanitaria PVC, según sea el caso.

El manejo del agua de perforación debe hacerse, provisionalmente, por medio de mangueras, canaletas, o cualquier otro sistema aprobado por la Interventoría, de tal manera que se entregue adecuadamente a algún sistema de alcantarillado pluvial o combinado existente, o a la conducción de algún sistema de filtros existente. No se permitirá entregar, por ningún motivo, a un filtro existente.

Debe evitarse el encharcamiento o humedecimiento excesivo, tanto en el sitio de perforación como en las zonas aledañas.

Si se trata de drenes de penetración, su conexión definitiva a los sistemas existentes se hará de acuerdo con lo especificado en los planos y/o lo ordenado por la Interventoría. Por ningún motivo, se permitirán descargas incontroladas que puedan afectar otras partes de la obra. El pago de estas conexiones se hará de acuerdo con los precios unitarios consignados por el Contratista en su propuesta, para los ítems correspondientes.

Una vez terminada la perforación y trasladado el equipo, el Contratista deberá arreglar el sitio de perforación y realizar las reparaciones que sean ordenadas por la Interventoría.

MEDIDA

La medida se hará por perforación terminada a la profundidad especificada o a la ordenada por la Interventoría. La unidad de medida será el metro lineal con aproximación a dos decimales.

UNIDAD

ML

PAGO

El ítem único de pago será el del metro lineal de perforación, independientemente del material o características del suelo o roca que aparezcan.

Todo el costo de los trabajos especificados en esta sección, deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados por el Contratista en su propuesta para:

Concepto	Unidad de medida
Perforaciones horizontales	
Perforaciones horizontales en taludes con pendientes mayores a 1:1 con equipo de perforación descolgado para anclajes de 0.00 a 15.00 m	ML

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro de todos los materiales; por el suministro de agua; por toda la planta, celaduría, equipo, energía eléctrica, herramientas y mano de obra; por todos los transportes dentro y fuera de la obra; por el manejo de aguas durante la perforación; por la construcción de carreteables de acceso, terrazas y adecuación del sitio para la instalación del equipo; por la adecuación final del sitio de perforación; por la administración, la utilidad y por todos los demás costos necesarios para la ejecución de perforaciones horizontales, de acuerdo con los planos y estas especificaciones.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

El manejo del agua de perforación debe hacerse, provisionalmente, por medio de mangueras, canaletas o cualquier otro sistema aprobado por la interventoría, de tal manera que se entregue adecuadamente algún sistema de alcantarillado pluvial o a la conducción de algún sistema de filtros existentes.

Debe evitarse el encharcamiento o humedecimiento excesivo, tanto en sitio de perforación como en zonas aledañas.

Una vez terminada la perforación y trasladado el equipo, el contratista deberá arreglar el sitio de perforación y realizar las reparaciones que sean ordenadas por la interventoría.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

5.3. EJECUCIÓN DE PERFORACIONES HORIZONTALES EN TALUDES CON PENDIENTES MAYORES A 1:1 CON EQUIPO DE PERFORACIÓN DESCOLGADO PARA ANCLAJES MAYORES A 15.00 M

GENERALIDADES

En esta sección se especifican los aspectos técnicos que se deben cumplir en la ejecución de perforaciones horizontales para la colocación de anclajes y para la construcción de drenes de penetración.

La perforación será subhorizontal o inclinada, de acuerdo con lo especificado en los planos o lo indicado por la Interventoría.

EJECUCIÓN

Las perforaciones horizontales se realizarán con equipo de sondeo a rotación o rotopercusión en diámetro no inferior a 3 pulgadas, colocando tubería de revestimiento.

Para la instalación del equipo de perforación, el Contratista deberá construir los carreteables y terrazas que requiera y efectuará los trabajos para la adecuación del sitio, de tal forma, que el equipo quede en condiciones seguras para perforar a la cota y con la inclinación definidas en los planos, u ordenadas por el Interventor.

El Contratista deberá llevar un registro de perforación que indique los eventos ocurridos dentro del proceso y la descripción de los materiales encontrados.

Las perforaciones deben realizarse con agua y colocando tubería de revestimiento. No se acepta la utilización de lodos (bentonita, por ejemplo).

Una vez terminada cada perforación a la profundidad de diseño, o a la indicada por la Interventoría, el Contratista deberá informar al Interventor para que éste autorice la instalación del anclaje o de la tubería sanitaria PVC, según sea el caso.

El manejo del agua de perforación debe hacerse, provisionalmente, por medio de mangueras, canaletas, o cualquier otro sistema aprobado por la Interventoría, de tal manera que se entregue adecuadamente a algún sistema de alcantarillado pluvial o combinado existente, o a la conducción de algún sistema de filtros existente. No se permitirá entregar, por ningún motivo, a un filtro existente.

Debe evitarse el encharcamiento o humedecimiento excesivo, tanto en el sitio de perforación como en las zonas aledañas.

Si se trata de drenes de penetración, su conexión definitiva a los sistemas existentes se hará de acuerdo con lo especificado en los planos y/o lo ordenado por la Interventoría. Por ningún motivo, se permitirán descargas incontroladas que puedan afectar otras partes de la obra. El pago de estas conexiones se hará de acuerdo con los precios unitarios consignados por el Contratista en su propuesta, para los ítems correspondientes.

Una vez terminada la perforación y trasladado el equipo, el Contratista deberá arreglar el sitio de perforación y realizar las reparaciones que sean ordenadas por la Interventoría.

MEDIDA

La medida se hará por perforación terminada a la profundidad especificada o a la ordenada por la Interventoría. La unidad de medida será el metro lineal con aproximación a dos decimales.

UNIDAD

ML

PAGO

El ítem único de pago será el del metro lineal de perforación, independientemente del material o características del suelo o roca que aparezcan.

Todo el costo de los trabajos especificados en esta sección, deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados por el Contratista en su propuesta para:

Concepto	Unidad de medida
Perforaciones horizontales	
Perforaciones horizontales en taludes con pendientes mayores a 1:1 con equipo de perforación descolgado para anclajes mayores a 15.00 m	ML

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro de todos los materiales; por el suministro de agua; por toda la planta, celaduría, equipo, energía eléctrica, herramientas y mano de obra; por todos los transportes dentro y fuera de la obra; por el manejo de aguas durante la perforación; por la construcción de carretables de acceso, terrazas y adecuación del sitio para la instalación del equipo; por la adecuación final del sitio de perforación; por la administración, la utilidad y por todos los demás costos necesarios para la ejecución de perforaciones horizontales, de acuerdo con los planos y estas especificaciones.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

El manejo del agua de perforación debe hacerse, provisionalmente, por medio de mangueras, canaletas o cualquier otro sistema aprobado por la interventoría, de tal manera que se entregue adecuadamente algún sistema de alcantarillado pluvial o a la conducción de algún sistema de filtros existentes.

Debe evitarse el encharcamiento o humedecimiento excesivo, tanto en sitio de perforación como en zonas aledañas.

Una vez terminada la perforación y trasladado el equipo, el contratista deberá arreglar el sitio de perforación y realizar las reparaciones que sean ordenadas por la interventoría.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

5.8.JACKET DE RESPALDO PARA REVESTIMIENTO DE PERFORACIÓN HORIZONTAL EN ANCLAJES Y DRENES DE PENETRACION

GENERALIDADES

En esta sección se especifican los aspectos técnicos que se deben cumplir en la ejecución de perforaciones horizontales para la colocación de anclajes y para la construcción de drenes de penetración, cuando el uso de la instalación del jacket de respaldo sea necesario para el soporte o estabilidad de la perforación.

EJECUCIÓN

Las perforaciones horizontales se realizarán con equipo de sondeo a rotación o rotopercusión en diámetro no inferior a 3 pulgadas, cuando sea necesario se deberá proceder a la colocación de tubería de revestimiento para soportar la estabilidad de la perforación y posteriormente poder instalar el anclaje.

Este sistema deberá ir acoplado a los mismos equipos de perforación en conjunto con una tubería de aislamiento de estratos confinados que será introducida en la perforación a medida que esta misma avance.

Para la instalación del equipo de perforación, el Contratista deberá construir los carreteables y terrazas que requiera y efectuará los trabajos para la adecuación del sitio, de tal forma, que el equipo quede en condiciones seguras para perforar a la cota y con la inclinación definidas en los planos, u ordenadas por el Interventor.

Una vez terminada cada perforación a la profundidad de diseño, o a la indicada por la Interventoría, el Contratista deberá informar al Interventor para que éste autorice la instalación del anclaje o de la tubería sanitaria PVC, según sea el caso, previa lubricación de las uniones roscadas.

Una vez terminada la perforación y trasladado el equipo, el Contratista deberá arreglar el sitio de perforación y realizar las reparaciones que sean ordenadas por la Interventoría.

MEDIDA

La medida se hará por perforación terminada a la profundidad especificada o a la ordenada por la Interventoría. La unidad de medida será el metro lineal con aproximación a dos decimales.

UNIDAD

ML

PAGO

El ítem único de pago será el del metro lineal de perforación, independientemente del material o características del suelo o roca que aparezcan.

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro de todos los materiales; por el suministro de agua; por toda la planta, celaduría, equipo, energía eléctrica, herramientas y mano de obra; por todos los transportes dentro y fuera de la obra; por el manejo de aguas durante la perforación; por la construcción de carretables de acceso, terrazas y adecuación del sitio para la instalación del equipo; por la adecuación final del sitio de perforación; por la administración, la utilidad y por todos los demás costos necesarios para la ejecución de perforaciones horizontales, de acuerdo con los planos y estas especificaciones.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

El manejo del agua de perforación debe hacerse, provisionalmente, por medio de mangueras, canaletas o cualquier otro sistema aprobado por la interventoría, de tal manera que se entregue adecuadamente algún sistema de alcantarillado pluvial o a la conducción de algún sistema de filtros existentes.

Debe evitarse el encharcamiento o humedecimiento excesivo, tanto en sitio de perforación como en zonas aledañas. Una vez terminada la perforación y trasladado el equipo, el contratista deberá arreglar el sitio de perforación y realizar las reparaciones que sean ordenadas por la interventoría.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

6. SECCIÓN SEXTA

VARIOS

6.3. CERRAMIENTO EN MALLA ESLABONADA Y POSTE DE CONCRETO A 2M

GENERALIDADES

Las cercas y mallas corresponden a la delimitación de la zona de aislamiento comprendida entre el barrio o la vía pública, lo que permite determinar los linderos, evitar invasiones, disposición de basuras (presencia de roedores y vectores) y la usurpación de la propiedad privada; igualmente mejora las condiciones de control y protección contra el fenómeno de erosión, y a su vez servirá de zona de amortiguamiento como un cinturón verde que evitara futuras afectaciones al sector mejorando las condiciones ambientales.

MATERIALES:

La malla debe tener las siguientes especificaciones: Numero 10 y abertura de 2 pulgadas.

El alambre de púas debe tener las siguientes especificaciones: Rollo de 350 metros, Calibre 12 y Peso aproximado de 38 kilos por rollo.

La distancia entre los postes de concreto debe estar comprendida entre 2.0 y 2.5 metros.

La altura mínima del horcón será de 2.5 metros, con un tamaño mínimo de 0.10 X 0.10 metros, con acero de refuerzo de 3/8.

El hoyo para el establecimiento del poste será de 40X40X40 centímetros de profundidad.

Para el cerramiento, se colocarán tres (3) cuerdas de alambre de púas calibre 12, para el cerramiento con malla eslabonada y de ocho cuerdas (8) cuerdas en el caso que sea un cerramiento con alambre de púas.

El alambre y la malla deben quedar debidamente templado, para lo cual se deben colocar postes de anclajes en todo cambio de alineamiento vertical y a distancias no mayores a 30 metros y afirmar la malla y/o alambre de púas a los postes de concreto con alambre dulce.

La línea de la cerca deberá seguir el contorno de la superficie del terreno en cuanto sea posible; cuando se cruce zanjas o depresiones, se deberán colocar postes de mayor longitud, con líneas adicionales de malla y/o alambre en la parte inferior del cerramiento con el fin de cerrar las zanjas.

MEDIDA

La obra que se llevará a cabo a los precios unitarios del formulario de cantidades y precios del Contrato, consistirá en la aplicación del concreto de 3000 psi para la instalación de los postes de concreto, con su respectiva Malla Eslabonada Tensionada y alambre de púas a 3 hilos.

La unidad de medida será el metro lineal con aproximación a dos decimales.

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales y aditivos necesarios para la mezcla del concreto; por toda la planta, equipo, herramientas y mano de obra; por la dosificación, mezcla y aplicación del concreto lanzado; por todos los transportes, dentro y fuera de la obra; por la administración, la utilidad y por todos los demás costos necesarios para construir la estructura de concreto de acuerdo con estas especificaciones.

UNIDAD

ML

PAGO

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios del ítem correspondiente del formulario de cantidades y precios del Contrato, consistirá en el suministro de todos los materiales, instalaciones, equipo, herramientas y mano de obra para realizar los trabajos que no tendrán medida ni pago por separado según lo establecido, y para realizar todos los trabajos que sean necesarios para completar esta parte de la obra, incluyendo todos los

costos en que tenga que incurrir el Contratista para hacer cambios y modificaciones de instalaciones, equipos, materiales y mano de obra según estas especificaciones.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

Los materiales que se utilicen en esta actividad como lo son el concreto, deben encontrarse en perfectas condiciones para garantizar la construcción de una estructura durable y adecuada para la erosión.

El material debe ser almacenado en sitios secos, cubiertos de la intemperie para evitar su deterioro.

Lo concerniente a transporte de materiales orgánicos o escombros ir al ítem de gestión ambiental de ACARREOS.

Los residuos de esta actividad deben ser llevados a los sitios autorizados por la interventoría para su disposición final.

Al terminar esta actividad se debe hacer una limpieza ya que pueden encontrarse pequeñas partículas de cemento en áreas donde no debe estar este material porque genera un impacto negativo a la fauna y flora existente.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

6.4. ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA

GENERALIDADES

Los disipadores de energía permiten construir estructuras en altura más económicas y con altos niveles de seguridad durante sismos severos.

La disipación de energía se logra mediante la introducción de dispositivos especiales en una estructura, con el fin de reducir las deformaciones y esfuerzos sobre ella.

Estos dispositivos reducen la demanda de deformación y esfuerzos producidos por el sismo mediante el aumento del amortiguamiento estructural. Como resultado los esfuerzos inducidos por el sismo en la estructura pueden ser hasta un 50% menores que los correspondientes a la estructura sin disipadores, reduciendo sustancialmente las incursiones inelásticas (daño) de la estructura.

VENTAJAS

La seguridad estructural es entre un 50 y un 100% mayor que un edificio convencional

Se protegen los contenidos

Se evita la paralización post-sismo

Se puede utilizar tanto en edificios como en equipos industriales para el control de vibraciones

MEDIDA

La medida se será la especificada o la ordenada por la Interventoría. La unidad de medida será el metro lineal con aproximación a dos decimales.

