



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA,
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL



Trabajo final de grado: alumno: **Tomás Ramo Maicas**

tutor: **Luis Blanch Puertes**

Septiembre 2016

1- Introducción al proyecto a ejecutar.

1.1 La empresa.

1.2 El país.

1.3 La obra.

2- Cartografía del proyecto. Análisis de necesidades topográficas.

2.1 Sistemas de referencia y vértices de proyecto.

2.2 Análisis de la cartografía de proyecto.

3- Levantamientos topográficos iniciales. Uso de drones.

4- Apoyo topográfico a la obra. Densificación de bases de replanteo.

5- Aplicación topográfica a la ejecución de la obra. Instrumentos y métodos.

6- Anejos: planos y listado de coordenadas.

6.1- Listado de coordenadas.

6.2- Listado de instrumental utilizado.

6.3- Listado de planos.

1- Plano de situación de la obra y sector N°35 a estudio.

2- T.N. de proyecto, cartografía aportada y bases.

3- T.N. Ortofoto y cartografía densificada por MARCO.

4- Diseño de sistema de riego.

4.1 Plano en planta.

4.2 Perfiles longitudinales.

4.2.1- Perfil longitudinal Canal de alimentación (CAM)

Perfil longitudinal Canal Principal 1 (CP1)

4.2.2- Perfil longitudinal Canal secundario 1 (CA1-CP1)

Perfil longitudinal Canal secundario 2 (CA2-CP1)

4.2.3- Perfil longitudinal Canal secundario 3 (CA3-CP1)

Perfil longitudinal Canal secundario 4 (CA4-CP1)

4.2.4- Perfil longitudinal Canal Principal 2 (CP2)

Perfil longitudinal Canal secundario 1 (CA1-CP2)

Perfil longitudinal Canal secundario 2 (CA2-CP2)

4.2.5- Perfil longitudinal Canal secundario 3 (CA3-CP2)

Perfil longitudinal Canal Principal 3 (CP3)

Perfil longitudinal Canal secundario 1 (CA1-CP3)

4.2.6- Perfil longitudinal Canal secundario 2 (CA2-CP3)

Perfil longitudinal Canal secundario 3 (CA3-CP3)

Perfil longitudinal Canal secundario 4 (CA4-CP3)

Perfil longitudinal Canal secundario 5 (CA5-CP3)

1- Introducción.

El presente trabajo trata de reflejar mi experiencia como Ingeniero Técnico en Topografía, trabajando para la empresa **MARCO Senegal**, en la República de Senegal, en la obra de abastecimiento de agua y realización de nuevos regadíos en la cuenca del río Senegal.

Se pretende exponer la manera de trabajar como ingeniero técnico en topografía aportando mis conocimientos y adaptándolos a las exigencias propias del país, la empresa para la que trabajo y las exigencias técnicas de la obra a ejecutar.

1.1 La empresa.

Desde primavera del 2015 me encuentro trabajando para la empresa **MARCO Senegal**; se trata de la delegación en Senegal de la empresa española **Marco Obra Pública S.A. (MOPSA)**, ubicada en Binefar, Huesca, fundada en 1.988 y cuya actividad principal es la construcción en todas sus modalidades. <http://mopsa.es/>



Desde el inicio de la crisis económica en España, MARCO empezó su proceso de internacionalización; Perú y Senegal fueron los primeros países donde desembarcó y actualmente se encuentra también realizando importantes trabajos en Colombia, Ecuador, Bolivia y Panamá.



MARCO en el extranjero.

Aprovechando su gran parque de maquinaria de movimiento de tierras, perforación y transporte, en el 2010 MARCO, empezó en Senegal explotando canteras de fosfatos, para otras empresas internacionales. **A partir del 2012** comenzó a ofertar trabajos de movimientos de tierras para la administración senegalesa, principalmente en el sector hidráulico y agrícola, constituyéndose ya delegación oficial de la empresa en Senegal: **Marco Senegal**. <http://grupomarcosenegal.com/>

1.2 El país.

La **República de Senegal** es un estado soberano de **África Occidental** y su territorio está organizado en 14 regiones. La región donde desarrollo mi trabajo y objeto de este proyecto, es la de **San Luis**, al norte del país y frontera con Mauritania por el discurrir del río Senegal que da nombre al país.

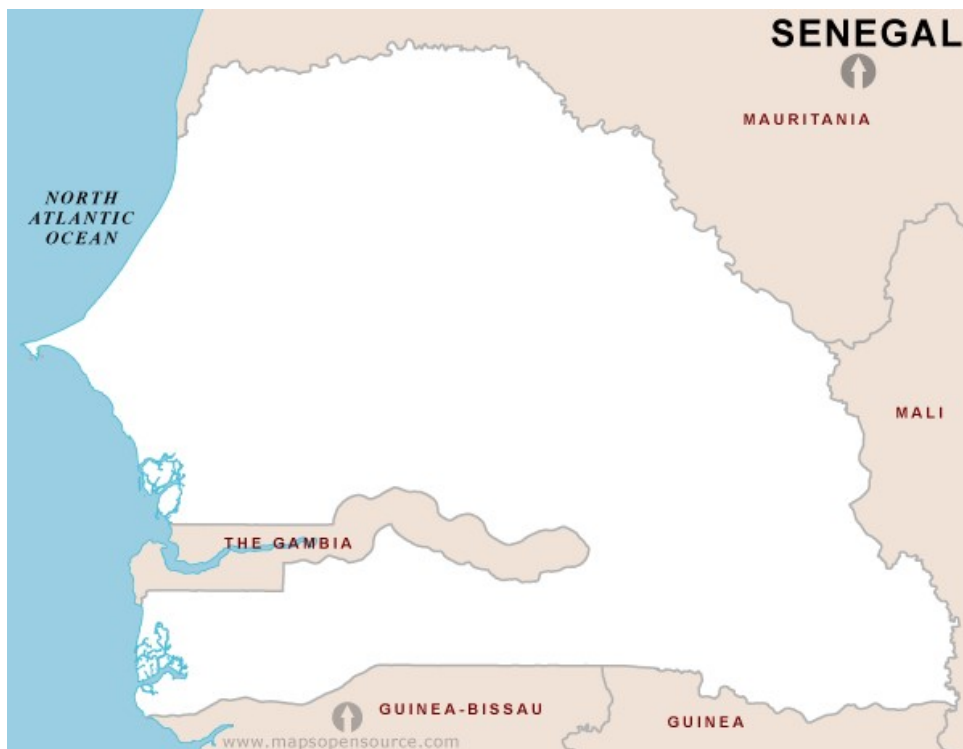


Senegal en el mundo.



región de San Luis en Senegal.

Además, Senegal limita con el océano Atlántico, con Malí, Guinea y Guinea-Bisáu, Gambia y las islas de Cabo Verde mar adentro. Es un país minúsculo si lo comparamos con sus vecinos del norte y este.



Senegal y su entorno.

La población del país se estima en aproximadamente 13 millones de personas.

El clima es tropical con dos estaciones, una seca y otra lluviosa. Pero en concreto la región de San Luis, donde se ubica la obra, es **clima saheliano** con escasas lluvias y tormentosas y concentradas en los meses de julio, agosto y septiembre. Esto es una circunstancia importante en la planificación y desarrollo de la obra pues durante los meses de lluvias el **terreno es impracticable** y se **paraliza la obra** por completo.



obra en época de lluvias.

Dakar es la capital de Senegal y se ubica en el punto más occidental del país. Las infraestructuras de transporte por carretera están en lento desarrollo y los 500 Km que separan la obra de la capital se traducen en más de 7h de viaje, lo que complica la logística de la obra.



terreno impracticable y paralización de los trabajos.



carreteras en mal estado en Senegal.

1.3 La obra.

El objetivo de la obra es dotar de agua a amplias superficies, cercanas al río Senegal e intensificar su aprovechamiento agrícola. Los sectores a irrigar, están diseminados por una extensa zona al sur del río. Son un total de 45 sectores, y su superficie total, suma más de 1000 hectáreas.



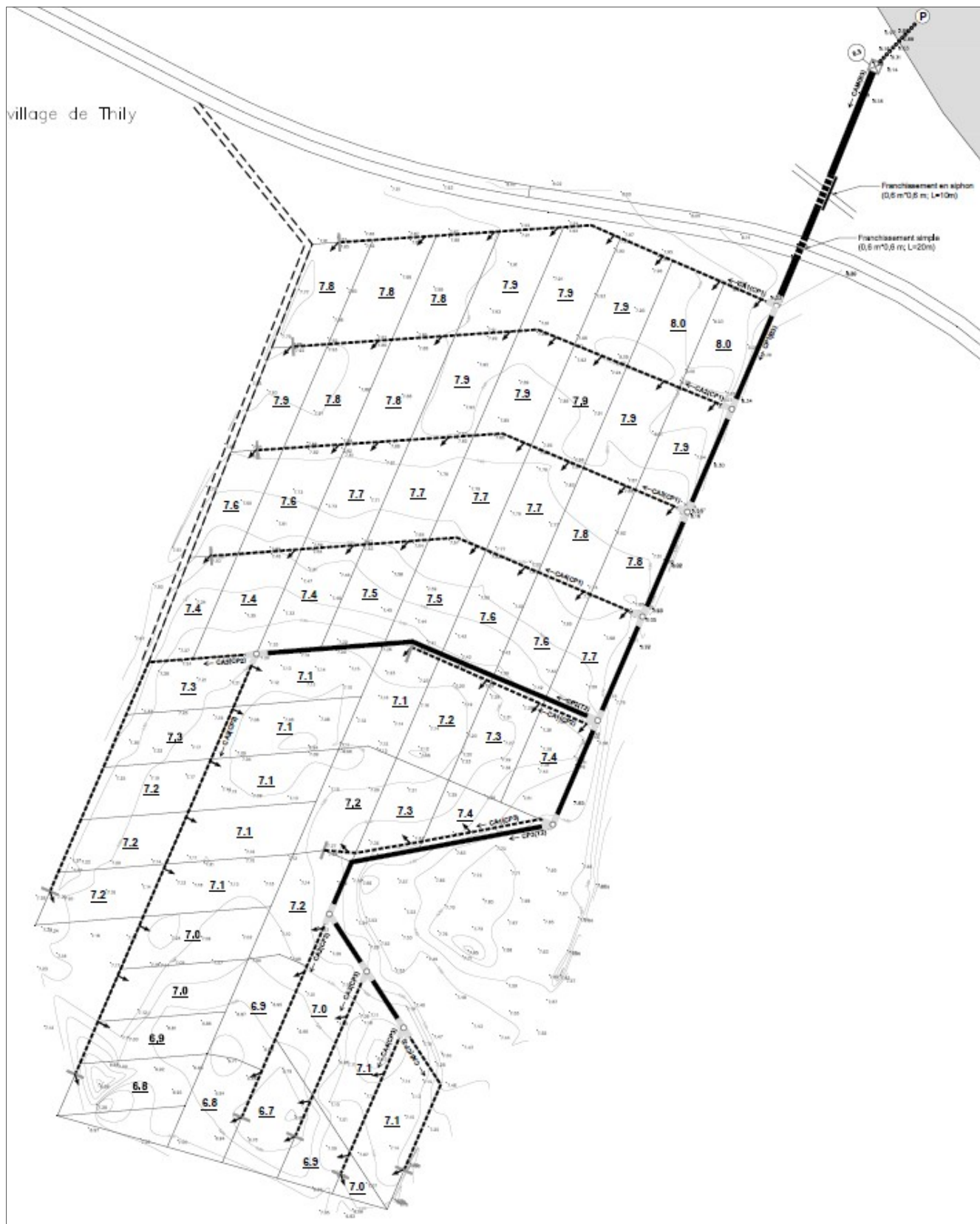
45 sectores del lote N°1.

Cada sector tiene unas 20 hectáreas; Sectores de geometría adaptada a la topografía del entorno, habitualmente cercanos a pequeñas poblaciones.

Como ejemplo en este trabajo, expongo el sector N° 35 aunque el conjunto de la obra corresponda a otros 44 sectores más a ejecutar.



sector a regenerar, terreno actual.



sector proyectado.

La obra consiste en restaurar o rehacer por completo la red de canales de suministro, desde la toma de agua en el río, hasta el riego de las diferentes parcelas.



tomas de agua actuales del río Senegal.



canales de obra actuales a restaurar.

La nivelación de cada una de las parcelas. Y por último, el drenaje de las mismas.



explanación de parcelas con bulldozer



referencias altimétricas sobre estacas.

2- Cartografía del proyecto. Análisis de necesidades topográficas.

2.1 Sistemas de referencia y vértices de proyecto.

Lo primero de todo, como en todo trabajo solicitamos información sobre el sistema de coordenadas en el que se ha realizado el proyecto y en el que hemos de trabajar. La obra se sitúa por completo en el HUSO 28 y proyección UTM.