UNIDAD

ML

PAGO

El ítem único de pago será el del metro lineal, independientemente del material o características del lugar de instalación.

Todo el costo de los trabajos especificados en esta sección deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados por el contratista.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

6.07.01 GAVIONES CON MALLA ELECTROSOLDADA, DE CUERPO 2.00 X 1.00 X 1.00

GENERALIDADES

Este trabajo consiste en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento e instalación de canastas de mallas hexagonales de alambre de acero con revestimiento metálico, entrelazado en triple torsión, y el suministro, transporte y colocación de material de relleno dentro de las canastas, de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones y en los sitios establecidos en los planos del proyecto o indicados por el Interventor. También incluye las canastas de alambre de acero con doble revestimiento, metálico y policloruro de vinilo (PVC), cuando los documentos del proyecto así lo requieran.

MATERIALES

Canastas metálicas

Las canastas metálicas deberán estar formadas de alambre de acero con recubrimiento metálico (o con recubrimiento metálico y recubrimiento posterior de PVC) de triple torsión, con huecos hexagonales: deberán cumplir los requisitos de materiales de fabricación establecidos en la norma ASTM A 975 “Standard Specification for Double-Twisted Hexagonal Mesh Gabions and Revet Mattresses (Metallic-Coated Steel Wire or Metallic-Coated Steel Wire With Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Coating)”.

Clasificación

Los gaviones se clasifican en 4 clases, en función del recubrimiento del alambre, como se menciona en la Tabla

CLASE	TIPO DE RECUBRIMIENTO
1	Metálico tipo 1: Zinc (galvanizado)
2	Metálico tipo 2: aleación Zn-5Al-MM

Para todas las clases de gaviones, todos los alambres que constituyen las canastas, tanto principales como secundarios (alambre de las canastas propiamente dicho, de las aristas o bordes, de los templetes, de los amarres y de los anclajes) deberán tener el revestimiento especificado en los documentos del proyecto. El recubrimiento especificado se deberá aplicar a los alambres antes de entrelazarlos entre sí con triple torsión para la elaboración de las mallas para las canastas.

Características del alambre:

Resistencia a la tensión:

Todos los alambres serán de acero de bajo temple; su resistencia a la tensión deberá estar entre cuatrocientos quince y quinientos megapascals (415 a 500 Mpa), cuando se verifique de acuerdo a lo establecido en el método de ensayo ASTM E 8.

Diámetro de los alambres:

El diámetro mínimo de los alambres deberá cumplir los requisitos mencionados en la Tabla, denominada Diámetro mínimo nominal de los alambres:

Característica	Diámetro
Malla	3 mm
Aristas y bordes	3.80 mm
Templetes: - Elaborados en obra para conectar las caras anterior y posterior de	2.20 mm

cada panel de gavión. - Preformados para enlazar las esquinas de una misma celda.	3.80 mm
Amarres	2.20 mm

Recubrimiento metálico:

El alambre con recubrimiento metálico, deberá estar libre de astillas, escamas y otras imperfecciones que no sean consistentes con las buenas prácticas de fabricación de estos elementos. El recubrimiento deberá ser continuo y razonablemente homogéneo; se permitirá la soldadura en fábrica de los extremos del alambre para conseguir la longitud necesaria en los rollos de empaque.

El recubrimiento de zinc de todos los alambres para los gaviones deberá cumplir los requerimientos de la norma ASTM A 641 para acero de bajo temple.

El recubrimiento con aleación Zn-5Al-MM de todos los alambres para los gaviones de clase 2 deberá cumplir los requerimientos la norma ASTM A 856 para acero de bajo temple.

La cantidad mínima del recubrimiento metálico, en masa por unidad de área de la superficie del alambre sin recubrir, deberá cumplir lo indicado en la Tabla; El ensayo se ejecutará según la norma de ensayo ASTM A 90.

Masa mínima del recubrimiento metálico del alambre

DIAMETRO DEL ALAMBRE (mm)	MASA DEL RECUBRIMIENTO METÁLICO POR UNIDAD DE ÁREA DE LA SUPERFICIE DE L ALAMBRE SIN RECUBRIR (g/m2)
2.20	230
2.70	245
3.00	260
3.40	260
3.80	275

El alambre, con su recubrimiento metálico, deberá poder ser enrollado alrededor de un mandril cilíndrico de acero formando una espiral apretada a razón de 15 giros por minuto sin que el recubrimiento metálico se agriete o descascare hasta tal punto que cualquier partícula del recubrimiento (zinc o aleación Zn-5Al-MM) se pueda remover frotando con los dedos desnudos. El mandril para la prueba de adherencia deberá tener el diámetro indicado en la Tabla, el cual está en función del diámetro nominal del alambre, D.

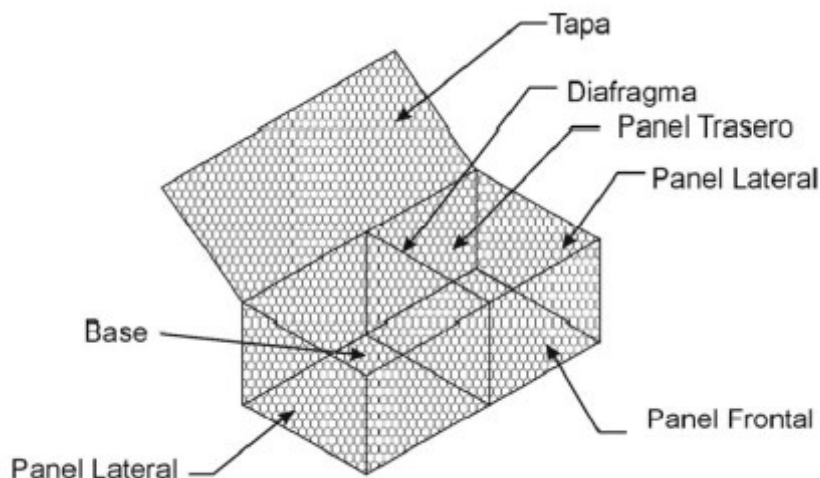
Diámetro del mandril para la prueba de adherencia del recubrimiento metálico

DIÁMETRO NOMINAL DEL ALAMBRE, D (mm)	DIÁMETRO DEL MANDRIL (mm)
2.20 A 3.69	3 D
≥ 3.70	4 D

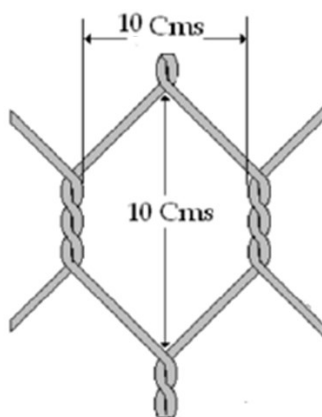
El aflojamiento o desprendimiento durante la prueba de pequeñas partículas del recubrimiento metálico (zinc o aleación Zn-5Al-MM) que se hayan formado por pulimiento mecánico de la superficie del alambre recubierto no se considerará como causa de rechazo del recubrimiento metálico.

Características de la malla para gavión

En las normas ASTM A 975 y NTC 3555 se indica la nomenclatura de los elementos que integran el gavión, así como su configuración y detalles de fabricación; las partes del gavión se ilustran en la Figura:



La abertura de la malla deberá ser tipo diez (10) por diez (10) centímetros; estas medidas se obtienen tomando las longitudes en ángulo recto en sentidos vertical y horizontal, como se muestran en la Figura:



La canasta metálica deberá llevar diafragmas conformando celdas de largo no mayor a 1.0 m. Las medidas nominales de los gaviones y su número de celdas se muestran en la Tabla, denominada Medidas nominales y números de celdas de los gaviones:

LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	No CELDAS	VOLUMEN (m3)
2.0	1.0	1.0	2	2.0
3.0	1.0	1.0	3	3.0
4.0	1.0	1.0	4	4.0

2.0	1.0	0.5	2	1.0
3.0	1.0	0.5	3	1.5
4.0	1.0	0.5	4	2.0

Todos los bordes y aristas deberán ser rematados, como mínimo, envolviendo los alambres de la malla alrededor del alambre de borde por lo menos dos veces y media, con excepción de la unión de los paneles laterales y diafragmas con la base, que podrán ser doblados con una sola abertura de malla.

Los requisitos de resistencia mínima de la malla, de las conexiones de la malla con los alambres de las aristas o bordes, de las conexiones entre paneles y de las pruebas de punzonamiento son los mostrados en la Tabla. Los ensayos se deberán realizar siguiendo los métodos descritos en la norma ASTM A 975.

Resistencia mínima de la malla y las conexiones

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	RESISTENCIA MÍNIMA (Kn/m)
Resistencia de la malla, mínimo	
- Ensayo paralelo al entorchado de los alambres	51.1
- Ensayo perpendicular al entorchado de los alambres	26.3
Resistencia de las conexiones, mínimo	
- Conexiones entre paneles	20.4
- Conexiones a los bordes y aristas	20.4
Ensayo de punzonamiento	26.7

Material de llenado:

El material de llenado podrá consistir en piedras o rocas de canto rodado o de cantera; las piedras deberán ser duras y durables, no susceptibles a desintegración por la exposición al agua o a la intemperie. Deberán estar razonablemente libres de materia orgánica; no deben tener óxido de hierro con excesiva alcalinidad o compuestos salinos, cuya composición pueda atacar el alambre de la canasta. Deberá cumplir, además, los requisitos descritos en la Tabla:

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO	REQUISITO
Granulometría		
- Tamaño máximo (mm)	Nota 1	200
- Tamaño mínimo (mm)		100
Dureza		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación 1), máximo (%)	INV E-219	50
Durabilidad		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%)	E-220	
- Sulfato de sodio		12
- Sulfato de magnesio		18
Resistencia mecánica		
Relación (Resistencia a la compresión simple/Máximo esfuerzo de trabajo)	ASTM D7012 Método C	>= 250
- La muestra para el ensayo se obtendrá tomando núcleos de piedras representativas		
Geometría de las partículas Nota 3		
Partículas con relación largo/ espesor mayor que 3, máximo (%)	-	10%
Masa unitaria		
Masa unitaria de las canastas llenas con agregado compactado, mínimo (kg/m3) Nota 3	Nota 2	1250
Absorción		
Absorción de agua, máximo (%)	E-223	2.0
- La muestra para el ensayo se obtendrá fragmentando una muestra representativa de las piedras		

Nota 1: El constructor debe tener en obra unas mallas con aberturas de 100 y 200 mm para control de la granulometría. En ningún caso, el material de relleno podrá ser menor de diez centímetros (10 cm).

Nota 2: El procedimiento constructivo que debe elaborar el constructor para aprobación de la Interventoría debe incluir un método para la verificación de la masa unitaria de las canastas llenas. El material deberá presentar una adecuada distribución de tamaños para cumplir el requisito establecido.

Nota 3: Los documentos podrán especificar un valor mayor de masa unitaria de las canastas llenas con agregado compactado, por ejemplo 1600 kg/m³. Así mismo, podrán requerir el uso de material granular triturado para el relleno de las canastas.

Geotextil de separación:

Si los documentos del proyecto así lo indican, sobre la superficie compactada se deberá instalar un geotextil de separación.

EQUIPO

Se requieren principalmente equipos para transporte de material del relleno y para la eventual adecuación de la superficie sobre la cual se construirán los gaviones, así como herramientas manuales para las operaciones de tensionamiento, amarre y cierre de las canastas metálicas.

EJECUCIÓN

Los procedimientos que adopte el constructor para la construcción de gaviones deben prevenir el daño del revestimiento de los alambres de las canastas.

Preparación de la superficie de apoyo:

Cuando los gaviones requieran una base firme y lisa para apoyarse, ésta podrá consistir en una simple adecuación del terreno o una cimentación diseñada y construida de acuerdo con los detalles de los planos del proyecto o las indicaciones del Interventor.

Antes de iniciar la colocación de las canastas de los gaviones, la superficie del terreno se deberá preparar según las indicaciones de los documentos del proyecto y con los niveles allí señalados; si se encuentran suelos inadecuados al nivel de fundación de los gaviones, estos deberán ser removidos y reemplazados.

Colocación del geotextil de separación sobre la superficie de apoyo:

Si los documentos del proyecto así lo indican, sobre la superficie compactada se deberá instalar un geotextil de separación.

Colocación y ensamble de las canastas:

Las canastas vacías y completamente ensambladas se deberán poner en su posición final sobre la superficie preparada. Su amarre y llenado se deberán realizar en su posición final; no se permitirá el transporte de canastas llenas. Los paneles que conforman las canastas metálicas se deberán amarrar a través de las cuatro aristas en contacto y los diafragmas con las paredes laterales.

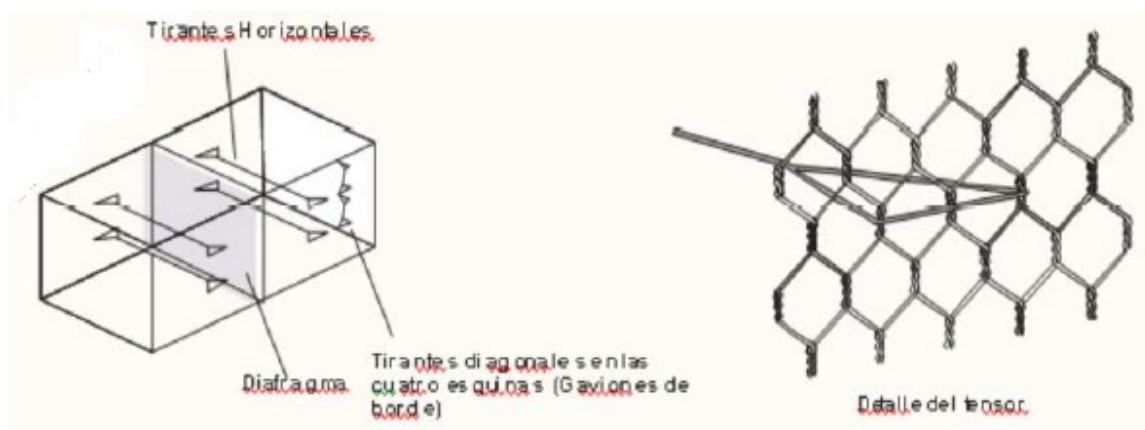
Antes del llenado, cada canasta se deberá amarrar a las adyacentes, laterales e inferiores, a lo largo de todas las aristas en contacto, tanto horizontales como verticales, y se deberán poner los tirantes permanentes y temporales. Para obtener un mejor alineamiento y terminado, se deberá tensar la malla de las canastas metálicas antes del llenado, utilizando una palanca o una barra metálica; como alternativa para garantizar la regularidad del gavión y facilitar su llenado, se podrá utilizar una formaleta de madera en las caras que no estén en contacto con otros gaviones.

Llenado y atirantado de las canastas:

El proceso de llenado se deberá hacer de forma que se obtengan superficies de contacto parejas y libres de bordes entrantes o salientes entre gaviones; así mismo, que se obtenga el mínimo porcentaje de vacíos y una buena trabazón de las piedras. Para el efecto, el material de relleno se colocará dentro de la canasta manualmente, distribuyendo las piedras por tamaño de la manera más compacta posible, logrando que las partículas de menor tamaño queden hacia el centro y las más grandes junto a la malla; finalmente, el material de llenado

se apisonará por capas; no se deberán dejar espacios en la parte superior de la canasta. Durante el relleno, se deberán colocar tirantes o tensores internos transversales, para volver solidarios los paneles opuestos de las canastas, así como tirantes diagonales en las esquinas, con el fin de evitar la deformación de las canastas debido a la presión ejercida por el relleno. En la Figura se ilustrará la disposición de estos elementos:

Disposición de tirantes o tensores



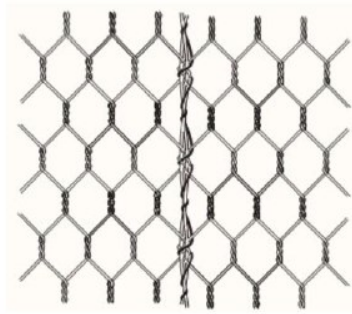
Las canastas de una misma fila o capa deberán irse llenando por etapas, de manera que el nivel de llenado de ninguna canasta supere en más de 300mm el nivel de llenado de las canastas adyacentes.

Las canastas se deberán llenar a tope; al cerrar la tapa, no deben quedar vacíos en la parte superior de la canasta.

Costura y cierre

Terminadas las operaciones de relleno, se deberá instalar la tapa de la canasta sobre la base y cosería a los bordes superiores de la base y de los diafragmas. Todas las costuras o amares deberán ser realizados de forma continua, atravesando todas las mallas con el alambre, alternativamente, con una vuelta simple y una doble, como se ilustra en la figura.

Detalle de las costuras o amarres.



Las uniones deberán ser resistentes y deberán asegurar una estructura monolítica y apta para soportar fuertes solicitaciones y deformaciones.

Colocación del geotextil de separación detrás de las canastas

Si los documentos del proyecto así lo indican, contra las caras de los gaviones que van a quedar en contacto con los rellenos laterales se deberá instalar un geotextil de separación; el geotextil se deberá asegurar a las canastas por medios mecánicos suficientemente resistentes y convenientemente separados, de manera que el geotextil no se desplace durante la colocación y compactación de los rellenos laterales.

MEDIDA

La unidad de medida de los gaviones será el metro cubico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico. El volumen se determinará sumando los volúmenes de las canastas de gavión instaladas y recibidas a satisfacción por el Interventor.

Se medirán por aparte para pago las excavaciones y los rellenos requeridos para la preparación de la fundación, los rellenos laterales y los geotextiles.

UNIDAD

M3

PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción del Interventor e incluyen: Materiales, Equipos y herramientas, Mano de obra transportes dentro y fuera de la obra.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

Los materiales que se utilicen en esta actividad como lo son el geodren deben encontrarse en perfectas condiciones para garantizar la construcción de un drenaje durable y adecuado para el abatimiento de las líneas hidráulicas de infiltración interna del talud.

El material debe ser almacenado en sitios secos, cubiertos de la intemperie para evitar su deterioro.

Los residuos de esta actividad deben ser llevados a los sitios autorizados por la INTERVENTORIA para su disposición final.

Al terminar esta actividad se debe hacer una limpieza, para evitar en mayor medida, no queden residuos de material sobre el geodren

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

6.07.02 ESTRUCTURA ESTABILIZANTE EN MURO FLEXIBLE EN GAVIONES CON ANCLAJE ACTIVO Y RECUBRIMIENTO EN CONCRETO REFORZADO (E=10CM) DE SECCIÓN 2M X 1M X 1M. INCLUYE ZAPATA DE CONCRETO REFORZADO DEL ANCLAJE. (NO INCLUYE PERFORACIÓN, NI ANCLAJE)

GENERALIDADES

La estructura estabilizante es requerida en el presente proyecto para el emplazamiento del muro flexible en gaviones en su parte superior con respecto al trasdós del mismo por medio de una línea de anclajes activos que interceptan la dovela crítica de falla y garantizan la amenaza baja por fenómenos de remoción en masa; dicha estructura consiste en el transporte, suministro, manejo, almacenamiento e instalación de canastas de mallas hexagonales de alambre de acero con revestimiento metálico, entrelazado en triple torsión, y el suministro, transporte y colocación de material de relleno dentro de las canastas, pasamuros (diámetro 6" que obedecen al diámetro de la perforación del respectivo anclaje de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones y en los sitios establecidos en los planos del proyecto o indicados por el Interventor. También incluye las canastas de alambre de acero con doble revestimiento, metálico y policloruro de vinilo) (PVC), cuando los documentos del proyecto así lo requieran. De igual forma se debe construir una estructura en concreto reforzado que integre el sistema. El concreto consistirá en una mezcla de cemento Pórtland, agua, agregado fino y agregado grueso, combinados en las proporciones aprobadas por el Interventor. El concreto deberá ser hecho con los materiales, colocado y terminado en la forma y con la consistencia que estipulan estas especificaciones.

EJECUCIÓN

Los procedimientos adoptados por el constructor en relación a la especificidad del mismo para la correcta construcción de los anclajes sobre el muro en gaviones y la experticia para integrar la óptima ejecución de la estructura estabilizante de Gavión con anclaje activo deben prevenir el daño del revestimiento de los alambres de las canastas durante las maniobras de perforación, de ninguna manera se debe disminuir el diámetro con la broca del material de relleno de la estructura flexible que trabaja por carga muerta, previniendo igualmente la rotura del refuerzo y recubrimiento de concreto durante el proceso de

tensionamiento. Es indispensable que según la experiencia del Contratista quede definida la intervención del muro en gaviones con sus respectivos anclajes ya que las maniobras y complejidad de ejecución son superiores a los sistemas anclados convencionales en razón a que normalmente se realizan sobre caras expuestas de taludes o laderas.

Preparación de la superficie de apoyo:

La estructura estabilizante debe garantizar que sus gaviones se encuentren sobre una base firme y lisa para apoyarse, ésta podrá consistir en una simple adecuación del terreno, una cimentación diseñada, o sobre mas gaviones y construida de acuerdo con los detalles de los planos del proyecto o las indicaciones del Interventor.

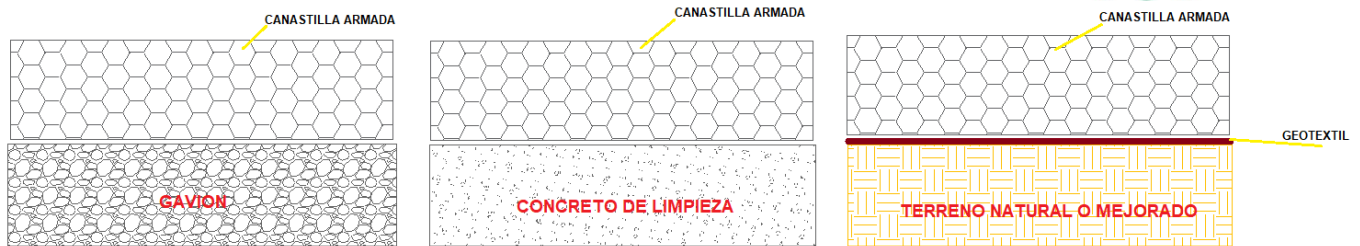
TIPOS DE SUPERFICIE DE APOYO



Antes de iniciar la colocación de las canastas de los gaviones, la superficie del terreno se deberá preparar según las indicaciones de los documentos del proyecto y con los niveles allí señalados; si se encuentran suelos inadecuados al nivel de fundación de los gaviones, estos deberán ser removidos y reemplazados.

Colocación y ensamble de las canastas:

Las canastas vacías y completamente ensambladas se deberán poner en su posición final sobre la superficie preparada. Su amarre y llenado se deberán realizar en su posición final; no se permitirá el transporte de canastas llenas. Los paneles que conforman las canastas metálicas se deberán amarrar a través de las cuatro aristas en contacto y los diafragmas con las paredes laterales.

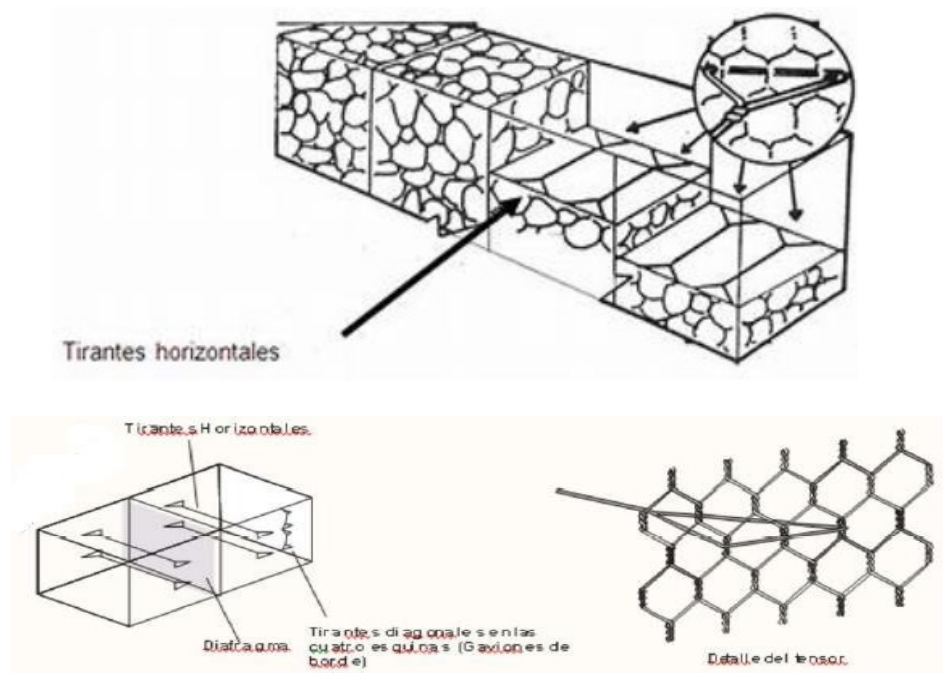


Antes del llenado, cada canasta se deberá amarrar a las adyacentes, laterales e inferiores, a lo largo de todas las aristas en contacto, tanto horizontales como verticales, y se deberán poner los tirantes permanentes y temporales. Para obtener un mejor alineamiento y terminado, se deberá tensar la malla de las canastas metálicas antes del llenado, utilizando una palanca o una barra metálica; como alternativa para garantizar la regularidad del gavión y facilitar su llenado, se podrá utilizar una formaleta de madera en las caras que no estén en contacto con otros gaviones.

Llenado y atirantado de las canastas:

El proceso de llenado se deberá hacer de forma que se obtengan superficies de contacto parejas y libres de bordes entrantes o salientes entre gaviones; así mismo, que se obtenga el mínimo porcentaje de vacíos y una buena trabazón de las piedras. Para el efecto, el material de relleno se colocará dentro de la canasta manualmente, distribuyendo las piedras por tamaño de la manera más compacta posible, logrando que las partículas de menor tamaño queden hacia el centro y las más grandes junto a la malla; finalmente, el material de llenado se apisonará por capas; no se deberán dejar espacios en la parte superior de la canasta. Durante el relleno, se deberán colocar tirantes o tensores internos transversales, para volver solidarios los paneles opuestos de las canastas, así como tirantes diagonales en las esquinas, con el fin de evitar la deformación de las canastas debido a la presión ejercida por el relleno. En la Figura se ilustrará la disposición de estos elementos:

Disposición de tirantes o tensores

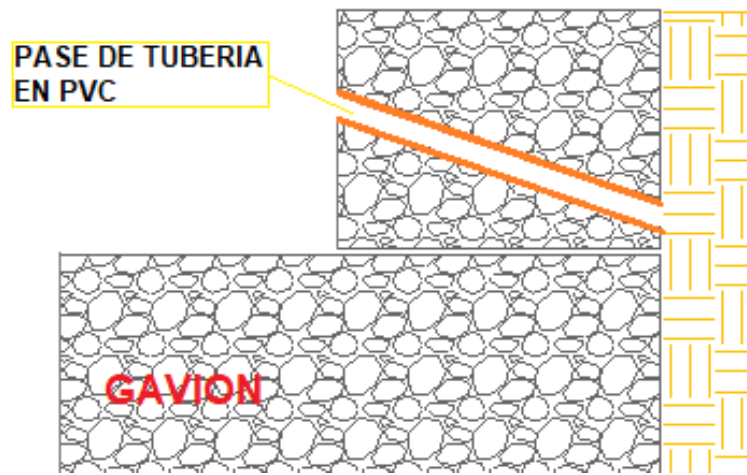


Las canastas de una misma fila o capa deberán irse llenando por etapas, de manera que el nivel de llenado de ninguna canasta supere en más de 300mm el nivel de llenado de las canastas adyacentes.

Las canastas se deberán llenar a tope; al cerrar la tapa, no deben quedar vacíos en la parte superior de la canasta.

Instalación de pases de tubería en PVC 6”:

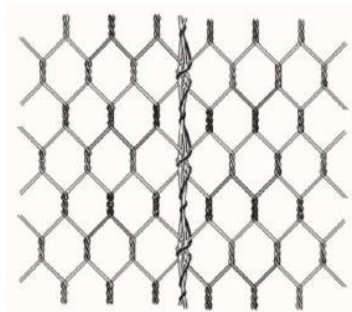
Durante el proceso de llenado se deberán instalar una tubería pasante en PVC de 6” la cual garantice el paso de los cables del anclaje activo por el cuerpo de gavión hacia el interior del suelo, tubería que debe garantizar la inclinación de diseño de acuerdo con las directrices de la Interventoría. Es de indicar que las rocas adyacentes al pase en PVC deben garantizar que el mismo quede totalmente fijo de forma que durante la apertura de la perforación, no se generen torques que dañen el gavión ya armado.



Costura y cierre

Terminadas las operaciones de relleno, se deberá instalar la tapa de la canasta sobre la base y coserla a los bordes superiores de la base y de los diafragmas. Todas las costuras o amares deberán ser realizados de forma continua, atravesando todas las mallas con el alambre, alternativamente, con una vuelta simple y una doble, como se ilustra en la figura.

Detalle de las costuras o amarres.



Las uniones deberán ser resistentes y deberán asegurar una estructura monolítica y apta para soportar fuertes solicitaciones y deformaciones.