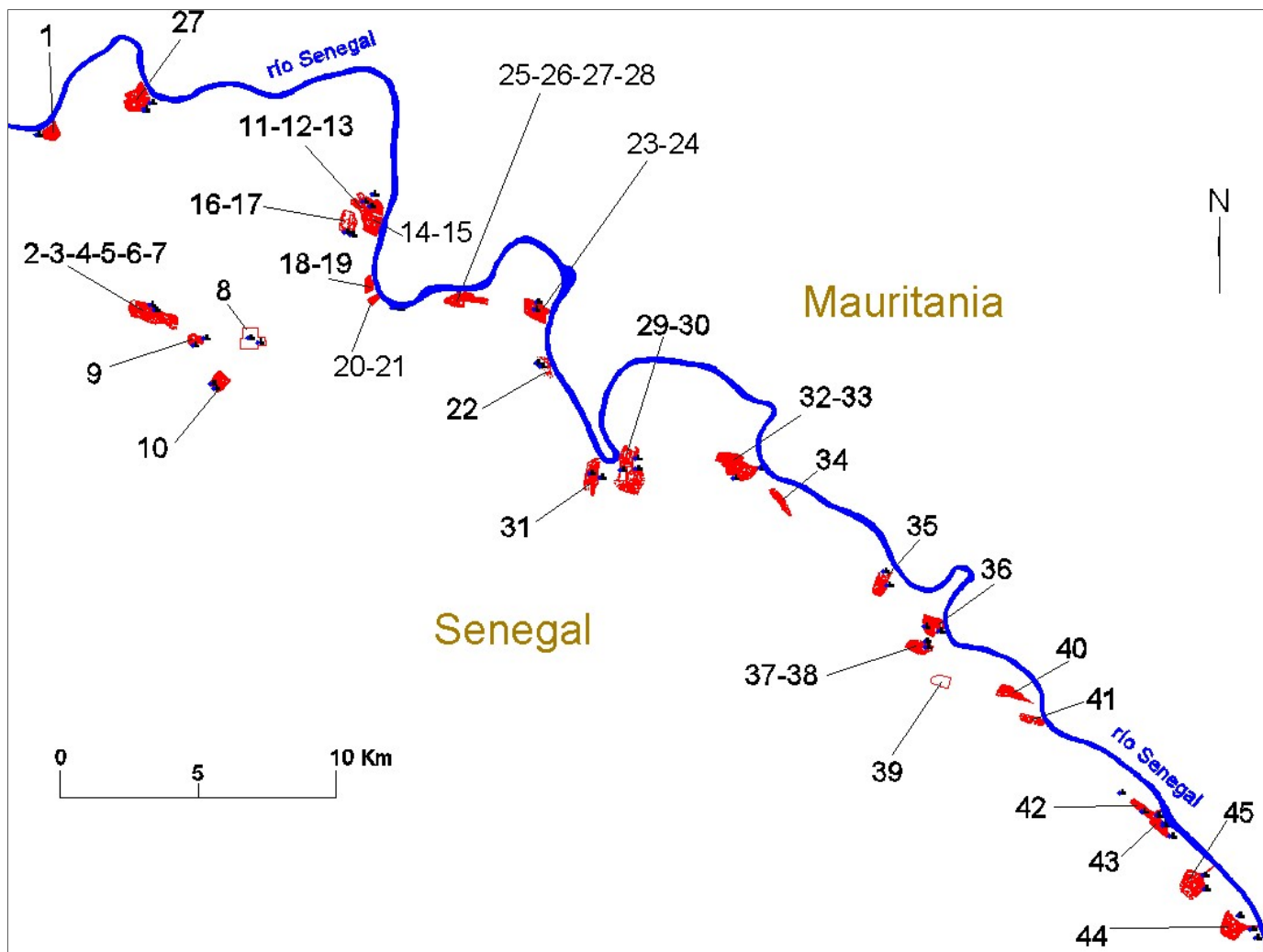
vértice de la red senegalesa.

Con GPS diferencial de doble frecuencia, verificamos las coordenadas de los vértices de proyecto.



comprobación de vértices.

La red de vértices de **coordenadas** aportadas por la administración para le ejecución de la obra, fueron **aceptadas** tras su revisión. Las diferencias de lecturas respecto a las esperadas, siempre fueron inferiores a los 3 cm, suficiente para la precisión que exigía el proyecto. No obstante, su mala disposición geográfica o ausencia de vértices, hizo necesaria una densificación de dicha red para dar apoyo topográfico a toda la obra.



distribución de bases der replanteo por los sectores de la obra.

2.2 Análisis de la cartografía de proyecto.

Además de los vértices de coordenadas de proyecto, la administración facilitó la cartografía base o terreno natural con el que diseñó los diferentes sectores a irrigar. Como es normal se hizo un **análisis de dicha cartografía**; su calidad, nivel de detalle y precisión. Llegando a la conclusión de la necesidad de tomar nuestro nuevamente el terreno natural con nuestros medios.



cartografía de proyecto con escasa definición.

Siendo el terreno a trabajar casi horizontal pero de gran extensión, la **densidad de puntos** tomados sobre el terreno en la cartografía de proyecto, aportada por la administración, era claramente **insuficiente**. Fue necesario hacer **nuevos levantamientos topográficos** de los 45 sectores y más de mil hectáreas de superficie.



nueva cartografía levantada por MARCO.

3- Levantamientos topográficos iniciales. Uso de drones.

Dadas las **dimensiones** de la obra, **más de 1.000 Ha** de ejecución, la disposición geográfica en más de 1.500 Km², y el **plazo de ejecución** de sólo 13 meses, hizo únicamente viable el uso de aeronaves no tripuladas (DRONES o RPAS), para la obtención de la topografía, bajo la tolerancia mínima exigible.

Siendo una tecnología relativamente reciente y basada en técnicas más tradicionales como la fotogrametría y la teledetección, mediante el uso de drones, pudimos obtener la cartografía a un detalle suficiente para la mejora del proyecto a ejecutar y en un tiempo mucho menor.

El **dron** que se utilizó fue **de ala fija** (tipo avión) y no multirrotor o multicóptero (tipo helicóptero); la ventaja del dron de ala fija frente al multirrotor es su mayor **autonomía** de vuelo por su mayor sustentación no basada sólo en los rotores si no en sus propios elementos de sustentación (alas principalmente). Por contra, el dron de ala fija, necesita mejores **condiciones meteorológicas** y **zonas** más amplias **de aterrizaje** que el dron multirrotor.



dron de ala fija.



dron multirrotor.

El clima estable del norte de Senegal en el mes de mayo y junio, la orografía del terreno a levantar casi horizontal, sin casi infraestructuras ni zonas urbanas y las propias dimensiones medias, de cada sector a levantar, decantó la balanza por la **utilización del dron de ala fija**.



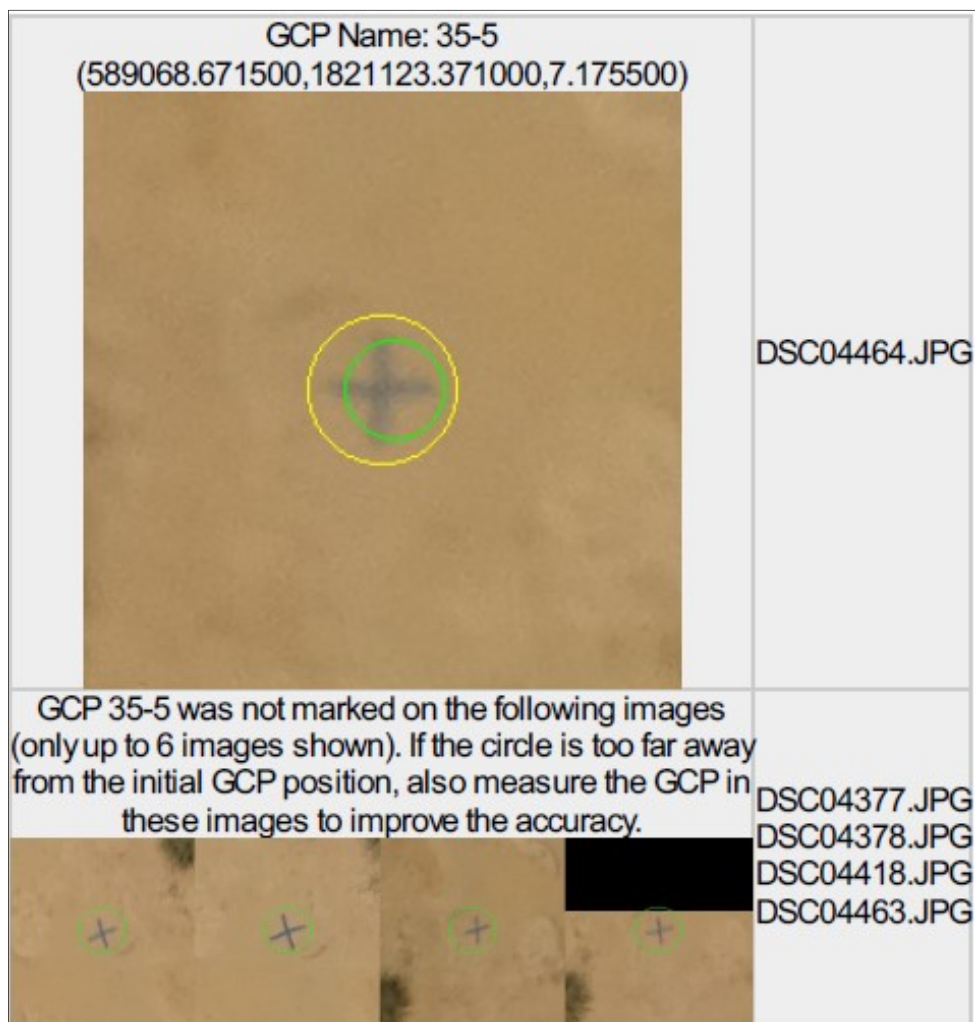
despegue de dron de ala fija.



orografía apta para el uso de dron de ala fija.

Respecto a la **precisión requerida** para la obtención de la orografía del terreno, el uso de drones fue el óptimo.

Se situaron **puntos de apoyo** sobre el terreno, identificables en las fotografías que procesa el programa de restitución y modelado 3D (Pix4d), de coordenadas conocidas, tomadas en campo mediante GPS diferencial de doble frecuencia, apoyados en vértices de proyecto.



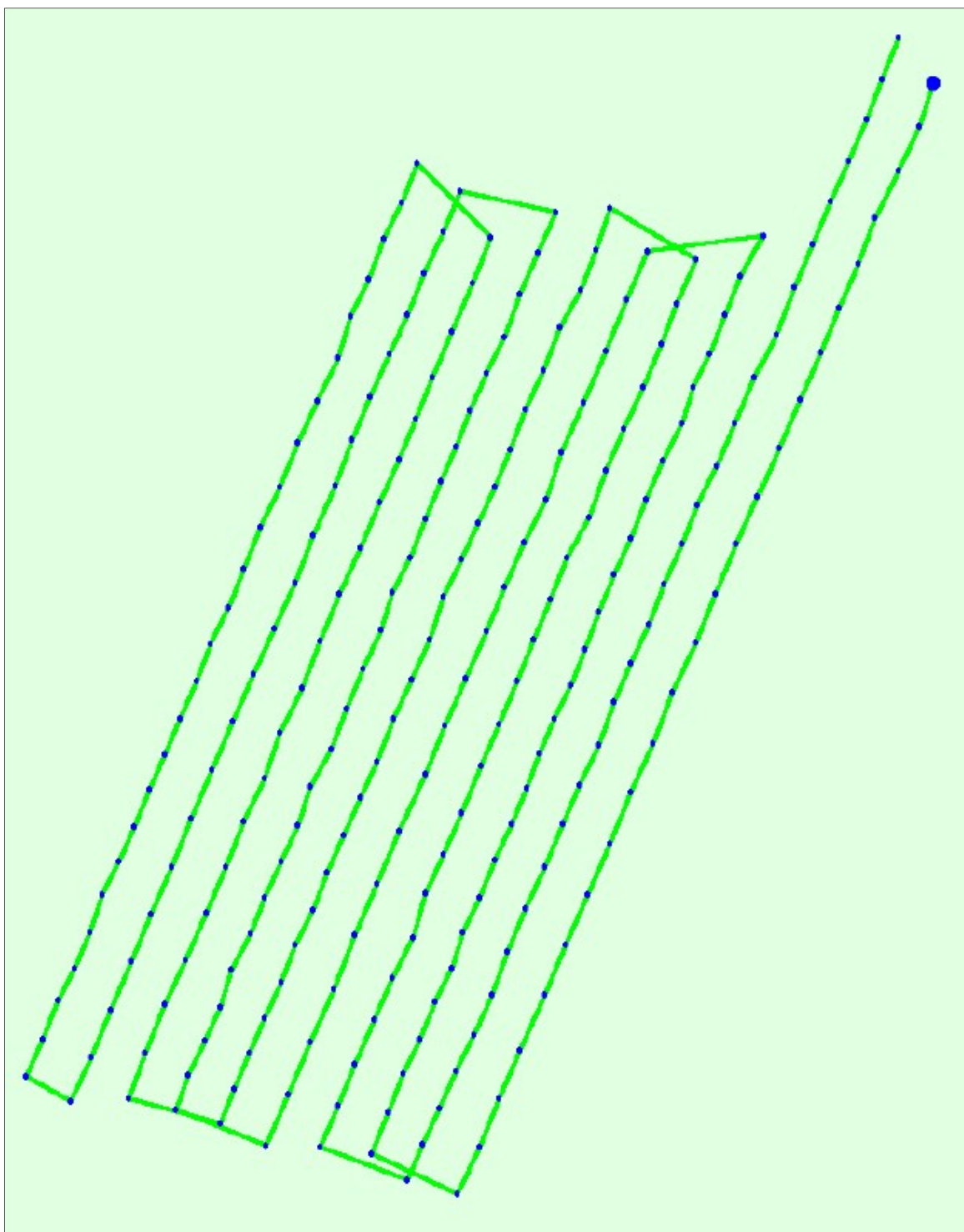
Muestra sector N° 35. puntos de apoyo o de control, de coordenadas conocidas.