Perforación de los anclajes activos (ver especificaciones 5.2 y 5.3)

Esta actividad se muestra como parte del proceso de construcción sin embargo no hace parte del presente ítems, las perforaciones horizontales se realizarán con equipo de sondeo a rotación o rotopercusión en diámetro no inferior a 3 pulgadas, colocando tubería de revestimiento.

Para la instalación del equipo de perforación, el Contratista deberá construir los carreteables y terrazas que requiera y efectuará los trabajos para la adecuación del sitio, de tal forma, que el equipo quede en condiciones seguras para perforar a la cota y con la inclinación definidas en los planos, u ordenadas por el Interventor.

Es de tener mucho cuidado a la hora de instalar el equipo de perforación, que el mismo se soporta sobre una estructura en gavión ya instala, por lo que se deberá tener cuidado de no dañar el gavión ya existente, y será de especial vigilancia por cuenta del interventor.

El Contratista deberá llevar un registro de perforación que indique los eventos ocurridos dentro del proceso y la descripción de los materiales encontrados.

Las perforaciones deben realizarse con agua y colocando tubería de revestimiento. No se acepta la utilización de lodos (bentonita, por ejemplo).

Una vez terminada cada perforación a la profundidad de diseño, o a la indicada por la Interventoría, el Contratista deberá informar al Interventor para que éste autorice la instalación del anclaje o de la tubería sanitaria PVC, según sea el caso.

El manejo del agua de perforación debe hacerse, provisionalmente, por medio de mangueras, canaletas, o cualquier otro sistema aprobado por la Interventoría, de tal manera que se entregue adecuadamente a algún sistema de alcantarillado pluvial o combinado existente, o a la conducción de algún sistema de filtros existente. No se permitirá entregar, por ningún motivo, a un filtro existente.

Debe evitarse el encharcamiento o humedecimiento excesivo, tanto en el sitio de perforación como en las zonas aledañas.

Suministro e instalación de anclajes, 3 cables d =1/2" de longitud= 20m (ver especificación 4.2)

Esta actividad se muestra como parte del proceso de construcción sin embargo no hace parte del presente ítems, con la perforación terminada se procede a la instalación del anclaje de refuerzo que consiste en un armazón de 3 o más torones en longitud igual más 1 metro de la perforación, el metro adicional se establece con el fin de poder dejar la longitud necesaria para que pueda realizarse el tensionamiento.

El anclaje debe ser introducido inmediatamente es terminada la perforación por lo tanto estos serán armados y estarán disponibles en relación con el rendimiento de la perforación, no es recomendable que pasen más de 48 horas después de realizada la perforación debido a que las estabilidades de las paredes se puedan ver afectadas durante ese lapso.

Inyección con lechada cementicia (ver especificación 3.8)

Esta actividad se muestra como parte del proceso de construcción sin embargo no hace parte del presente ítems, Comúnmente los anclajes de son fijados utilizando una mezcla de cemento y agua denominada lechada. La mezcla generalmente consiste en cemento sin contracción y agua en una relación A/C varia de 0.40 a 0.55 (Sabatini y otros,1999) con cemento Tipo I y de la cual se obtienen resistencias hasta de 21 Mpa.

Esta relación produce una lechada que puede ser bombeada fácilmente por el orificio del perno y al mismo tiempo producir una resistencia alta, con un mínimo de exudación de agua de la mezcla. Esta mezcla puede obtener una resistencia a la compresión de 3000 psi.

El uso aditivos o arena dependerá exclusivamente del comportamiento del llenado en relación con la geología del terreno dado que en algún momento se pueden aumentar los consumos proyectados para cada anclaje de perforación por perdidas internas debido a las

trazas geológicas internas y que deberán ser selladas sin afectar el consumo promedio calculado.

La inyección debe realizarse lo más rápido posible después de colocado el anclaje dentro de la perforación. El procedimiento de inyección debe garantizar que no quede aire o agua dentro de la zona inyectada. La inyección debe colocarse en forma lenta y permanente y debe continuar hasta la terminación del trabajo, que es el momento en el cual ha salido mezcla continua por el extremo libre o salida de la perforación.

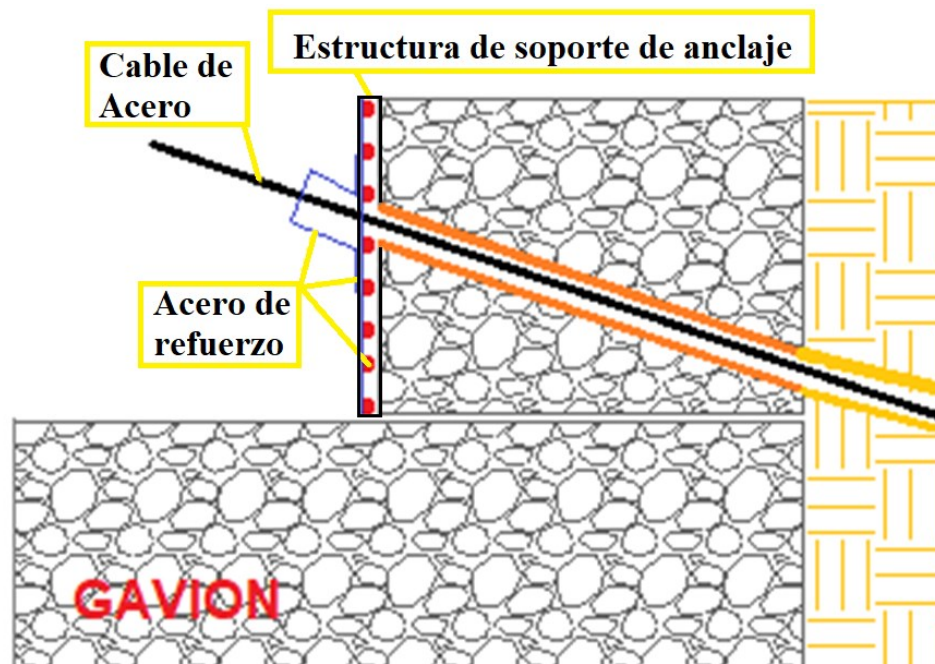
Posterior a esta inyección después de al menos 7 días de fraguado se debe generar una nueva inyección por el tubo de PVC de 1" de diámetro dejado en el armado del anclaje de refuerzo, a una presión suficiente para generar el bulbo de anclaje parte fundamental de la estabilidad del anclaje a la hora del tensionamiento. La lechada saldrá a presión por los orificios previamente realizados en el armado del anclaje y sellados con un recorte de neopreno o neumático que no permite que en el llenado de la lechada este pase hacia el interior del tubo.

Colocación de Acero de Refuerzo (ver especificación 4.1):

Una vez armado el gavión, el cual será recibido por la interventoría verificando que este se encuentre totalmente plomado en todas sus caras, y que el proceso de perforación no le genere ningún daño se procede autorizar la instalación del acero de refuerzo en la zona frontal, que soportará la tensión que se genere durante el proceso de tensado del anclaje activo.

La configuración y separación del acero será de acuerdo con el diseño e indicaciones de la interventoría.

El armado del acero debe garantizar una estructura monolítica tanto el acero que se encuentra en el cuerpo del gavión como el que conforma la estructura de soporte de anclaje para transmisión de esfuerzos.

**Encofrado de caras expuestas:**

Se inicia el encofrado de las caras expuestas, incluyendo el dado ya que el propósito de este es generar un vaciado de concreto monolítico, por lo cual se deberá diseñar un encofrado que cumpla con la condición de incluir la estructura de soporte de anclaje para transmisión de esfuerzos, los materiales utilizados para el encofrado deben ser resistentes, duraderos y capaces de soportar el peso del hormigón. Las dimensiones del encofrado deben ser precisas para cumplir con los requisitos del diseño e indicaciones de la interventoría.

Vaciado de Concreto (ver especificación 3.4):

Los límites de cada fundida de concreto deberán ser establecidos por el Contratista y aprobados por el Interventor. Dentro de estos límites el concreto deberá ser colocado en una operación continua y en el caso de muros, no podrá transmitirse vibración a través del acero o la formaleta al concreto colocado en la parte inferior que haya entrado en proceso de fraguado inicial, de tal forma que se deberán utilizar los métodos, la maquinaria y el personal necesarios para lograr la colocación del concreto en un tiempo máximo de tres horas.

Antes de la colocación del concreto, las formaletas, el refuerzo, los sellos y demás elementos embebidos deberán ser asegurados firmemente en su posición correcta; se deberán retirar todos los desperdicios, agua y salpicaduras de concreto del sitio en donde se colocará el concreto; todo el trabajo deberá ser aceptado por el Interventor antes de que comience la fundida del concreto.

Todo el concreto se depositará en capas aproximadamente horizontales, continuas, adecuadas para una captación efectiva; sin embargo, la profundidad de una capa no deberá exceder 60 cm. Cada capa de concreto deberá ser plástica cuando se cubra con la capa siguiente y las formaletas deberán llenarse a una rata vertical no menor de 60 cm por hora.

Tan pronto como el concreto haya sido colocado en las formaletas, se lo deberá compactar usando vibradores mecánicos aprobados, aplicados directamente al concreto. Deberá hacerse uso además de varillas y paletas, para compactar el concreto vecino a, o en las esquinas de las formaletas, y el que rodea al acero de refuerzo o los elementos empotrados. Los vibradores mecánicos deberán usarse de manera que se tengan por lo menos 9.000 ciclos por minuto cuando estén sumergidos dentro del concreto. Cada vibrador deberá ser movido por un motor de más de 1.5 HP. El número y tipo de los vibradores deberá ser aprobado por el Interventor.

A fin de garantizar la compactación de cada capa antes de la colocación de la próxima, sin interrupción o demoras en el vaciado, se habrá de tener un número suficiente de vibradores en cada frente de la obra.

Los vibradores se aplicarán al concreto en el punto en donde éste se deposite y en el área del concreto recién depositado. El concreto se colocará a intervalos cortos para evitar el hacerlo fluir demasiado. El vibrador deberá penetrar en la capa colocada inmediatamente anterior a la que se esté colocando, pero sin atravesarla.

Si se notare combadura o asentamiento de las formaletas mientras se está colocando el concreto, la operación de colocación se interrumpirá hasta tanto se haya hecho la debida corrección.

En el colocado del concreto no se permitirá el uso de práctica alguna que tienda a provocar separación o segregación de los materiales, tal como dejar caer el concreto desde alturas mayores de 2.00 metros, sin el uso de una canal cerrada y articulada (Trompa de elefante) u otros medios aprobados.

Tensionamiento de anclajes (ver especificaciones 4.3, 4.5, 4.6 y 4.7)

Esta actividad se muestra como parte del proceso de construcción sin embargo no hace parte del presente ítems, Durante el último paso del proceso de Estabilización y después de haber obtenido los resultados de las resistencias de los concretos, se procede a realizar el tensionamiento usando una unidad hidráulica eléctrica y un gato tensor Monotoron, la unidad hidráulica cuenta con el manómetro de control de la tensión que estará supervisada en todo momento por el Interventor si esta así los solicite. Cada anclaje deberá tensionarse a la carga de diseño y en porcentaje de acuerdo con el mismo. Los anclajes para este tipo de estructuras estabilizantes de gavión con anclajes activos son definitivos es decir no se realiza tensionamiento con el tiempo por lo cual se llevará a una carga de tensión 100% de la carga de diseño de cada uno.

MATERIALES

Canastas metálicas

Las canastas metálicas deberán estar formadas de alambre de acero con recubrimiento metálico (o con recubrimiento metálico y recubrimiento posterior de PVC) de triple torsión, con huecos hexagonales: deberán cumplir los requisitos de materiales de fabricación establecidos en la norma ASTM A 975 “Standard Specification for Double-Twisted Hexagonal Mesh Gabions and Revet Mattresses (Metallic-Coated Steel Wire or Metallic-Coated Steel Wire With Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Coating)”.

Clasificación

Los gaviones se clasifican en 4 clases, en función del recubrimiento del alambre, como se menciona en la Tabla

CLASE	TIPO DE RECUBRIMIENTO
1	Metálico tipo 1: Zinc (galvanizado)
2	Metálico tipo 2: aleación Zn-5Al-MM

Para todas las clases de gaviones, todos los alambres que constituyen las canastas, tanto principales como secundarios (alambre de las canastas propiamente dicho, de las aristas o bordes, de los templetes, de los amarres y de los anclajes) deberán tener el revestimiento especificado en los documentos del proyecto. El recubrimiento especificado se deberá aplicar a los alambres antes de entrelazarlos entre sí con triple torsión para la elaboración de las mallas para las canastas.

Características del alambre:

Resistencia a la tensión:

Todos los alambres serán de acero de bajo temple; su resistencia a la tensión deberá estar entre cuatrocientos quince y quinientos megapascuales (415 a 500 Mpa), cuando se verifique de acuerdo a lo establecido en el método de ensayo ASTM E 8.

Diámetro de los alambres:

El diámetro mínimo de los alambres deberá cumplir los requisitos mencionados en la Tabla, denominada Diámetro mínimo nominal de los alambres:

Característica	Díámetro
Malla	3 mm
Aristas y bordes	3.80 mm
Templatetes: <ul style="list-style-type: none"> - Elaborados en obra para conectar las caras anterior y posterior de cada panel de gavión. - Preformados para enlazar las esquinas de una misma celda. 	<div>2.20 mm</div> <div>3.80 mm</div>
Amarres	2.20 mm

Recubrimiento metálico:

El alambre con recubrimiento metálico, deberá estar libre de astillas, escamas y otras imperfecciones que no sean consistentes con las buenas prácticas de fabricación de estos elementos. El recubrimiento deberá ser continuo y razonablemente homogéneo; se permitirá la soldadura en fábrica de los extremos del alambre para conseguir la longitud necesaria en los rollos de empaque.

El recubrimiento de zinc de todos los alambres para los gaviones deberá cumplir los requerimientos de la norma ASTM A 641 para acero de bajo temple.

El recubrimiento con aleación Zn-5Al-MM de todos los alambres para los gaviones de clase 2 deberá cumplir los requerimientos la norma ASTM A 856 para acero de bajo temple.

La cantidad mínima del recubrimiento metálico, en masa por unidad de área de la superficie del alambre sin recubrir, deberá cumplir lo indicado en la Tabla; El ensayo se ejecutará según la norma de ensayo ASTM A 90.

Masa mínima del recubrimiento metálico del alambre

DIAMETRO DEL ALAMBRE (mm)	MASA DEL RECUBRIMIENTO METÁLICO POR UNIDAD DE ÁREA DE LA SUPERFICIE DE L ALAMBRE SIN RECUBRIR (g/m2)
2.20	230
2.70	245
3.00	260
3.40	260
3.80	275

El alambre, con su recubrimiento metálico, deberá poder ser enrollado alrededor de un mandril cilíndrico de acero formando una espiral apretada a razón de 15 giros por minuto sin que el recubrimiento metálico se agriete o descascare hasta tal punto que cualquier partícula del recubrimiento (zinc o aleación Zn-5Al-MM) se pueda remover frotando con

los dedos desnudos. El mandril para la prueba de adherencia deberá tener el diámetro indicado en la Tabla, el cual está en función del diámetro nominal del alambre, D.