? Ground Control Points

GCP Name	Accuracy XYZ [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]
35-1 (3D)	0.020/ 0.020	-0.003	-0.001	-0.002
35-2 (3D)	0.020/ 0.020	0.005	-0.017	-0.000
35-3 (3D)	0.020/ 0.020	0.003	0.007	0.001
35-4 (3D)	0.020/ 0.020	-0.001	0.004	0.000
35-6 (3D)	0.020/ 0.020	-0.005	0.001	0.003

Muestra sector N° 35. informe de calidad de los puntos de control en la restitución.

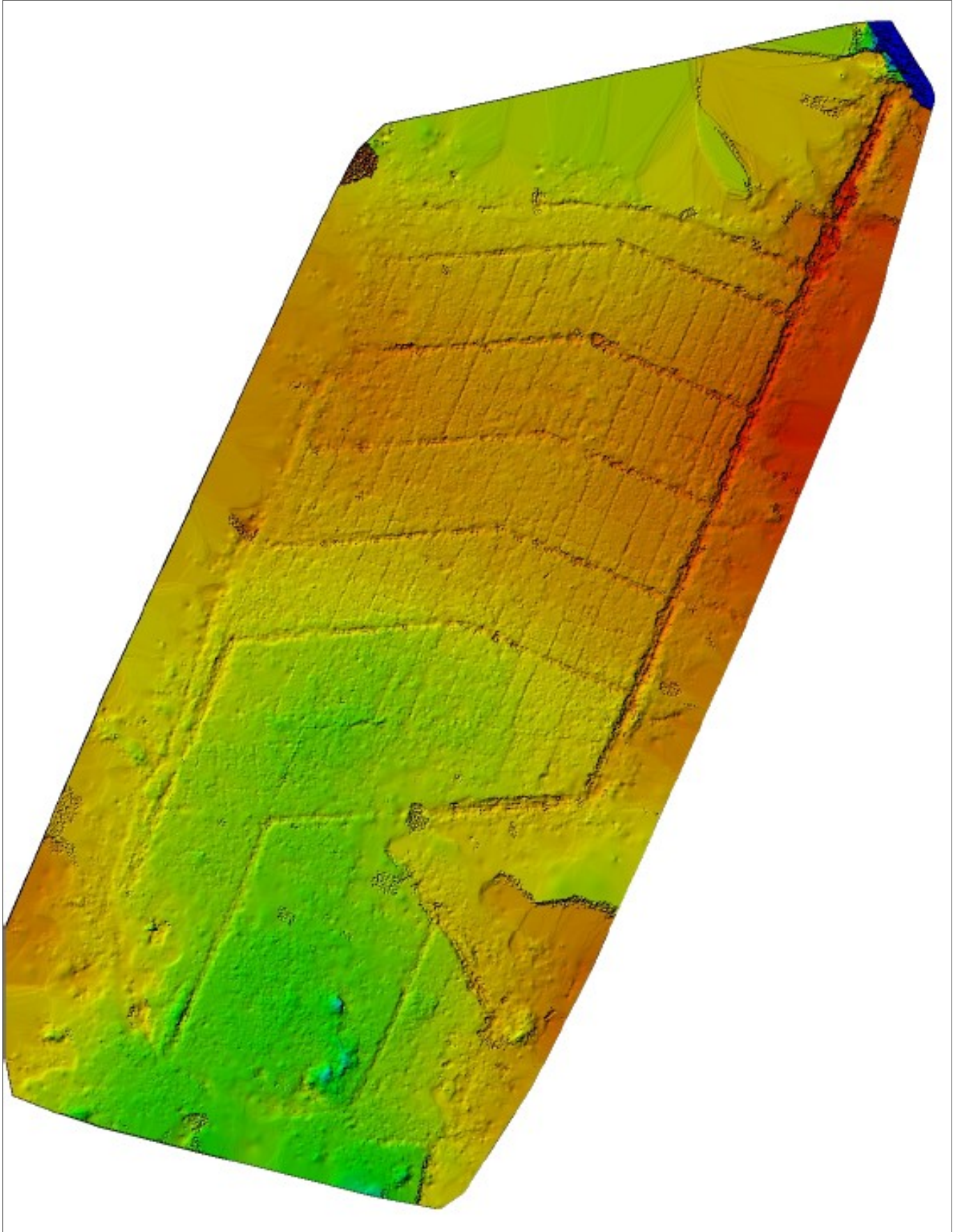
Se logró volar todos los sectores, las más de 1000 hectáreas, obteniendo la cartografía referenciada, en tan solo 10 días. Trabajo de campo (vuelos), procesado de imágenes, modelado 3D y obtención de modelos digitales del terreno en sistema CAD, apto para rediseñar la red de canales, parcelas y drenajes.



trayectoria de vuelo (línea verde) y captura de imágenes (puntos azules).



ortomosaico.



modelo digital de superficie (programa Pix4D).

4- Apoyo topográfico a la obra. Densificación de bases de replanteo.

Como antes hemos señalado, el proyecto a ejecutar fue dotado de una **cartografía inicial** del terreno natural, y referida a unos **vértices de coordenadas conocidas**, aportadas igualmente.

Lo primero necesario a la hora de examinar dichas bases es conocer el **sistema de coordenadas** utilizado. Para este proyecto se ha trabajado planimétricamente en **UTM HUSO28** y altimétricamente una red propia de Senegal.

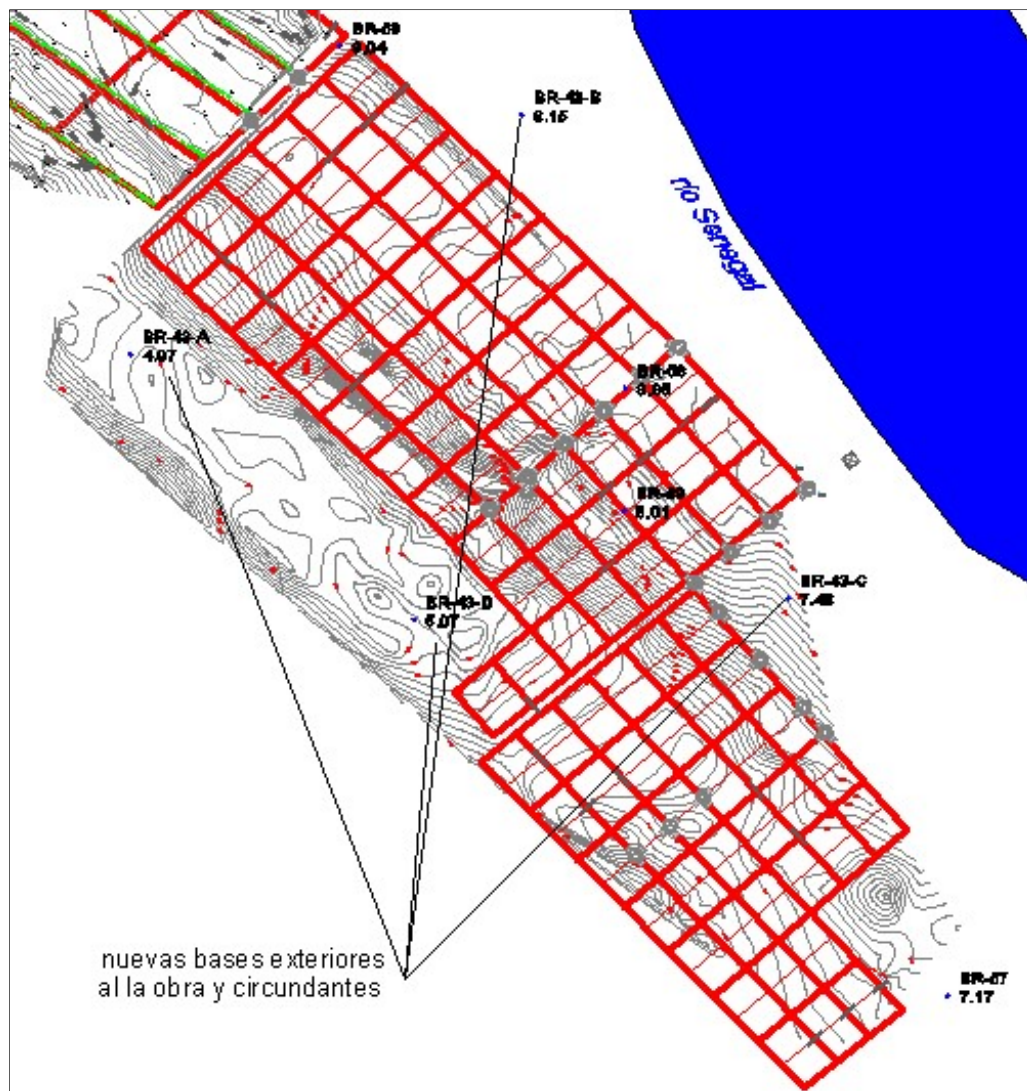
Para ello usamos un equipo **GPS de doble frecuencia en modo RTK**. Estacionando en uno de las bases y forzando las coordenadas observadas a las de proyecto, tomamos con el "rover" otras bases cercanas (del mismo sector) y en general los resultado estuvo dentro de la tolerancia (por debajo de los 3 cm).

Otro tema fue la **disposición geográfica de las bases** respecto a la superficie a trabajar (bases alineadas), la desaparición de bases (terreno desértico y largo tiempo pasado desde su ubicación). También observamos con perplejidad, la ubicación de bases de replanteo en el interior de la superficie a trabajar.



Sector 43; ejemplo de mala disposición de bases.

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto nos vimos obligados a **densificar la red de bases** de replanteo o rehacer por completo en algún caso, para apoyar correctamente la ejecución de la obra.



Sector 43; ejemplo de densificación de bases.

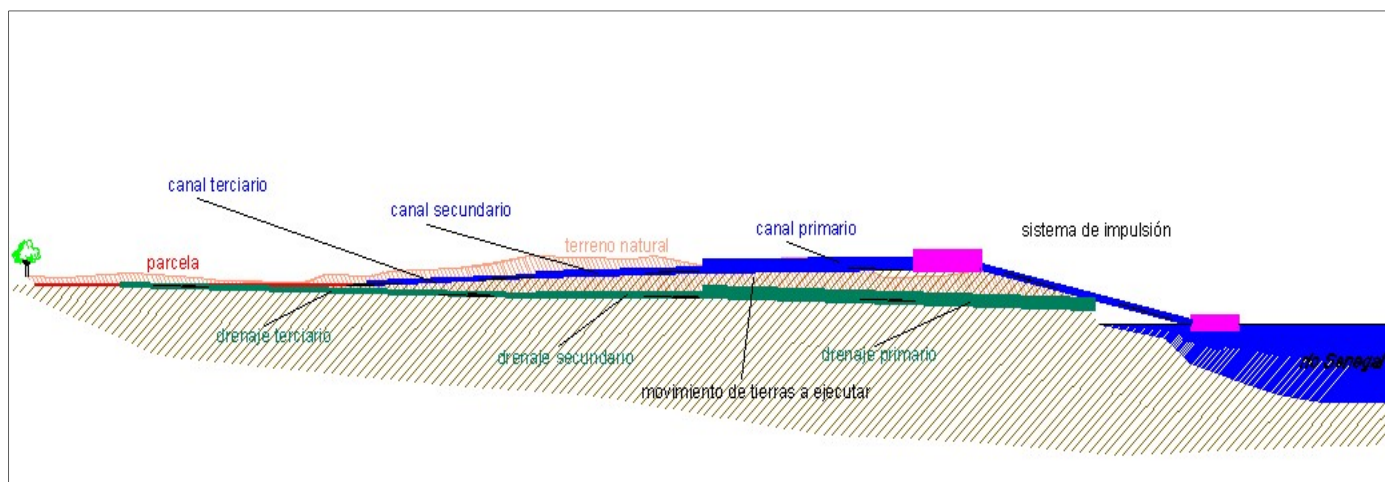
En el ejemplo anterior observamos un caso en el que las bases de proyecto están ubicadas en el interior de la obra, por lo que era lógico que desaparecerían cuando se iniciasen los movimientos de tierras.

Antes de iniciar la obra, apoyándonos en las bases de proyecto verificadas, creamos **nuevas bases** en el exterior de los sectores y perimetrales a ellos; la abundancia de vértices nos permitió curarnos en salud ante habituales desapariciones accidentales, propias de un entorno de trabajo con maquinaria pesada.

Las coordenadas obtenidas de las nuevas bases fueron facilitadas a la ingeniería local que supervisaba la obra, junto con el resto de modificaciones que fueron necesarias, para su aprobación.

5- Aplicación topográfica a la ejecución de la obra. Instrumentos y métodos.

En cuanto al **método de trabajo** utilizado para el apoyo topográfico en la ejecución de la obra, partimos de las exigencias que la administración senegalesa nos pide en el proyecto. La cota final de las parcelas explanadas permite una tolerancia de error de +/- 5 cm. Dado el tipo de terreno y los medios con los que contamos, no fue problema estar dentro de esos valores.

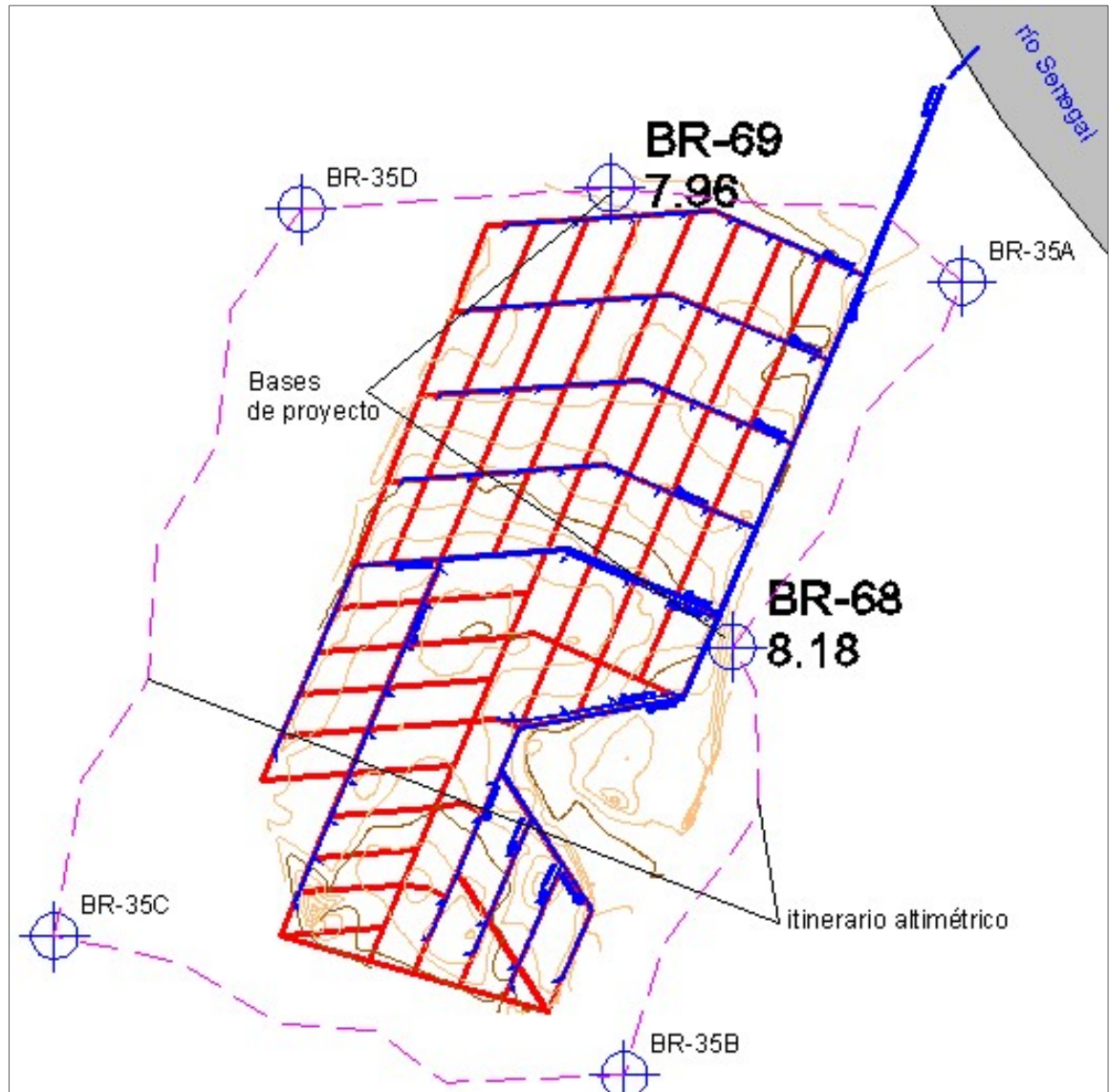


esquema de riego de un sector.

Dada la gran distancia entre los diferentes sectores (en ocasiones más de 5km), trabajamos individualmente cada uno de los ellos. De este modo pudimos establecer **independientes sistemas altimétricos**, sólo importándonos respetar las cotas de toma de agua e impulsión respecto a la configuración de pendientes a la totalidad de parcelas a irrigar.

Tras la densificación de bases anteriormente expuesta, realizamos una **nivelación geométrica**, cerrada, de dichas bases dotándolas de nuevas cotas, eliminando así el error propio del sistema GPS y siempre partiendo de una base de proyecto aceptada y verificada.

Cada uno de los vértices nivelados y compensados de error altimétrico principalmente, serán utilizados como cotas de apoyo a los niveles instalados en la maquinaria pesada (bulldozer y moto traíllas, principalmente).



Por tanto los instrumentos topográficos a utilizar son: equipos GPS doble frecuencia RTK, niveles ópticos y niveles láser específicos de maquinaria pesada.

6- Anejos.

Dada las dimensiones de la obra y cantidad de información tan extensa de esta obra, se expone como ejemplo el Sector nº35.

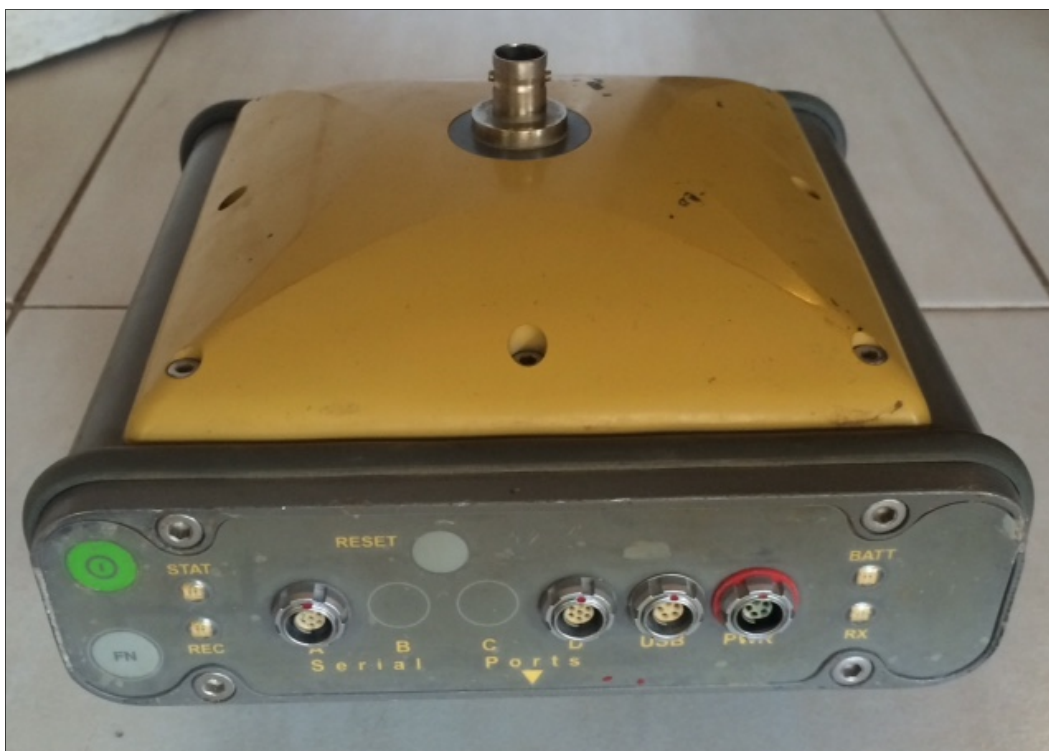
6.1- Listado de coordenadas

	X	Y	Z	
BR-35A	589792.387	1821798.769	8.250	
BR-35B	589425.750	1820937.908	7.630	
BR-35C	588807.192	1821088.502	8.080	
BR-35D	589074.858	1821877.438	7.860	
BR-68	589542.585	1821402.155	8.180	Proyecto
BR-69	589411.029	1821900.560	7.960	Proyecto

6.2- Listado de instrumental utilizado.

1- GPS TOPCON

Equipo GPS marca TOPCON, compuesto por 3 receptores GPS, radiomodem y bluetooth modelo HIPERPRO, libreta electrónica bluetooth y demás componentes que a continuación se detallan.



Antena modelo HIPERPRO.

PC, colector de datos GPS del receptor con software de topografía y comunicación cable y bluetooth



Libreta electrónica.

2- Nivel óptico TOPCON.



Nivel automático TOPCON AT-B2

3- Equipo de nivelación laser TOPCON RL-SV2S

Nivel autonivelante de laser visible con posibilidad de generar planos a diferentes pendientes.



Nivel laser RL-SV2S

Sensor luminoso LS-B10 y sonoro de señal laser que se adhiere con sus propios imanes a la maquinaria.



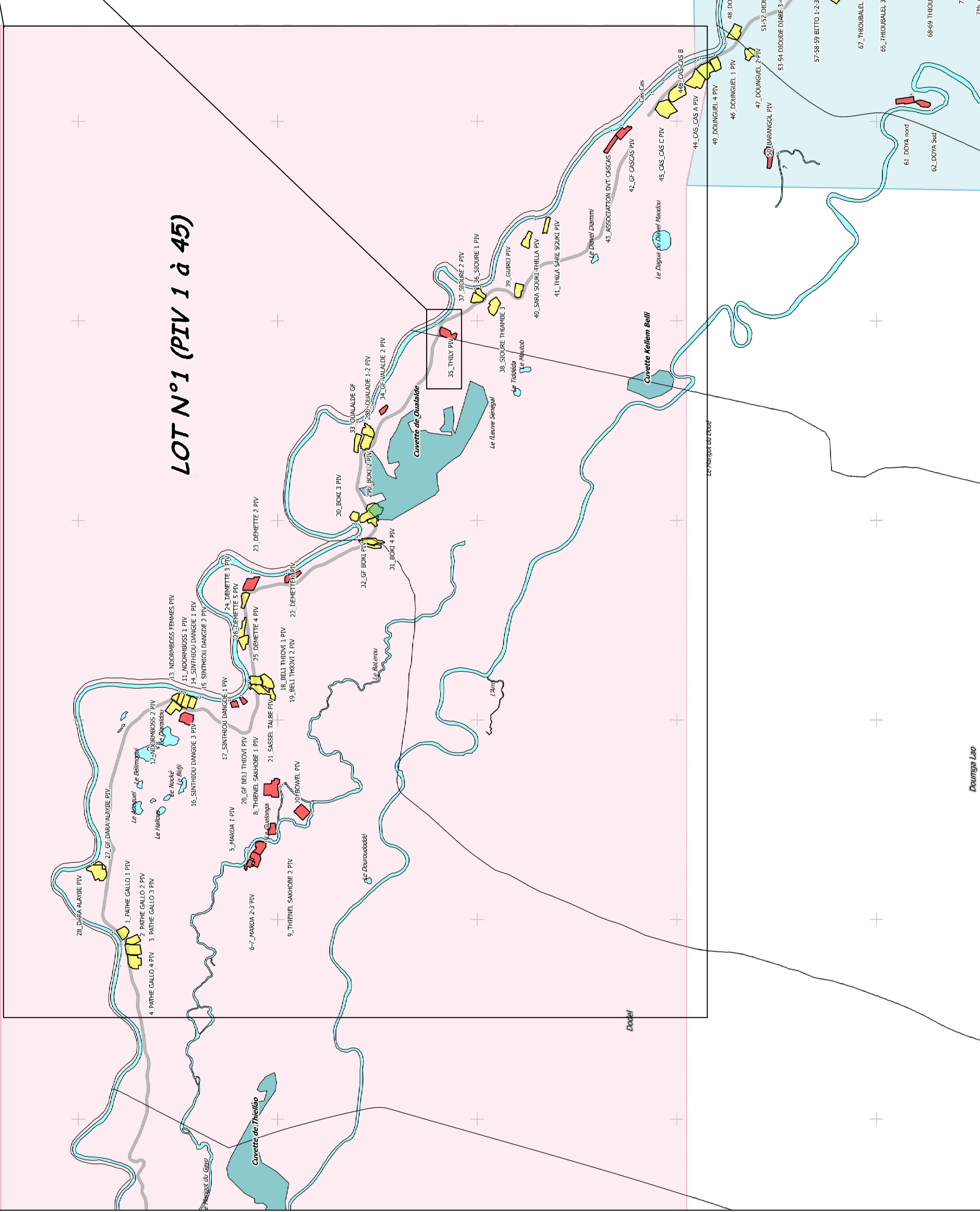
Sensor luminoso.