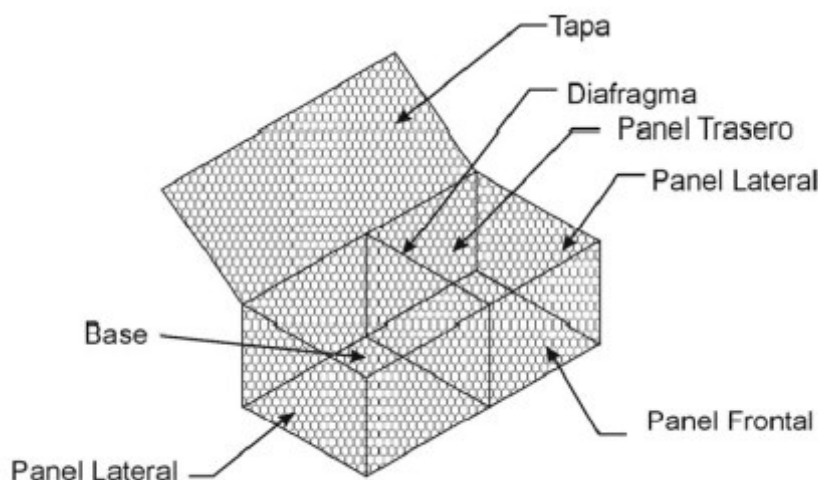
Diámetro del mandril para la prueba de adherencia del recubrimiento metálico

DIÁMETRO NOMINAL DEL ALAMBRE, D (mm)	DIÁMETRO DEL MANDRIL (mm)
2.20 A 3.69	3 D
≥ 3.70	4 D

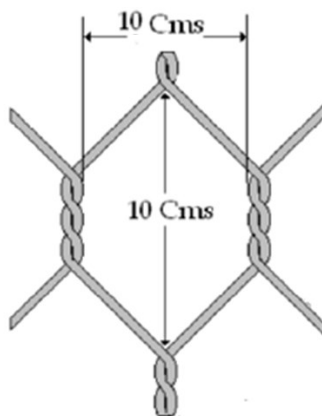
El aflojamiento o desprendimiento durante la prueba de pequeñas partículas del recubrimiento metálico (zinc o aleación Zn-5Al-MM) que se hayan formado por pulimiento mecánico de la superficie del alambre recubierto no se considerará como causa de rechazo del recubrimiento metálico.

Características de la malla para gavión

En las normas ASTM A 975 y NTC 3555 se indica la nomenclatura de los elementos que integran el gavión, así como su configuración y detalles de fabricación; las partes del gavión se ilustran en la Figura:



La abertura de la malla deberá ser tipo diez (10) por diez (10) centímetros; estas medidas se obtienen tomando las longitudes en ángulo recto en sentidos vertical y horizontal, como se muestran en la Figura:



La canasta metálica deberá llevar diafragmas conformando celdas de largo no mayor a 1.0 m. Las medidas nominales de los gaviones y su número de celdas se muestran en la Tabla, denominada Medidas nominales y números de celdas de los gaviones:

LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	No CELDAS	VOLUMEN (m3)
2.0	1.0	1.0	2	2.0
3.0	1.0	1.0	3	3.0
4.0	1.0	1.0	4	4.0
2.0	1.0	0.5	2	1.0
3.0	1.0	0.5	3	1.5
4.0	1.0	0.5	4	2.0

Todos los bordes y aristas deberán ser rematados, como mínimo, envolviendo los alambres de la malla alrededor del alambre de borde por lo menos dos veces y media, con excepción de la unión de los paneles laterales y diafragmas con la base, que podrán ser doblados con una sola abertura de malla.

Los requisitos de resistencia mínima de la malla, de las conexiones de la malla con los alambres de las aristas o bordes, de las conexiones entre paneles y de las pruebas de punzonamiento son los mostrados en la Tabla. Los ensayos se deberán realizar siguiendo los métodos descritos en la norma ASTM A 975.

Resistencia mínima de la malla y las conexiones

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	RESISTENCIA MÍNIMA (Kn/m)
Resistencia de la malla, mínimo	
- Ensayo paralelo al entorchado de los alambres	51.1
- Ensayo perpendicular al entorchado de los alambres	26.3
Resistencia de las conexiones, mínimo	
- Conexiones entre paneles	20.4
- Conexiones a los bordes y aristas	20.4
Ensayo de punzonamiento	26.7

Material de llenado:

El material de llenado podrá consistir en piedras o rocas de canto rodado o de cantera; las piedras deberán ser duras y durables, no susceptibles a desintegración por la exposición al agua o a la intemperie. Deberán estar razonablemente libres de materia orgánica; no deben tener óxido de hierro con excesiva alcalinidad o compuestos salinos, cuya composición pueda atacar el alambre de la canasta. Deberá cumplir, además, los requisitos descritos en la Tabla:

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO	REQUISITO
Granulometría		
- Tamaño máximo (mm)	Nota 1	200
- Tamaño mínimo (mm)		100
Dureza		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación 1), máximo (%)	INV E-219	50

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO	REQUISITO
Durabilidad		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) <ul style="list-style-type: none"> - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio 	E-220	12 18
Resistencia mecánica		
Relación (Resistencia a la compresión simple/Máximo esfuerzo de trabajo) <ul style="list-style-type: none"> - La muestra para el ensayo se obtendrá tomando núcleos de piedras representativas 	ASTM D7012 Método C	≥ 250
Geometría de las partículas Nota 3		
Partículas con relación largo/ espesor mayor que 3, máximo (%)	-	10%
Masa unitaria		
Masa unitaria de las canastas llenas con agregado compactado, mínimo (kg/m ³) Nota 3	Nota 2	1250
Absorción		
Absorción de agua, máximo (%) <ul style="list-style-type: none"> - La muestra para el ensayo se obtendrá fragmentando una muestra representativa de las piedras 	E-223	2.0

Nota 1: El constructor debe tener en obra unas mallas con aberturas de 100 y 200 mm para control de la granulometría. En ningún caso, el material de relleno podrá ser menor de diez centímetros (10 cm).

Nota 2: El procedimiento constructivo que debe elaborar el constructor para aprobación de la Interventoría debe incluir un método para la verificación de la masa unitaria de las canastas llenas. El material deberá presentar una adecuada distribución de tamaños para cumplir el requisito establecido.

Nota 3: Los documentos podrán especificar un valor mayor de masa unitaria de las canastas llenas con agregado compactado, por ejemplo 1600 kg/m³. Así mismo, podrán requerir el uso de material granular triturado para el relleno de las canastas.

Geotextil de separación:

Si los documentos del proyecto así lo indican, sobre la superficie compactada se deberá instalar un geotextil de separación.

Las especificaciones de los materiales para el concreto son las siguientes:

A. CEMENTO

El cemento para todos los concretos debe ser cemento Pórtland de la marca aprobada por el Interventor y que cumpla con las normas ICONTEC 30, 121 y 321 para el Tipo I cuando no se especifique otro tipo en planos. Cemento de la misma marca pero que provenga de diferentes fábricas no se mezclará a menos que el Interventor lo permita.

- **Agregado grueso**

El agregado grueso consistirá en piedra triturada o grava y estará acorde con la norma ICONTEC 174, con las excepciones y modificaciones establecidas en estas especificaciones o las ordenadas por el Interventor.

En cinco ciclos de la prueba con sulfato de sodio ejecutada según la norma ICONTEC 126, el agregado grueso no deberá tener una pérdida mayor a la especificada en la norma ICONTEC 174.

El agregado grueso se clasificará en tres tamaños que se manejarán por separado para después combinarlos en forma adecuada, de manera que se obtengan las muestras que posean la resistencia y la trabajabilidad requeridas.

Los tres tamaños para los agregados gruesos son los siguientes:

Tamaño	1	de	4.8	a	19.0	mm
Tamaño	2	de	19.0	a	38.0	mm
Tamaño	3	de	38.0	a	64.0	mm

Los tres tamaños tendrán una gradación comprendida entre los límites especificados en la norma ICONTEC 174.

El Interventor aprobará la utilización de cada uno de los tamaños según el diámetro y la separación de las varillas de refuerzo y la clase de concreto de acuerdo a la norma 3.3.3 del ACI 318-77.

Si el Interventor considera que la calidad del agregado grueso de una fuente dada puede mantener las calidades especificadas antes, el material podrá aceptarse con base únicamente en los resultados de las granulometrías.

- **Agregado fino**

El agregado fino consistirá en arena natural que cumpla con la norma ICONTEC 174. Arena artificial o fabricada no se aceptará.

El contenido de materia orgánica se ensayará y analizará de acuerdo con la norma ICONTEC 127.

El agregado fino para el concreto no podrá contener arcilla, limo u otras sustancias extrañas.

La granulometría de la arena natural, según los análisis de tamices, deberá conformarse a los requisitos de la norma ICONTEC 174.

El módulo de finura estará entre 2.3 y 3.1 de acuerdo a la norma ICONTEC 174.

El agregado fino deberá tener no menos del 100% de la resistencia a la tensión y a la compresión obtenidas con morteros de las mismas proporciones y consistencia, fabricados

con el mismo cemento y arena estándar de Ottawa, resistencia medida según el ensayo de resistencia de mortero ejecutado según la norma ICONTEC 579.

Si el Interventor considera que la calidad del agregado fino de una fuente dada puede mantener las calidades especificadas antes, el material podrá aceptarse con base únicamente en los resultados de las granulometrías.

- **Agua**

El agua que se utilice en la fabricación de concreto o mortero, como también en el proceso de curado, debe decirse a la norma ACI 318-77 numeral 3.4.

Toda agua que se utilice en la fabricación de concreto deberá ser aprobada por el Interventor antes de utilizarla.

- **Acero de refuerzo**

El acero de refuerzo incluirá todas las varillas de acero que se usen como refuerzo en las estructuras de concreto.

Las especificaciones para acero de refuerzo deben consultarse en la sección aceros.

- **Aditivos**

Los aditivos que se podrán agregar a la mezcla, previa aprobación u orden del Interventor, son:

1. Acelerantes: Sikacrete de Sika, o similar.
2. Retardadores: Plastiment VZ de Sika; Daratard HC de Grace; MB-HC de Master Builders; Protard de Protex, o similares.
3. Plastificantes: Plastocrete de Sika; WRDA-HC de Grace, o similares.
4. Curadores de concreto: Antisol Rojo de Sika, Curaseal de Toxement, (de uso obligado) o similares.
5. Reparaciones: Sika Top 121 y 122, Sikadur 41 mortero de Sika, o similares.
6. Adhesivos: Colmadur 31 de Sika, o similar.

Todos los aditivos utilizados en el concreto deberán cumplir con la norma ICONTEC 1299.

TRABAJOS PRELIMINARES

La fuente y calidad de los materiales para el concreto y las proporciones en que se mezclarán para el trabajo deberán presentarse al Interventor para su revisión antes de iniciar cualquier obra de concreto.

Se deben presentar informes certificados de un laboratorio independiente para los materiales y el diseño de la mezcla.

La revisión de estos informes será la base para la aceptación general solamente; Esto no exonera al Contratista del cumplimiento continuado de los requisitos estipulados en las presentes especificaciones.

- **Agregados**

Los informes de los ensayos sobre agregados deben incluir los siguientes datos:

Agregados Finos

1. Localización y descripción de la fuente.
2. Gradación y dureza.
3. Sustancias Extrañas.

Agregados Gruesos

1. Localización y descripción de la fuente.
2. Gradación y pérdida por abrasión.
3. Sustancias extrañas.
4. Resultados de las pruebas con sulfato de sodio o magnesio.

El Interventor podrá ordenar cualquier tipo de prueba para verificar el cumplimiento de la norma ICONTEC 174.

- **Diseño de Mezcla**

Con los materiales para el concreto, aceptados por el Interventor, el Contratista diseñará una mezcla tentativa, la cual se ensayará para cada uno de los tamaños de gradación de los agregados y para cada consistencia que se desee para obtener y usar en la obra.

El informe para cada mezcla tentativa deberá contener los siguientes datos:

- ❖ Esfuerzo de compresión basado en las pruebas a los 7, 28 y 56 días.
 - ❖ Asentamiento sobre el cual se basó el diseño.
 - ❖ Tiempo de fraguado inicial.
 - ❖ Relación agua-cemento.
 - ❖ Marca, tipo, composición y cantidad de cemento.
 - ❖ Gravedad específica y gradación de cada agregado.
 - ❖ Relación de los agregados finos al total de agregados.
- Peso (Seco, superficialmente) de cada agregado por metro cúbico de concreto.
 - Marca, tipo, norma ICONTEC de los aditivos y su cantidad en la mezcla.

- **Pruebas**

Las proporciones de cemento, agregados y aguas necesarias para producir un concreto de la resistencia requerida, serán controladas por el Interventor por medio de pruebas y ensayos en los agregados y el concreto resultante, los cuales se le harán con la frecuencia que designe el Interventor, por cuenta del Contratista.

Los agregados deberán ser muestreados y separados según la norma ICONTEC 129. La gradación de los agregados se hará de acuerdo a la norma ICONTEC 77; se sacará una muestra por cada 50 toneladas de agregado y por cada 100 toneladas de agregado grueso.

Las gravedades específicas de cada agregado se calcularán bajo las normas ICONTEC 176 y 237.

Las pruebas de asentamiento deberán hacerse por cada mezcla de 30 m³ de acuerdo a la norma ICONTEC 396.

Una muestra para el ensayo de resistencia a la compresión constará de tres series de tres cilindros cada una. Se tomará una muestra por cada 10 m³ de mezcla y por cada clase de concreto. Si el Interventor lo estima necesario, ordenará la toma de muestras adicionales.

Las tres series se ensayarán, la primera a los 7 días, la segunda a los 28 días, y la tercera a los 56 días, utilizando como guía las curvas de coeficientes de resistencia.

Los cilindros para los ensayos deberán ser hechos, curados y almacenados de acuerdo con la norma ICONTEC 673.

Las pruebas de fraguado inicial se deberán hacer de acuerdo a la norma ICONTEC 890.

- **Almacenamiento**

Los materiales se almacenarán de forma tal que sean accesibles a la inspección.

El cemento se almacenará en un edificio que lo proteja de la intemperie y la humedad. Los sacos se colocarán en pilas sobre pisos que no permitan el humedecimiento del cemento y a una distancia no menor de 30 cm de las paredes. Se deberá retirar primero el cemento que tenga mayor tiempo de almacenado.