6.3 Planos.

Obra asignada a la empresa MARCO

Sector Nº 35, ejemplo a estudio

LOT N°1 (PIV 1 à 45)



Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

Plano: Situación de la obra y sector Nº 35

Nº 1 Escala: 1 : 100.000 Fecha: Septiembre 2016

Alumno: Tomás Ramo Malcas Tutor de proyecto: Luís Blanch Puertes

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

+

X= 588500
Y= 1822000

+

rio Senegal

+

+

+

X= 589000
Y= 1821000

+

+



Bases de proyecto y densificadas

	X	Y	Z	
BR-35A	589792.387	1821798.769	8.250	
BR-35B	589425.750	1820937.908	7.630	
BR-35C	588807.192	1821088.502	8.080	
BR-35D	589074.858	1821877.438	7.860	
BR-68	589542.585	1821402.155	8.180	Proyecto
BR-69	589411.029	1821900.560	7.960	Proyecto

Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

Plano: T.N. de proyecto, cartografía aportada y bases.

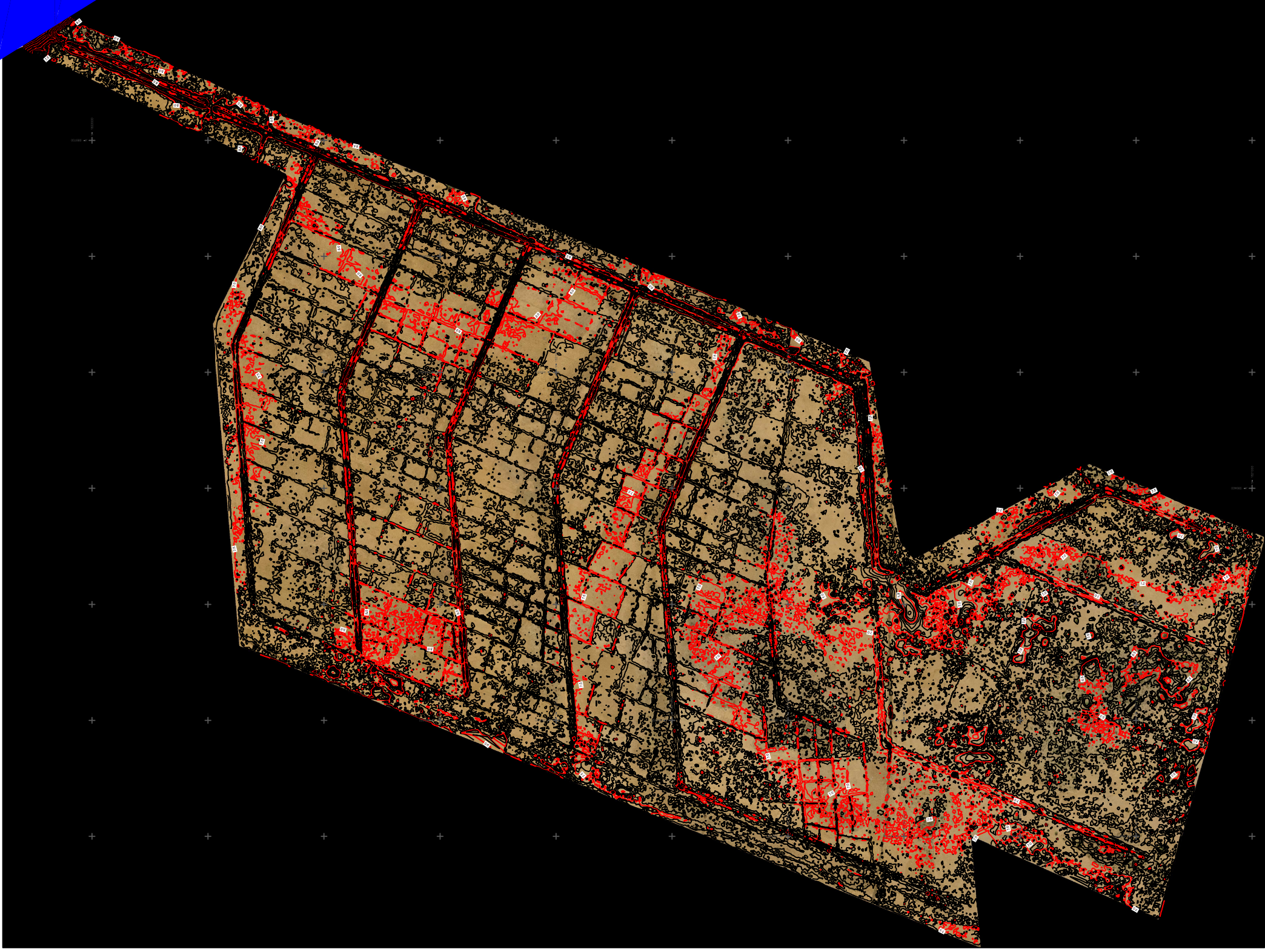
Nº	Escala:	Proyección UTM Huso 28N	Fecha:
2	1 : 2.000		Sep 2016

Alumno:	Tutor de proyecto:
Tomás Ramo Maicas	Luís Blanch Puertes

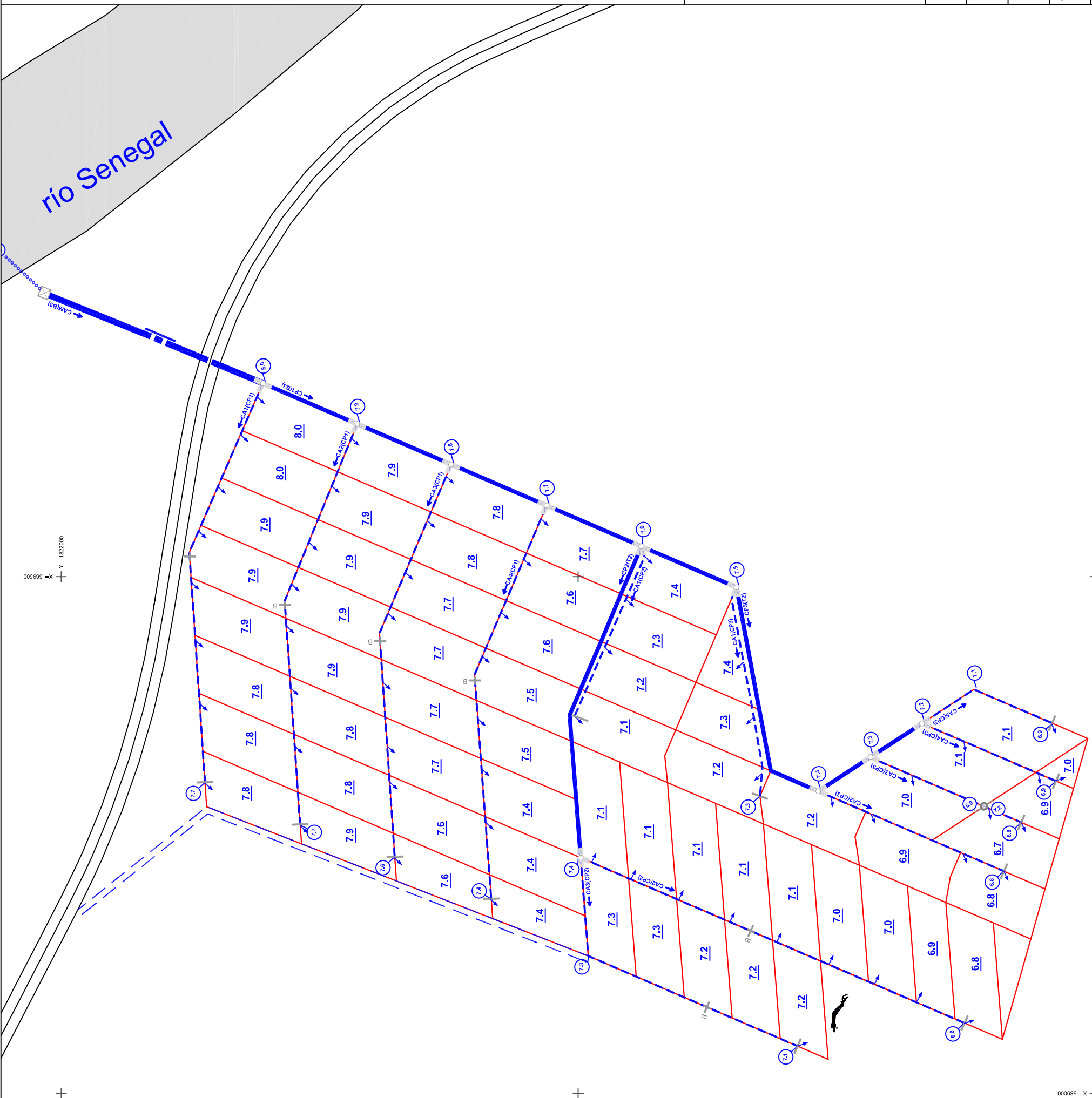


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

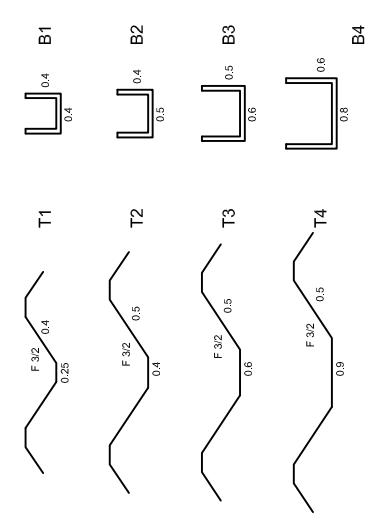
río Senegal



Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL			
Plano: T.N. Ortofoto y cartografía densificada por MARCO			
Nº	3	Escala: Proyección UTM Huso 28N	1 : 2.000
Fecha: Sep 2016		Tutor de proyecto: Luís Blanch Puertes	
Alumno: Tomás Ramo Maicas		Escuela: ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	