No se permitirá la utilización de cemento endurecido o con grumos.

Los agregados se almacenarán sobre plataformas de madera. Los distintos tipos y tamaños de agregados fino y grueso, se deberán almacenar en montones separados.

REQUISITOS DE LA MEZCLA

Las mezclas de concreto deberán diseñarse y el concreto deberá controlarse dentro de los siguientes límites:

- **Contenido de cemento**

El contenido de cemento en la mezcla será de tal forma que el concreto cumpla con las condiciones especificadas en el diseño de la mezcla.

Para cumplir este propósito, el Contratista deberá chequear constantemente el diseño de la mezcla con base en los ensayos.

b. Agua

El contenido total de agua en el concreto no deberá exceder de 54 litros por cada 100 kilos de

cemento en la mezcla.

c. Asentamientos

El asentamiento no deberá ser mayor de 10 cm, a menos que el Interventor lo autorice por escrito.

- **Relación de agregados finos al total de agregados**

La relación de agregados finos al total de agregados, con base en los volúmenes de sólidos, deberá ser:

Tamaño agregado grueso	Relación mínima	Relación máxima
13 mm	0.40	0.55
19 mm	0.35	0.50
25 mm	0.30	0.46

- **Fraguado inicial**

El fraguado inicial, determinado según el ensayo de ICONTEC 890, deberá ocurrir 5 ½ “1 horas después de efectuada la mezcla.

- **Aditivos**

La aplicación de los aditivos, en relación con el método y el tiempo de añadirlos, estará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de manera que se cumpla con estas especificaciones.

FORMALETA

La formaleta deberá diseñarse para producir un concreto endurecido que tenga la forma, los alineamientos y las dimensiones que se muestran en los planos. Las formaletas deberán cumplir con la norma ACI 347 y las condiciones adicionales que se dan a continuación:

- **Materiales**

La madera que se use en la construcción de las formaletas para la estructura de concreto será laminada, o deberá ser cepillada o machihembrada del lado de las superficies que hayan de quedar expuestas. Deberá estar exenta de bombeos, abultamientos y nudos flojos, ser sana y de espesor uniforme. La madera sin ser cepillada, de no más de 20 cm de ancho, de bordes sanos y cuadrangulares, podrá usarse para respaldar superficies que no hayan de quedar expuestas al finalizar la obra. No se permitirá el uso de madera de menos de 2.5 cm de espesor nominal, excepto cuando se la use como revestimiento de las formaletas.

El Contratista deberá utilizar formaletas fabricadas con madera laminada, prensada o machihembrada cepillada, para las superficies que quedarán a la vista y superficies proyectadas para trabajar en contacto con agua.

Las formaletas para las superficies a la vista y para las superficies proyectadas para trabajar en contacto con agua, deberán ser colocadas de manera regular y uniforme con la mayor dimensión de los paneles en el sentido vertical y todas las juntas alineadas. La formaleta no deberá producir superficies cóncavas, convexas o irregulares. La desviación máxima de la superficie plana no deberá exceder de 2 mm por metro.

Formaletas planas de segmentos no mayores de 60 cm podrán usarse para formar superficies curvas de diámetro mayor de 7 m.

La superficie de los sitios en donde se vaya a colocar el concreto sobre gravas o roca partida, que contenga por lo menos un 25% del material que pase por el tamiz No.4, deberá cubrirse, para prevenir que el concreto pierda agua, con una capa de 5 cm de concreto para solados.

Las formaletas se podrán usar por segunda vez, siempre que se las haya limpiado cuidadosamente y no presenten abultamientos ni combaduras y el Contratista se comprometa a no utilizar las formaletas que rechace el Interventor.

- **Diseño**

Las formaletas deberán ser fuertes y ajustadas para prevenir el escape del mortero. Las formaletas deberán ser arriostradas con los tensores para mantenerlas en la posición

requerida, para que conserven la forma y los alineamientos durante y después de la colocación del concreto.

La cimbra que se use para soportar las formaletas se deberá apoyar sobre durmientes que se asienten en fundaciones firmes, de manera que no ocurran asentamientos ni deformaciones de las formaletas cuando el concreto se vacíe en ellas.

Las vigas y las losas que se apoyarán en columnas de concreto deberán ser formaleteadas de manera de permitir el retiro de las formaletas de las columnas sin que se disturben los apoyos de las formaletas de dichas vigas o placas.

Cuando las partes superiores de los muros vayan a quedar expuestas a la intemperie, la formaleta de por lo menos uno de los lados no deberá sobresalir de la superficie superior del muro y deberá ser alineada y colocada a la cota indicada. En otros puntos, las formaletas para el concreto de muros se terminarán en pendiente o según contornos establecidos, se deberán colocar según el alineamiento y el nivel o se colocará un listón de madera como guía al nivel apropiado, de manera que la superficie pueda ser terminada con regla o plantilla. En las juntas de construcción horizontales de los muros, la formaleta de un lado no deberá sobresalir más de 60 cm por encima de la junta.

El diseño de las formaletas deberá ser aprobado por el Interventor antes de construirlas.

- **Separadores y Tensores**

No se permitirá el uso de separadores de concreto o madera para espaciar parrillas de acero de refuerzo entre sí; deberá hacerse con ganchos del mismo refuerzo de tal forma que se soporten las presiones de formaleteado y fundida conservando la separación entre las mismas. Para la separación de las parrillas contra la formaleta para garantizar el recubrimiento mínimo, se podrán utilizar separadores de concreto en forma, dimensiones y calidad aprobadas por el Interventor, únicamente en la cara que no esté en contacto con el agua o quede a la vista.

Para la separación entre formaletas, se deberán utilizar separadores y tensores de extremos removibles, con una parte que quede permanentemente embebida en el concreto y que tenga suficiente fortaleza y rigidez para soportar y mantener la formaleta en la posición y

alineamientos adecuados, sin tener que recurrir a separadores auxiliares. Se deberán colocar conos en los extremos de cada tensor para permitir que la porción embebida quede por lo menos a 3 cm de la cara del concreto.

Las partes embebidas de los tensores que no tengan extremos roscados, deberán construirse de manera que se puedan romper fácilmente sin dañar el concreto para remover los extremos.

Todos los boces deberán ser rectos, de anchura uniforme y cepillados.

d. Recubrimientos

Antes de vaciar el concreto en las formaletas, el interior de éstas deberá recubrirse con una capa de compuesto aprobado y que no manche el concreto; este compuesto se deberá aplicar antes de colocar el hierro de refuerzo.

- **Remoción de las formaletas**

Las formaletas no deberán removerse o aflojarse hasta que el concreto haya alcanzado resistencia suficiente para soportar con seguridad todas las cargas vivas o muertas. Los soportes debajo de las vigas y losas deberán dejarse en sitio y reforzarse como sea necesario para soportar el equilibrio de construcción o los materiales que se coloquen sobre las losas. La remoción de las formaletas deberá hacerse con cuidado para evitar desportillar las esquinas o aristas y causar otros daños al concreto.

REFUERZO

El refuerzo deberá ser doblado con exactitud y estar libre de óxido, escamas y sustancias contaminantes que puedan reducir su adherencia. A menos que se muestre en otra forma en los planos, o se especifique, los detalles de doblaje deberán hacerse de acuerdo con las normas 315 y 318 del ACI.

- **Doblado**

Para acomodarse en la forma indicada en los planos, las varillas de acero se doblarán en frío. No se permitirá doblar las varillas salientes del concreto una vez que éste haya sido colocado.

Se entregarán al Contratista instrucciones completas sobre la manera de reforzar todos los elementos de las estructuras según los planos que acompañan estas especificaciones.

- **Colocación**

Todo el acero de refuerzo ha de quedar colocado en su debido sitio sobre soportes de cubos de mortero, de dosificación igual a la del concreto en cuanto a cemento y arena, formaletas u otros elementos y deberá ser asegurado en su sitio con amarres adecuados. No se permitirá soldadura en los puntos de cruce.

El espacio entre el acero y las formaletas se mantendrá mediante amarres, espaciadores y otros soportes que deben ser aprobados por el Interventor. No se permitirá el uso de bloques de madera.

- **Recubrimientos**

El recubrimiento de las varillas de refuerzo deberá ser, para cada parte de la obra, el mostrado en los planos respectivos.

- **Traslapos**

Los traslapos deberán ser hechos de acuerdo con los detalles que se muestran en los planos. Los traslapos que sea necesario hacer en sitios diferentes a los que se muestran en los planos, deberán ser aprobados por el Interventor antes de la ejecución.

La soldadura de refuerzo estará prohibida con excepción de los sitios que se muestran en los planos. Todos los empalmes para los sitios no especificados en los planos deberán tener una longitud no menor de 40 veces el diámetro nominal de las varillas.

EQUIPO

Se requieren principalmente equipos para transporte de material del relleno y para la eventual adecuación de la superficie sobre la cual se construirán los gaviones, así como herramientas manuales para las operaciones de tensionamiento, amarre y cierre de las canastas metálicas.

MEDIDA

La unidad de medida de cada sistema se hará por unidad (Und) instalado con las medidas especificadas o a la ordenada por la Interventoría.

UNIDAD

UNIDAD

PAGO

El pago de la unidad de estructura se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato. Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales para el gavión y la mezcla del concreto y para sellos; por toda la planta, equipo, herramientas y mano de obra, por todos los transportes, dentro y fuera de la obra; por la administración, la utilidad y por todos los demás costos necesarios para construir la estructura de concreto a satisfacción del Interventor.

Deberá incluirse también el costo de los aditivos necesarios y de las muestras y ensayos de laboratorio que la Interventoría ordene sobre los materiales que el Contratista se proponga utilizar.

Si los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días no están de acuerdo con la norma 4.8.4.1 del ACI 318-77, el Interventor procederá a efectuar un análisis de los ensayos a los 56 días con base en los coeficientes de resistencia.

Si en estos ensayos continúa la discordancia con la norma mencionada, se efectuarán ensayos de núcleo (coredrill) de acuerdo con la norma 4.8.4.2. del ACI 318 – 77.

Los resultados de tales pruebas deberían concordar con lo exigido por la norma 4.8.4.4. del ACI 318 – 77; en caso contrario, se ordenará la demolición de la estructura.

Los costos de las pruebas de control de calidad sobre concretos que hayan sido rechazados con prueba de control preliminar, según por cuenta del Contratista.

MANEJO INTEGRAL DEL SISTEMA AMBIENTAL

Los materiales que se utilicen en esta actividad como lo son el geodren deben encontrarse en perfectas condiciones para garantizar la construcción de un drenaje durable y adecuado para el abatimiento de las líneas hidráulicas de infiltración interna del talud.

El material debe ser almacenado en sitios secos, cubiertos de la intemperie para evitar su deterioro.

Los residuos de esta actividad deben ser llevados a los sitios autorizados por la INTERVENTORIA para su disposición final.

Al terminar esta actividad se debe hacer una limpieza, para evitar en mayor medida, no queden residuos de material sobre el geodren

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

6.11. DEMOLICIÓN MECÁNICA DE CONCRETO HASTA E=10CM. NO INCLUYE CARGUE NI RETIRO

GENERALIDADES

Bajo esta sección se demolerán todas las estructuras de concreto que se muestren en los planos o se necesiten para completar la obra a juicio del Interventor.

El concreto a demoler consiste en una mezcla de cemento Pórtland, agua, agregado fino y agregado grueso.

TRABAJOS PRELIMINARES

Las áreas a demoler deber ser marcadas o delimitadas y para el trabajo deberán presentarse al Interventor para su revisión antes de iniciar cualquier actividad de demolición.

DEMOLICIÓN

Los límites de cada demolición de concreto deberán ser establecidos por el Contratista y aprobados por el Interventor. Dentro de estos límites el concreto deberá ser demolido en una operación de tal forma que se deberán utilizar los métodos, la maquinaria y el personal necesarios para lograr la demolición del concreto.

Las reparaciones de las superficies si es el caso deberán hacerse únicamente con el personal experto en este tipo de trabajo, y bajo la vigilancia del Interventor.

El Contratista deberá corregir, a su costa, todas las imperfecciones que se encuentren para que las superficies se conformen con todos los requisitos exigidos por estas especificaciones.

MEDIDA

El concreto se medirá para el pago según el área obtenida a partir de los contornos netos de las estructuras demolida mostrados en los planos y que hayan sido demolidas en un todo de acuerdo con estas especificaciones y lo prescrito por el Interventor.

UNIDAD

M2

PAGO

El pago del concreto se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato.

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el área demolida.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.

6.12. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA SANITARIA DE 2" - PASAMUROS O LLORADEROS

GENERALIDADES

Es objeto de esta especificación establecer los requisitos que deben cumplir las tuberías de cloruro de polivinilo PVC para la construcción de lloraderos que reciben agua del relleno y entregan a la caja o cualquier otro dispositivo de recolección. Todas las tuberías de PVC que se utilicen deben cumplir con las normas NTC 369 y NTC 1748 sobre los compuestos de cloruro de poli vinilo - PVC. La tubería deberá ser de sección circular, con longitud máxima para cada tubo de 6.00 m. La superficie interior de los tubos debe ser uniforme, libre de asperezas, muescas, desviaciones o irregularidades de cualquier tipo.

DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Consultar recomendaciones de instalación contenidas en los catálogos del fabricante. La instalación debe realizarse de acuerdo con los requisitos de las normas NTC 3742 y 2785. Las tuberías se dispondrán en los sitios y de acuerdo con lo que se muestra en los planos.

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada programación entre las actividades de vaciado de cajas u otros dispositivos de recolección de aguas de manera que faciliten la disposición final dentro de éstos. La construcción sólo será autorizada por el Interventor cuando la formaleta tenga la disposición adecuada antes de realizar el vaciado.

Se deben inspeccionar los tubos antes de su ubicación para verificar que no existan daños notables o deformaciones excedidas. En ninguno de los casos se permitirá uniones en la tubería, deberá ser continua. La tubería se puede ensamblar a mano, o con una barra y un bloque de madera sobre el tubo haciendo palanca. Nunca se debe golpear la tubería al instalarla. Después de la instalación y lo más rápidamente posible se debe efectuar el vaciado.

Para su almacenamiento en la obra, la tubería debe soportarse horizontalmente en toda su longitud. Si se dejan a la intemperie, los tubos deberán cubrirse con polietileno o papel encerado.

MEDIDA

La medida de los trabajos ejecutados bajo el alcance atrás anotado se hará por metro lineal (ml).