Secciones tipo



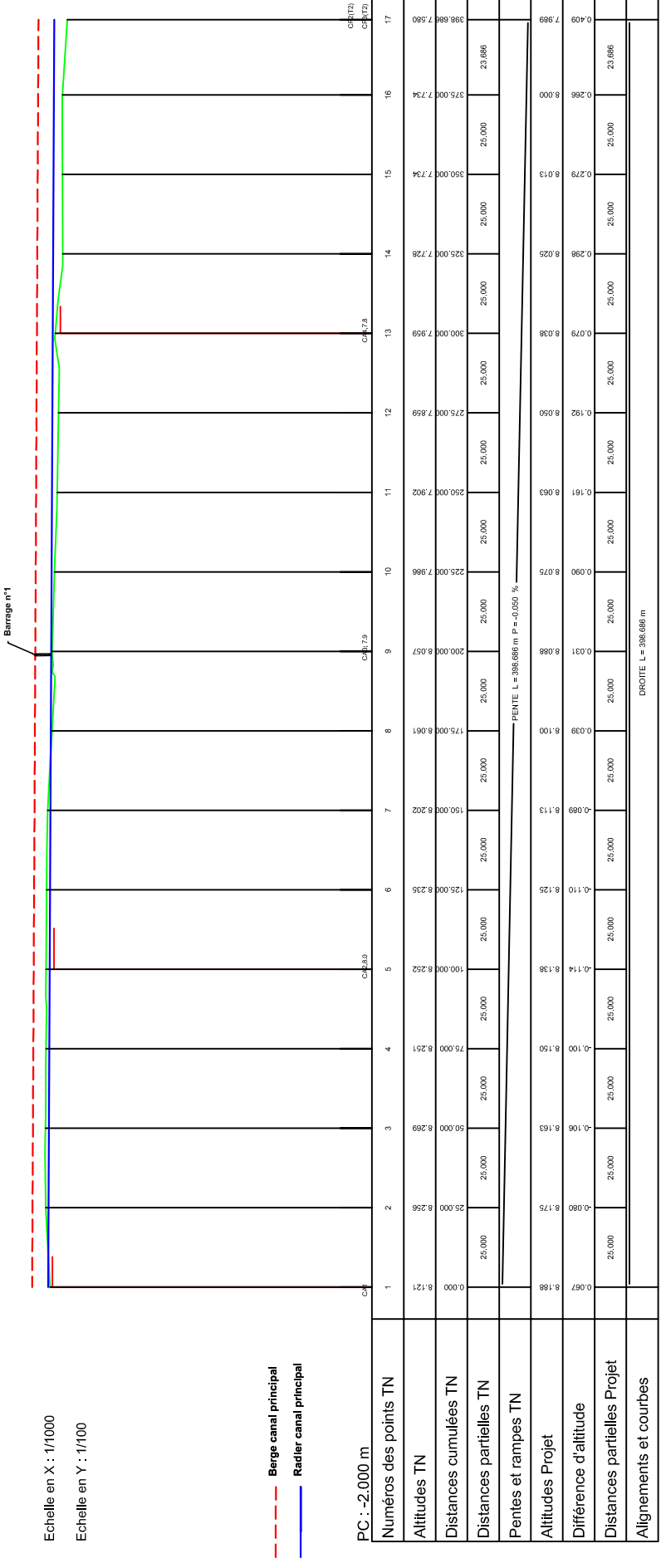
TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

Plano en planta de diseño de sector	
Nº	4.1
Escala:	1 : 2.000
Proyección	UTM Huso 28N
Fecha:	Sep 2016
Alumno:	Tomás Ramo Malcás
Tutor de proyecto:	Luis Blanch Puertes



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100

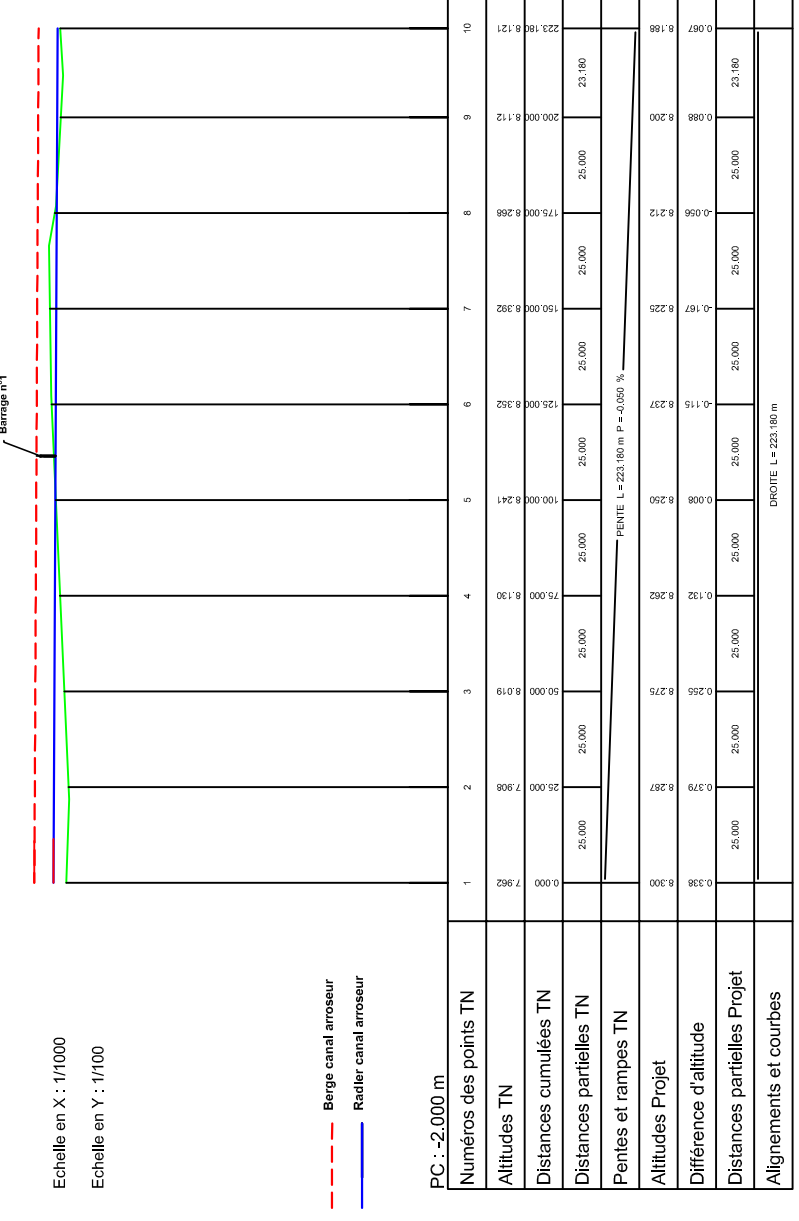


--- Berge canal principal
— Radier canal principal



Profil dessiné par Covadis

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur

Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

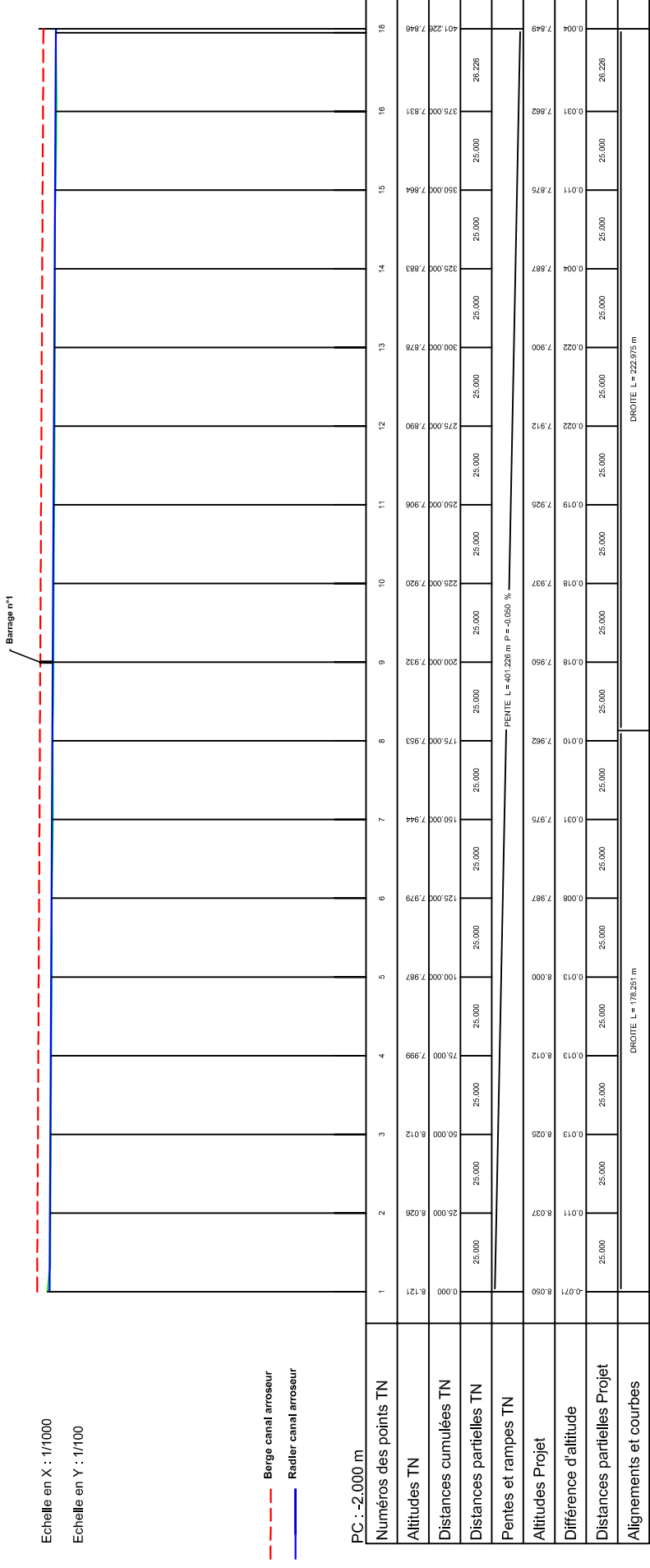
Plano: Perfil longitudinal de canal de alimentación (CAM)
Perfil longitudinal de canal principal 1 (CP1)