UNIDAD

ml

PAGO

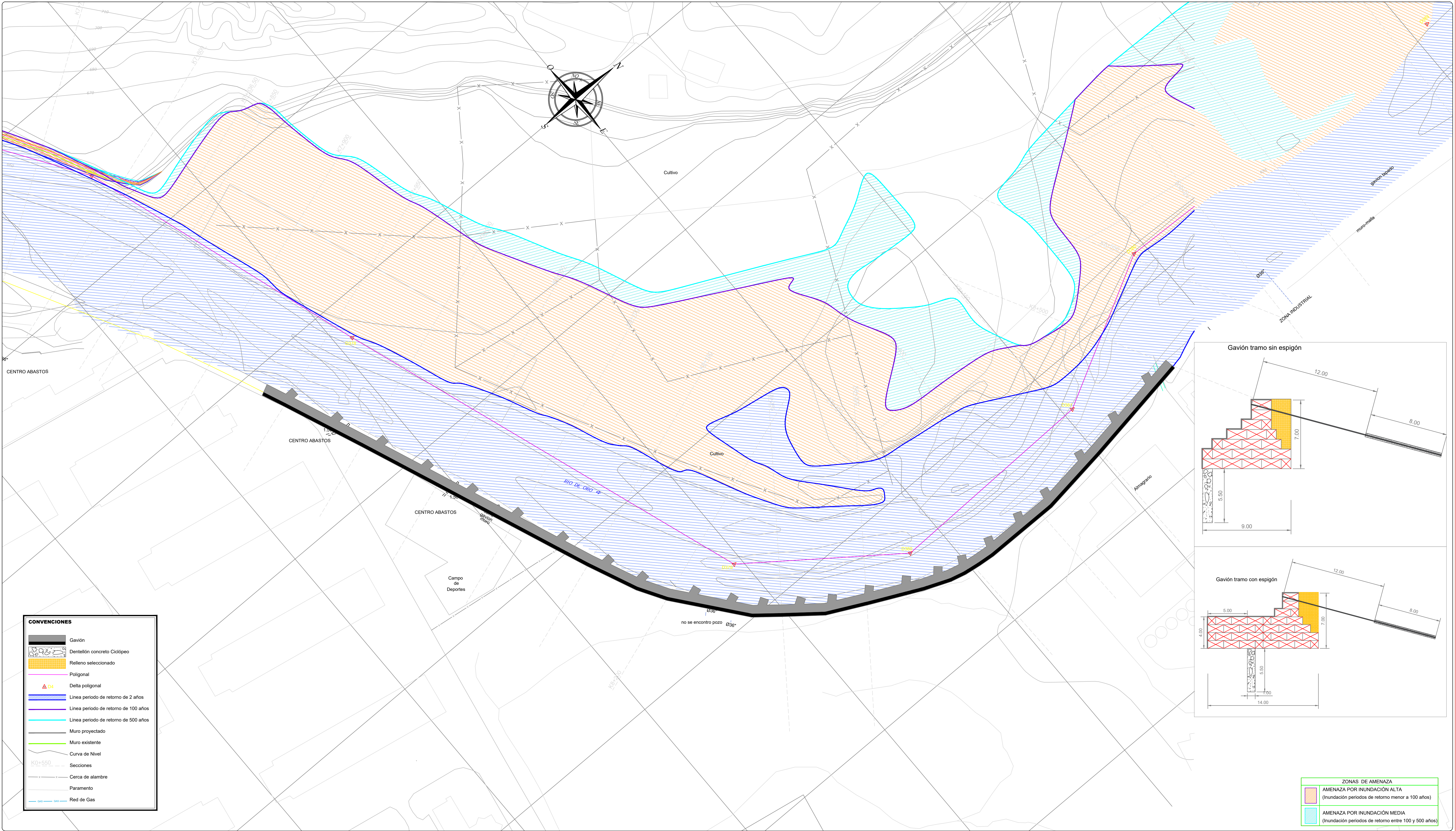
El ítem se pagará al CONTRATISTA, al precio consignado en el formulario de precios para el ítem correspondiente. Dicho precio deberá incluir la mano de obra, los materiales, los equipos, y los costos directos e indirectos requeridos para la correcta ejecución de las actividades, durante todo el plazo del Contrato.

SISTEMA DE GESTIÓN SISO

Hace referencia a todo el conjunto de acciones, actividades o procesos encaminados a proteger a los trabajadores previniendo que presenten accidentes de trabajo o enfermedades laborales en el desarrollo específico de esta actividad.



ANEXO 3: PLANOS



CONVENCIONES

Gavión

Dentellón concreto Ciclópeo

Relleno seleccionado

Poligonal

Delta poligonal

Linea periodo de retorno de 2 años

Linea periodo de retorno de 100 años

Linea periodo de retorno de 500 años

Muro proyectado

Muro existente

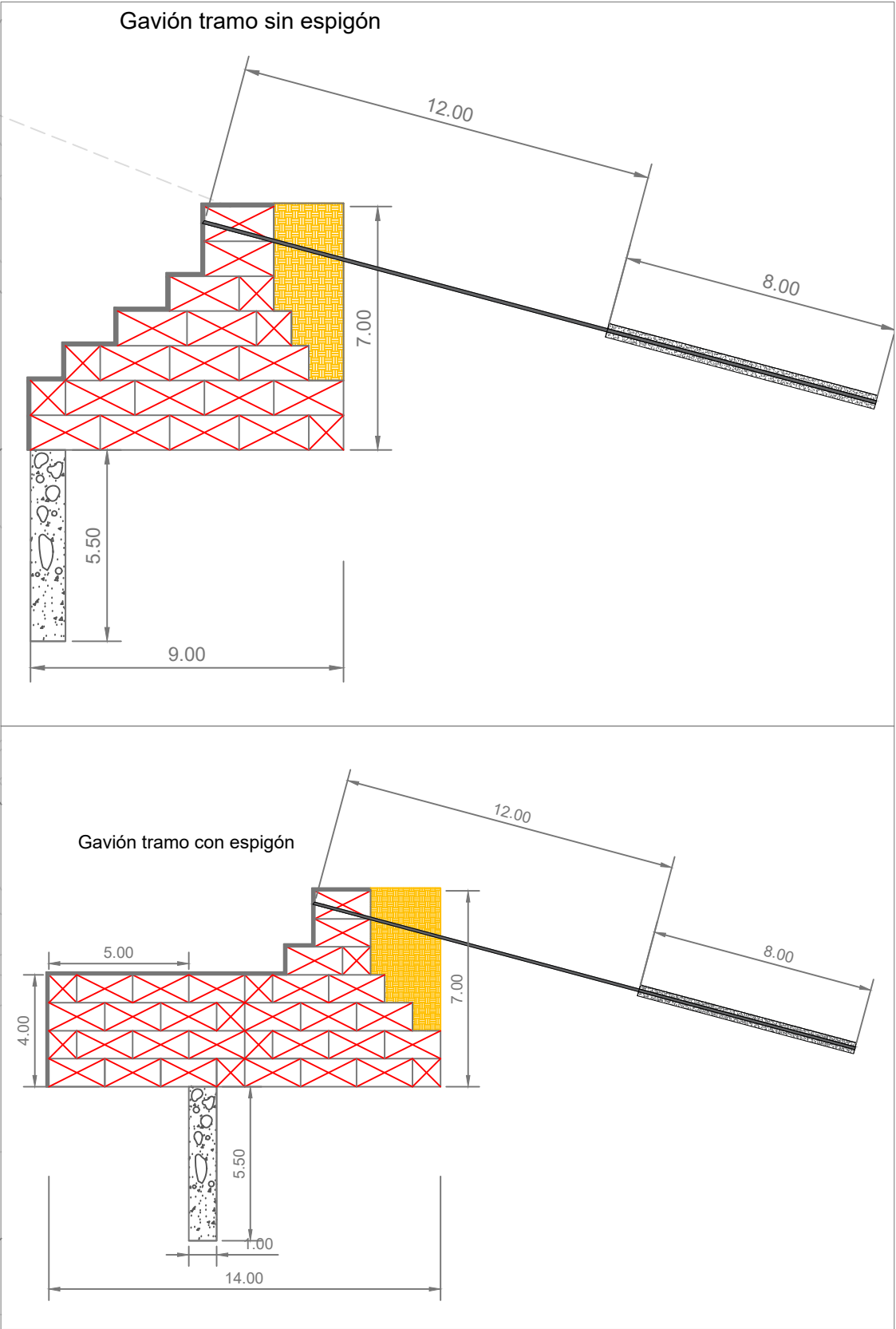
Curva de Nivel

Secciones

Cerca de alambre

Paramento

Red de Gas



ZONAS DE AMENAZA

AMENAZA POR INUNDACIÓN ALTA
(Inundación periodos de retorno menor a 100 años)

AMENAZA POR INUNDACIÓN MEDIA
(Inundación periodos de retorno entre 100 y 500 años)

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

DISEÑO Y CALCULO

EDGAR JAVIER LEAL ARCHILA
Matrícula Profesional 68202132453 STD

REVISO

JESÚS EVELIO SANCHEZ SANCHEZ
Coordinador Grupo Gestion del Riesgo

LEV. TOP. : J. S. A.
DIGITALIZO : E.J.L.A.
REVISO : J.E.S.S.
FECHA : Marzo de 2023
ESCALA : 1 : 1000

APROBADO

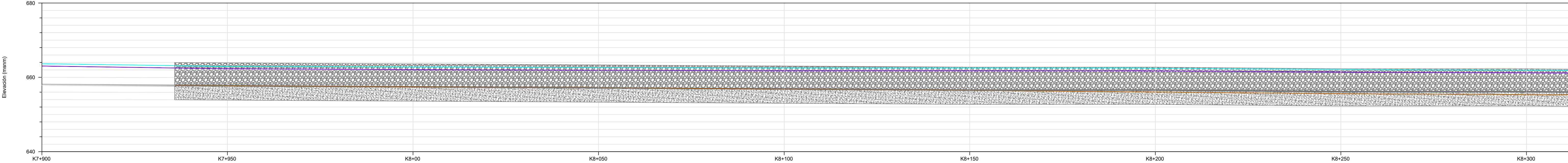
REVISIONES		
REFERENCIA	FECHA	RESPONS.

ESTUDIO DE ACTUALIZACION DE AMENAZA POR INUNDACIÓN DEL RIO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS

ANALISIS HIDRAULICO PLANTA INUNDABLE CON MURO PROYECTADO K7+880.00 a K8+500.00

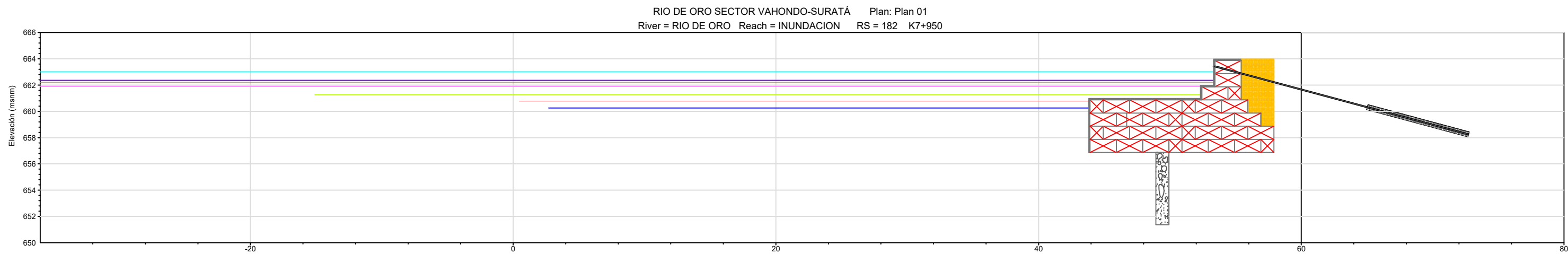
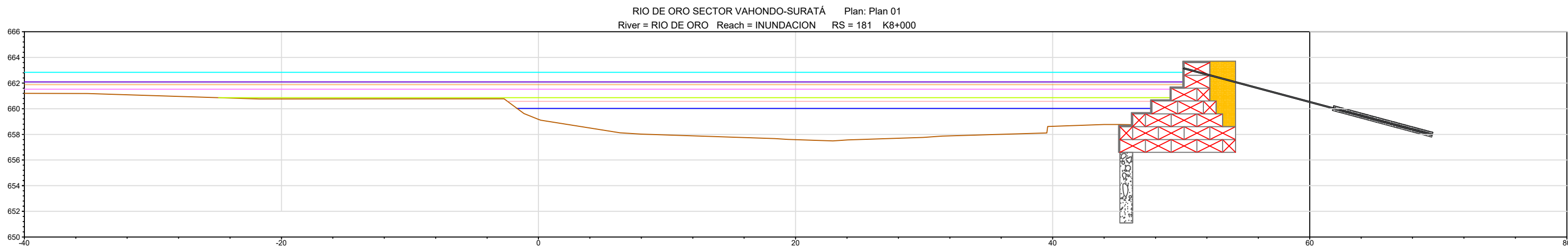
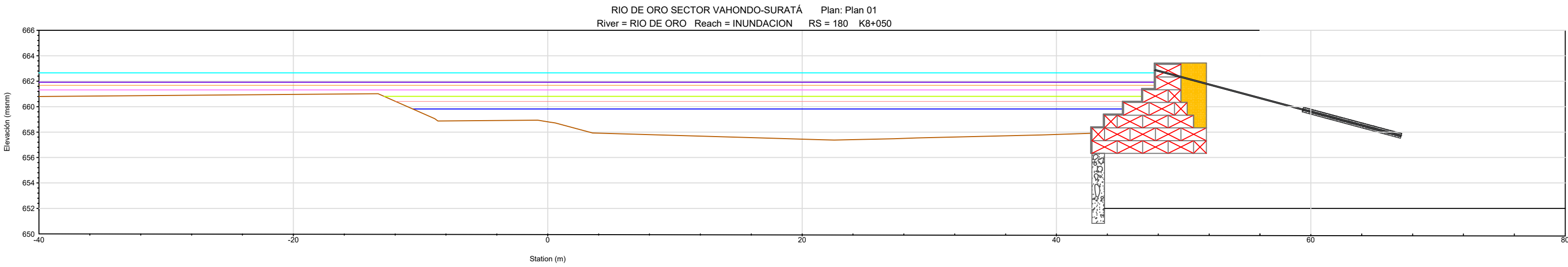
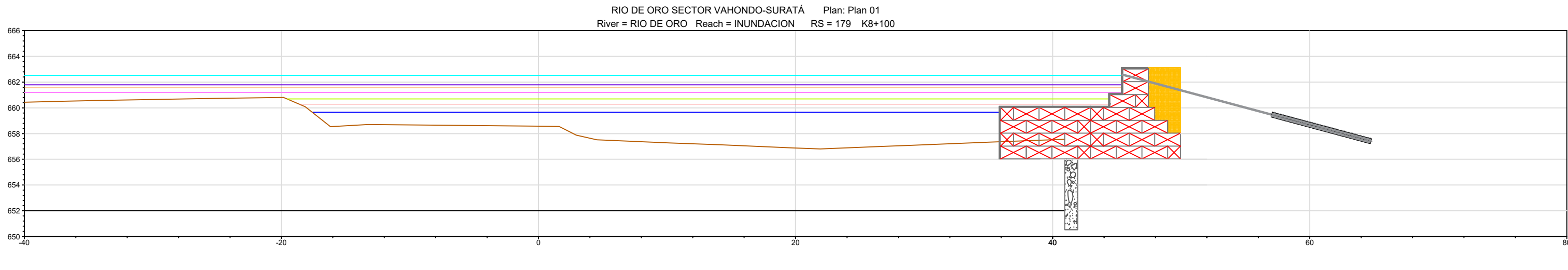
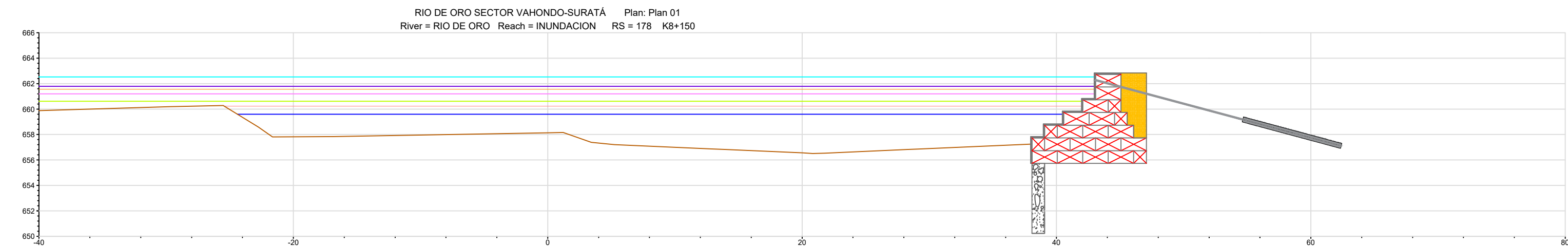
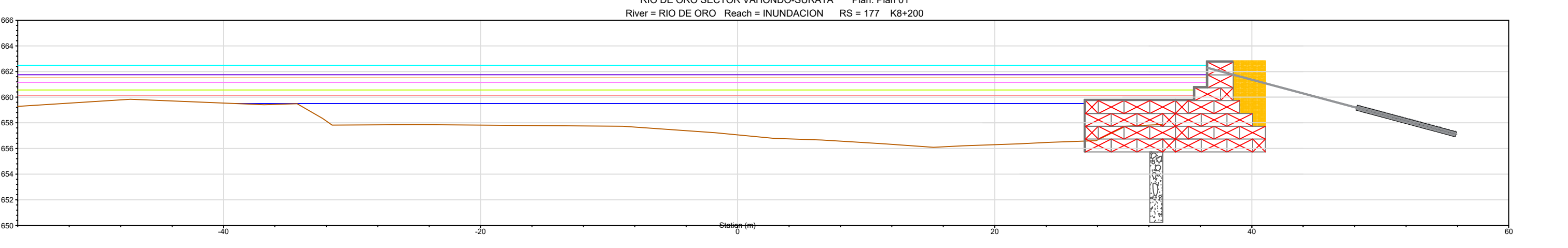
PLANO 1 DE 3