Nº 4.2.1 Escalar: 1 : 1.000 Proyección UTM Huso 28N Fecha: Sep 2016

Alumno: Tomás Ramo Maicas Tutor de proyecto: Luis Blanch Puertes

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100

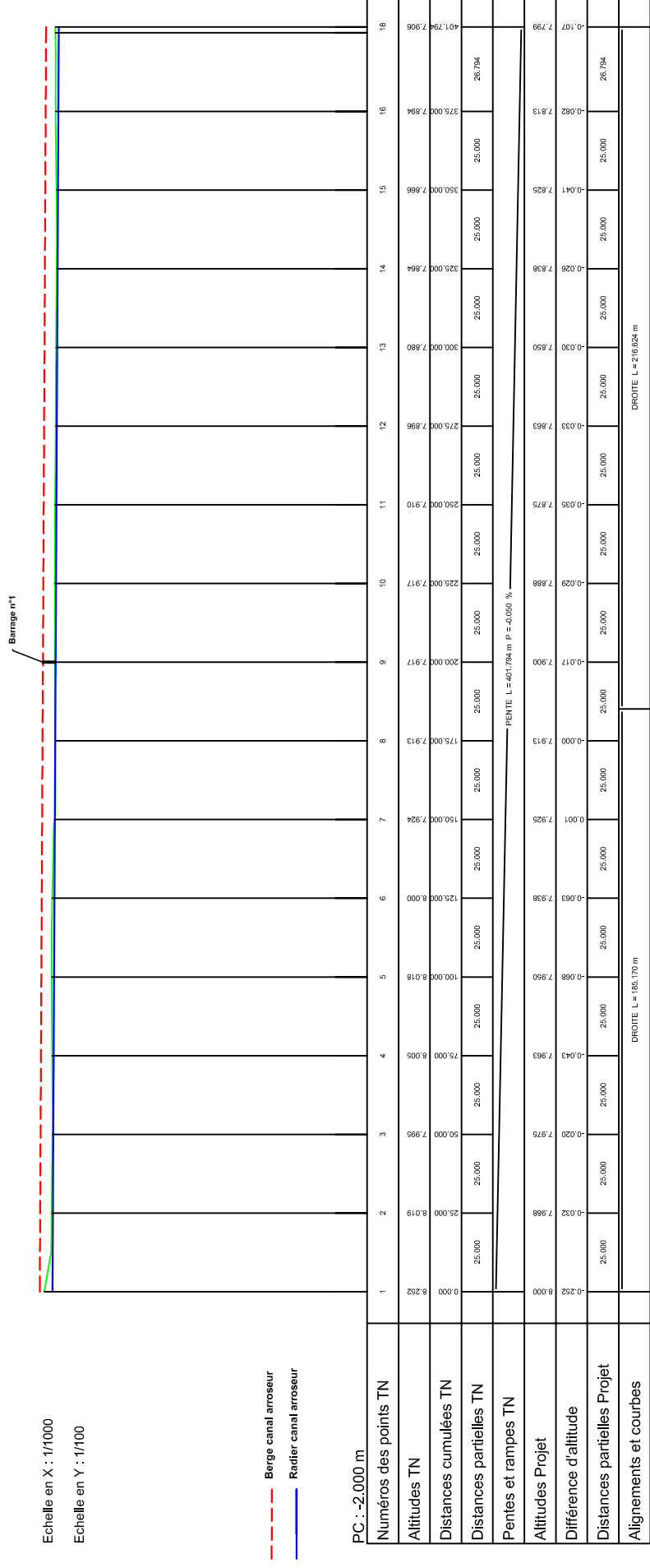


--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur



Profil dessiné par Covadis

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur

Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

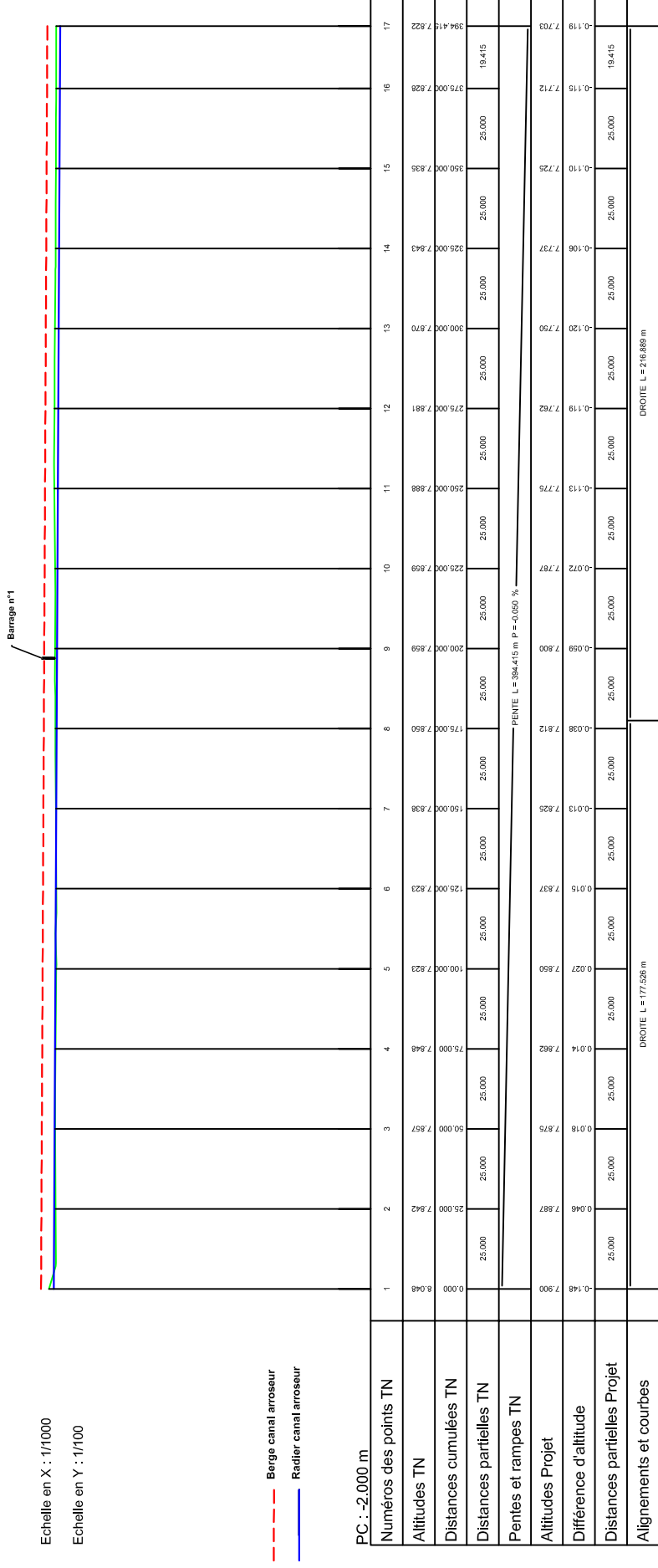
Plano: Perfil longitudinal Canal secundario 1 (CA1-CP1)
Perfil longitudinal Canal secundario 2 (CA2-CP1)

Nº 4.2.2 Escala: 1 : 1.000 Fecha: Sep 2016
Proyección UTM Huso 28N

Alumno: Tomás Ramo Matias Tutor de proyecto: Luis Blanch Puertes

CA3(CP1)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



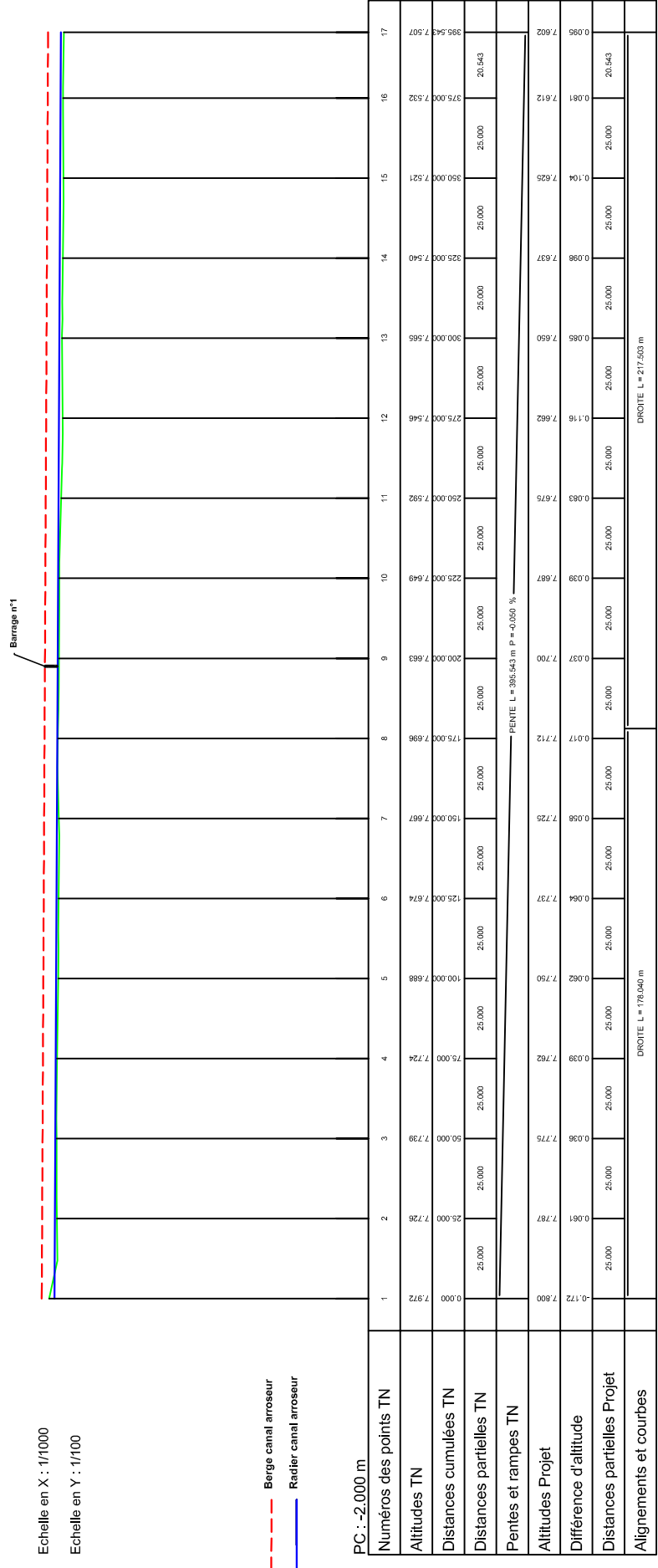
--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur



Profil dessiné par Covadis

CA4(CP1)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur

CA3(CP1)

Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

Plano: Perfil longitudinal Canal secundario 3 (CA3-CP1)
Perfil longitudinal Canal secundario 4 (CA4-CP1)

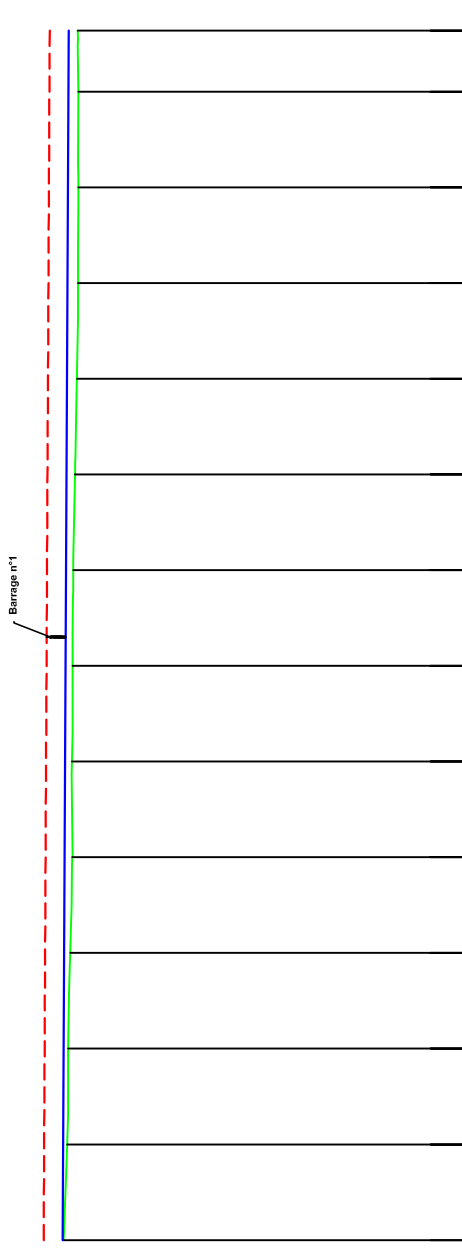
Nº 4.2.3 Escala: 1 : 1.000 Proyección UTM Huso 28N Fecha: Sep 2016

Alumno: Tomás Ramo Maicas Tutor de proyecto: Luís Blanch Puertes

CP2

CA1(CP2)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100

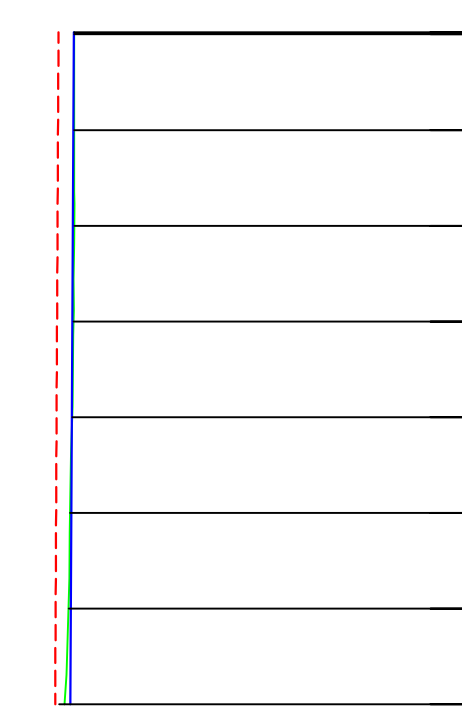


--- Berge canal principal
— Radier canal principal

PC : -3.000 m

Numéros des points TN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Altitudes TN		26.001	7.458	75.000	74.06	75.000	74.06	75.000	74.06	75.000	74.06	75.000	74.06	75.000	74.06
Distances cumulées TN		26.001	7.458	50.000	74.58	100.000	74.58	125.000	74.58	150.000	74.58	175.000	74.58	200.000	74.58
Distances partielles TN		26.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Pentes et rampes TN		PENTE L = 315.895 m P = -0.050 %													
Altitudes Projet		7.600	7.575	7.563	7.550	7.538	7.526	7.513	7.500	7.488	7.475	7.463	7.450	7.438	7.426
Différence d'altitude		0.099	0.117	0.156	0.200	0.175	0.161	0.168	0.217	0.257	0.273	0.286	0.292	0.286	0.273
Distances partielles Projet		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Alignements et courbes		DROITE L = 177.627 m													

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur

PC : -3.000 m

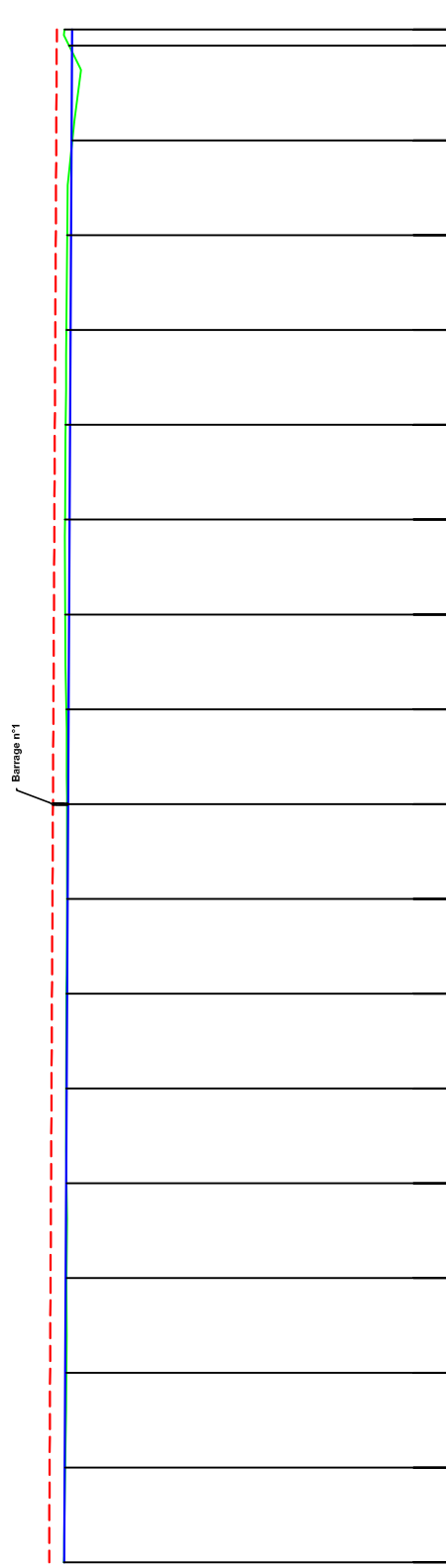
Numéros des points TN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Altitudes TN		7.550	7.448	7.412	7.355	7.231	7.090	7.202	7.298	7.302	7.312
Distances cumulées TN		7.550	25.000	50.000	75.000	100.000	125.000	150.000	175.000	200.000	225.000
Distances partielles TN		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Pentes et rampes TN		PENTE L = 175.507 m P = -0.050 %									
Altitudes Projet		7.400	7.388	7.375	7.363	7.350	7.338	7.326	7.314	7.302	7.290
Différence d'altitude		-0.150	-0.091	-0.033	0.007	0.029	0.039	0.029	0.039	0.029	0.017
Distances partielles Projet		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Alignements et courbes		DROITE L = 167.635 m									