RIO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS
PERFIL LONGITUDINAL CON OBRAS



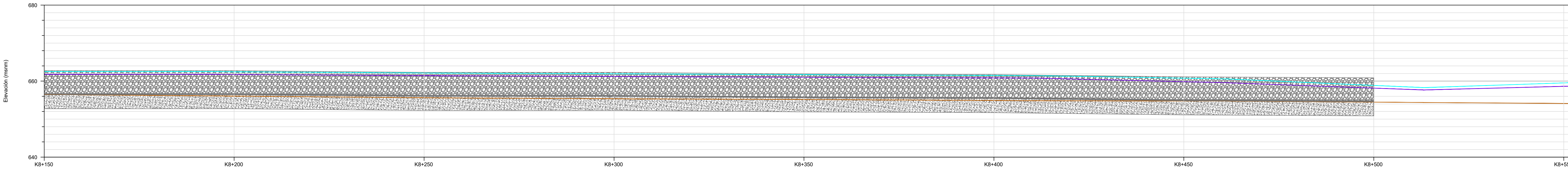
ESCALA 1:500

ESCALA 1:250



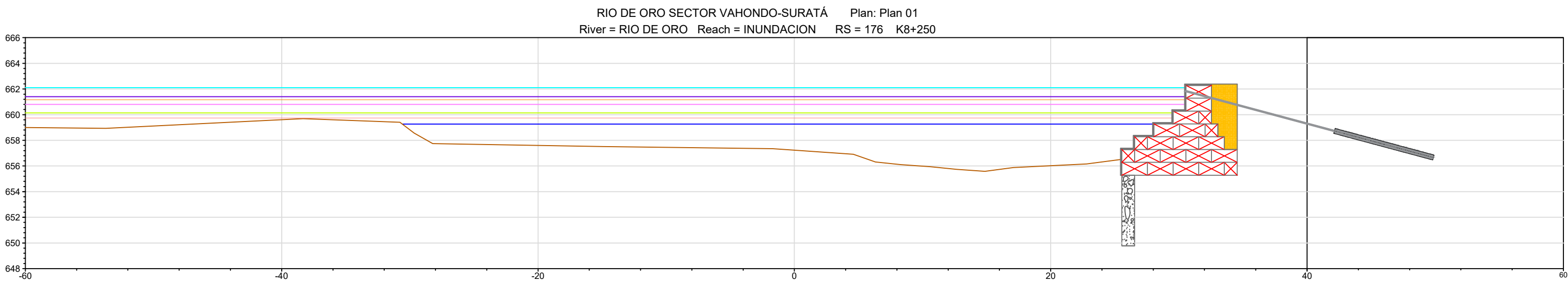
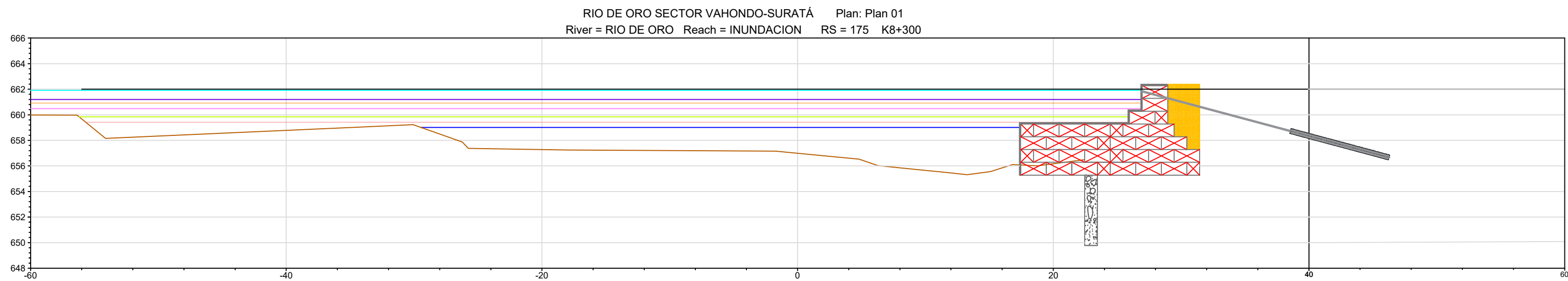
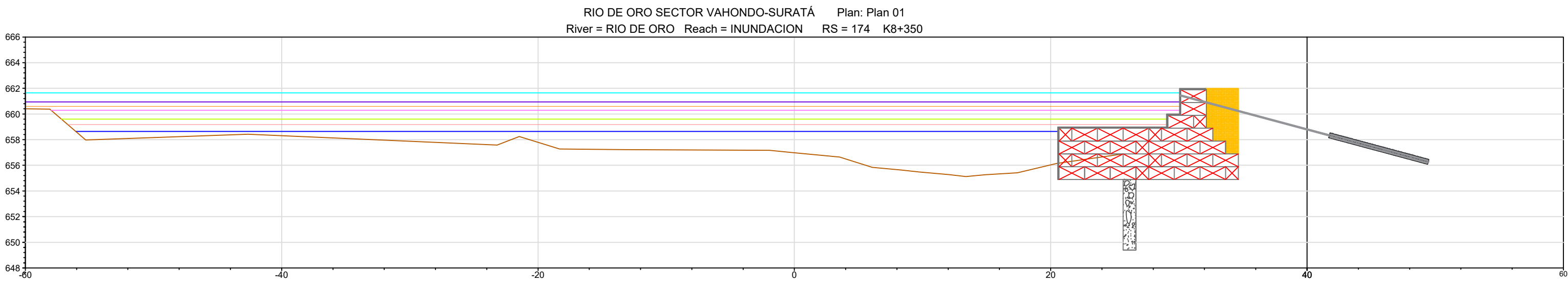
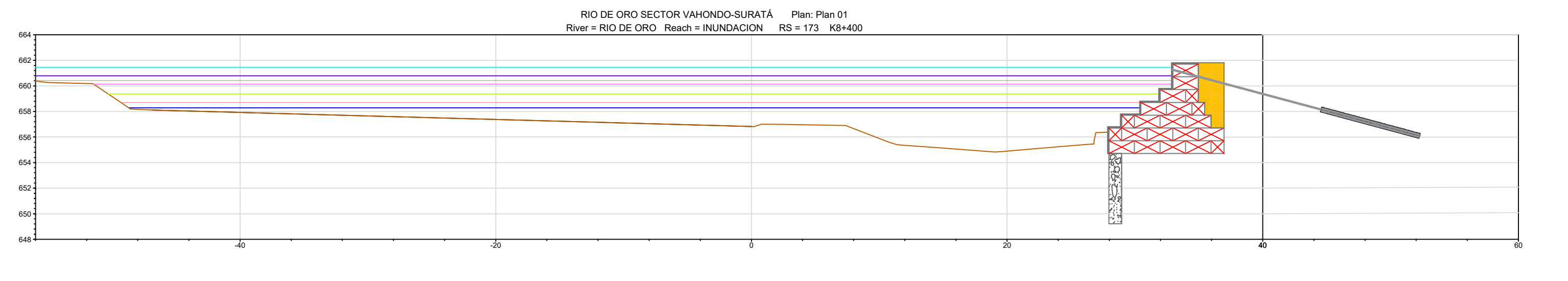
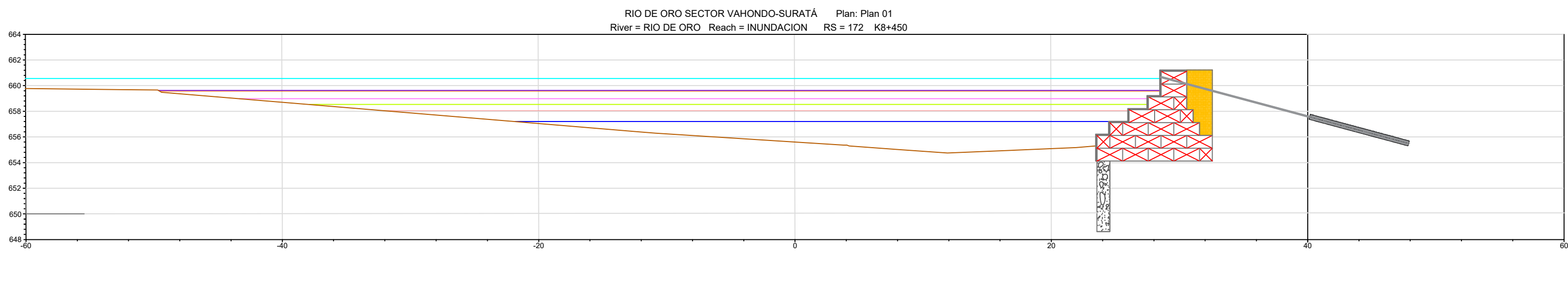
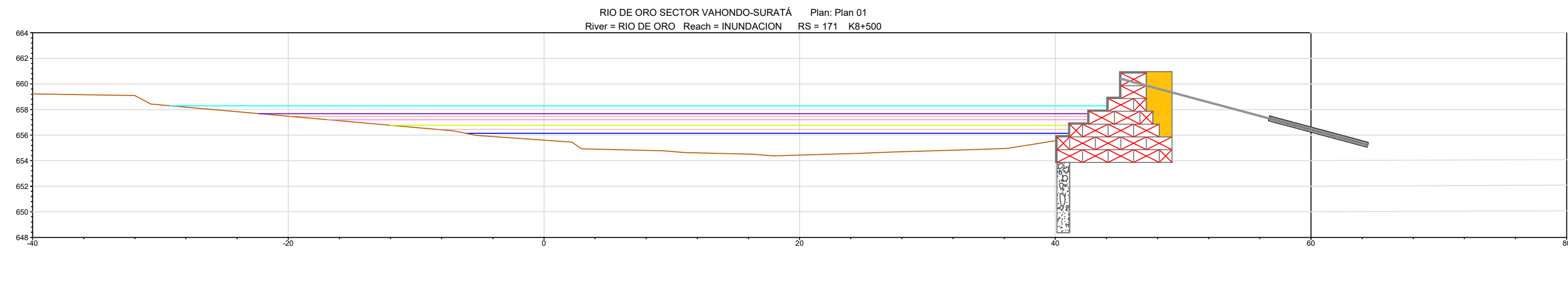
CONVENCIONES	
	Gavión
	Colchón en gavión 0.30 m de espesor
	Dentellón concreto Ciclópeo
	Relleno seleccionado
	Línea periodo de retorno de 100 años
	Línea periodo de retorno de 500 años
	Terreno natural

RIO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS
PERFIL LONGITUDINAL CON OBRAS



ESCALA 1:500

ESCALA 1:250



CONVENCIONES	
	Gavión
	Colchón en gavión 0.30 m de espesor
	Dentellón concreto Ciclópeo
	Relleno seleccionado
	Línea período de retorno de 100 años
	Línea período de retorno de 500 años
	Terreno natural

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DE LA AMENAZA POR INUNDACION PARA LA REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO DE ORO EN EL SECTOR CENTROABASTOS, MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

DISEÑO Y CALCULO
EDGAR JAVIER LEAL ARCHILA

REVISOR
JESÚS EVELIO SÁNCHEZ SÁNCHEZ

LEV. TOP. : J. S. A.
DIGITALIZO : E.J.L.A.
REVISOR : J.E.S.S.
FECHA : Marzo de 2023
ESCALA : 1 : 1000

APROBADO

REVISIONES		
REFERENCIA	FECHA	RESPONS.

ESTUDIO DE ACTUALIZACION DE AMENAZA POR INUNDACIÓN DEL RIO DE ORO SECTOR CENTROABASTOS

ANALISIS HIDRAULICO
PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES TRANSVERSALES
K8+250.00 a K8+500.00

PLANO 3 DE 3

Obras de Control de Cauce sector Centroabastos Jees.dwg