Profil dessiné par Covadis

CA2(CP2)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100

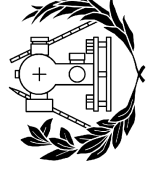


--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur

PC : -3.000 m

Numéros des points TN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Altitudes TN		0.209	7.209	7.177	7.146	7.100	7.054	7.008	6.962	6.916	6.870	6.824	6.778	6.732	6.686	6.640	6.594	6.548	6.502
Distances cumulées TN		0.209	25.000	50.000	75.000	100.000	125.000	150.000	175.000	200.000	225.000	250.000	275.000	300.000	325.000	350.000	375.000	400.000	425.000
Distances partielles TN		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Pentes et rampes TN		PENTE L = 404.230 m P = -0.050 %																	
Altitudes Projet		2.200	7.187	7.175	7.163	7.150	7.138	7.125	7.113	7.100	7.088	7.075	7.063	7.050	7.038	7.025	7.013	7.000	6.988
Différence d'altitude		-0.009	0.010	0.029	0.022	0.010	-0.017	-0.017	-0.018	-0.029	-0.036	-0.103	-0.119	-0.108	-0.080	-0.101	-0.020	-0.196	-0.193
Distances partielles Projet		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Alignements et courbes		DROITE L = 404.230 m																	

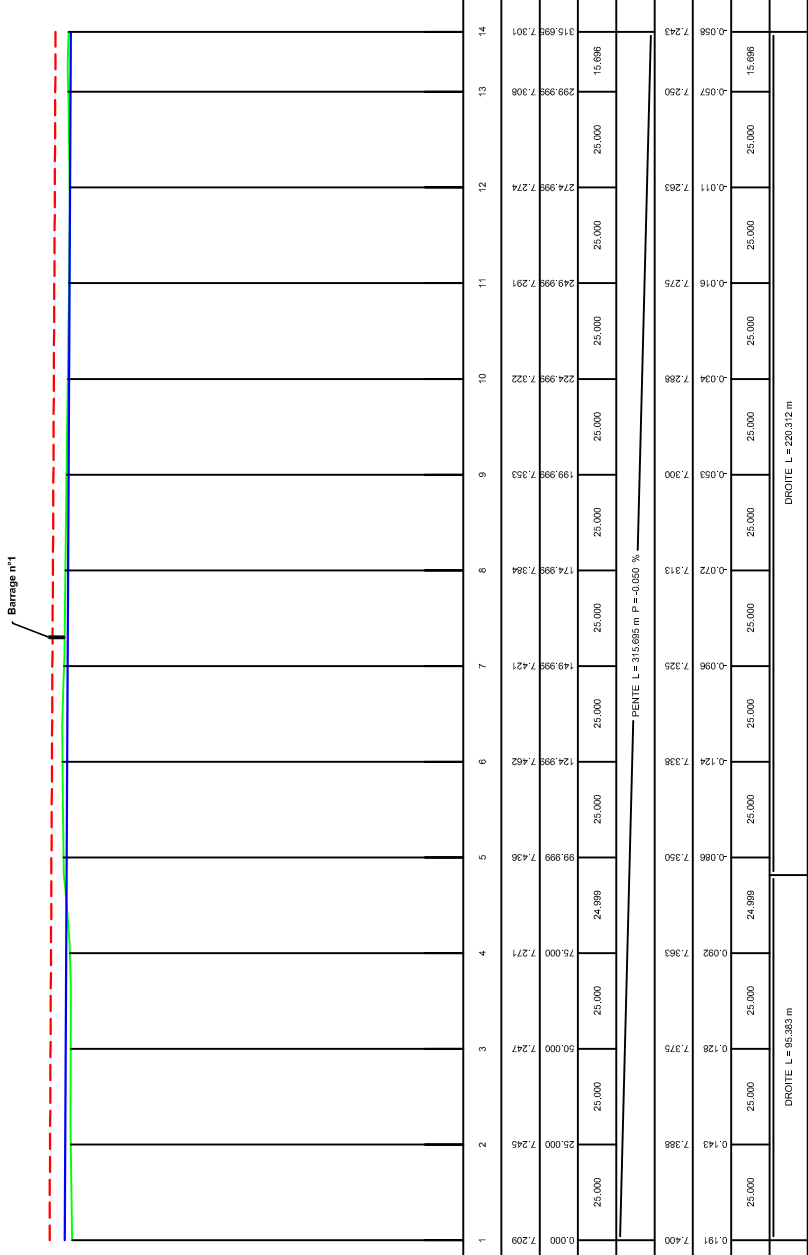
Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL
Plano: Perfil longitudinal Canal Principal 2 (CP2)
Perfil longitudinal Canal secundario 1 (CA1-CP2)
Perfil longitudinal Canal secundario 2 (CA2-CP2)
Nº 4.2.4 Escala: 1 : 1.000 Proyección UTM Huso 28N Fecha: Sep 2016
Alumno: Tomás Ramo Maicas Tutor de proyecto: Luis Blanch Puertes



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA CARTOGRAFICA Y TOPOGRAFICA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

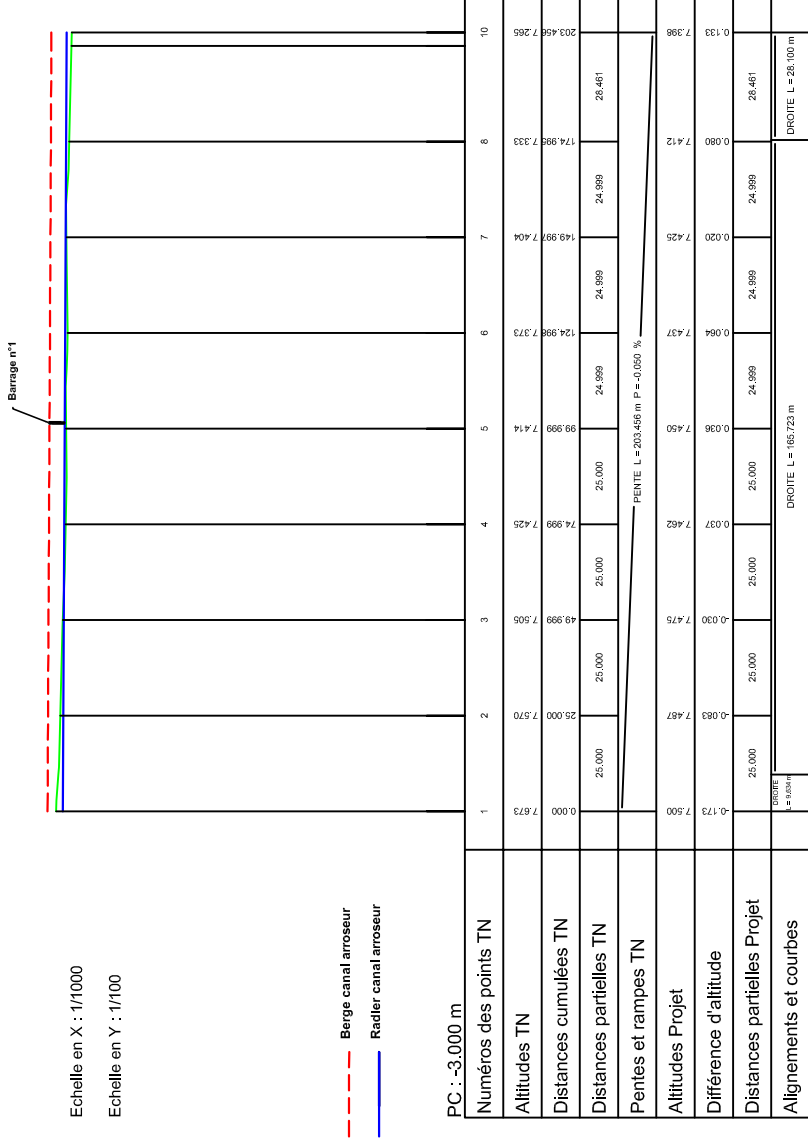
Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100

--- Berge canal arroseur
--- Radlier canal arroseur



Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100

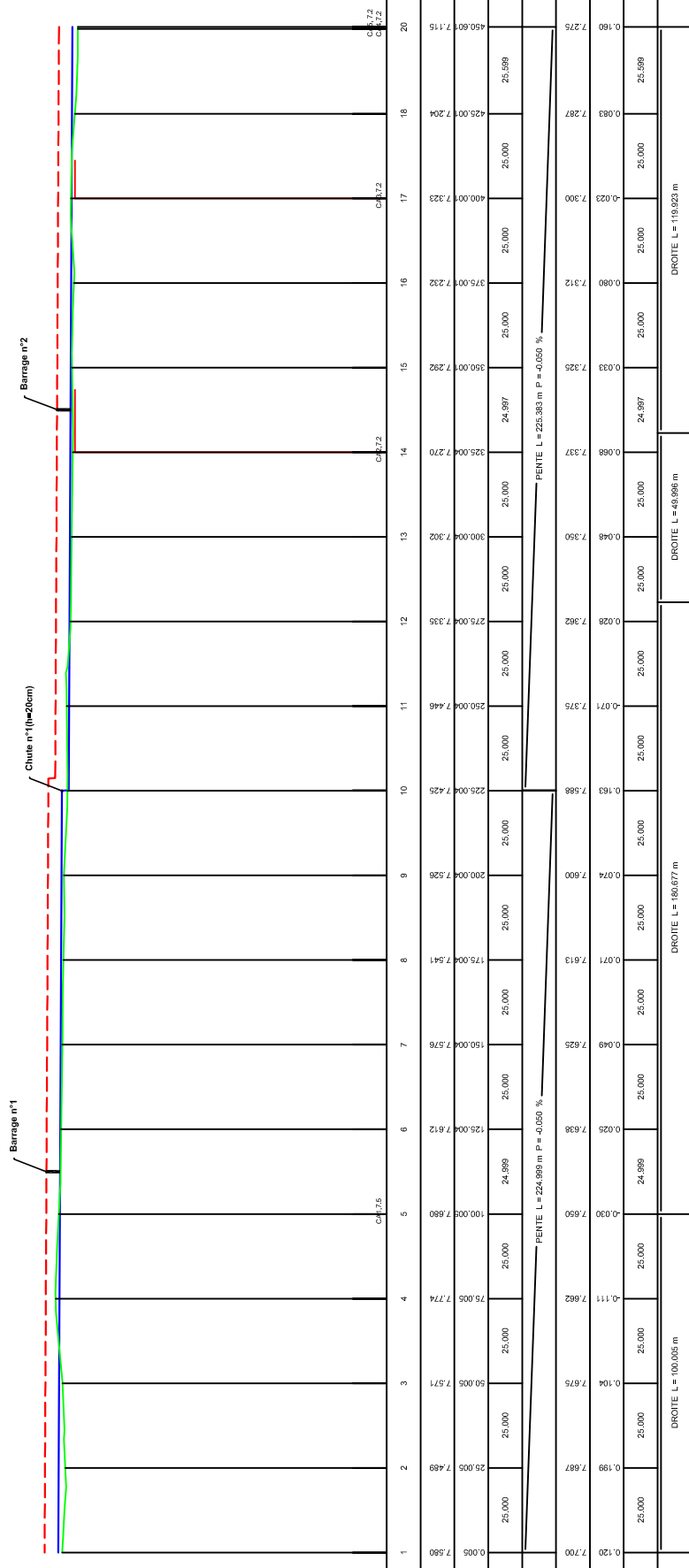
--- Berge canal arroseur
--- Radlier canal arroseur



Profil dessiné par Covadis

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100

--- Berge canal principal
--- Radlier canal principal



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

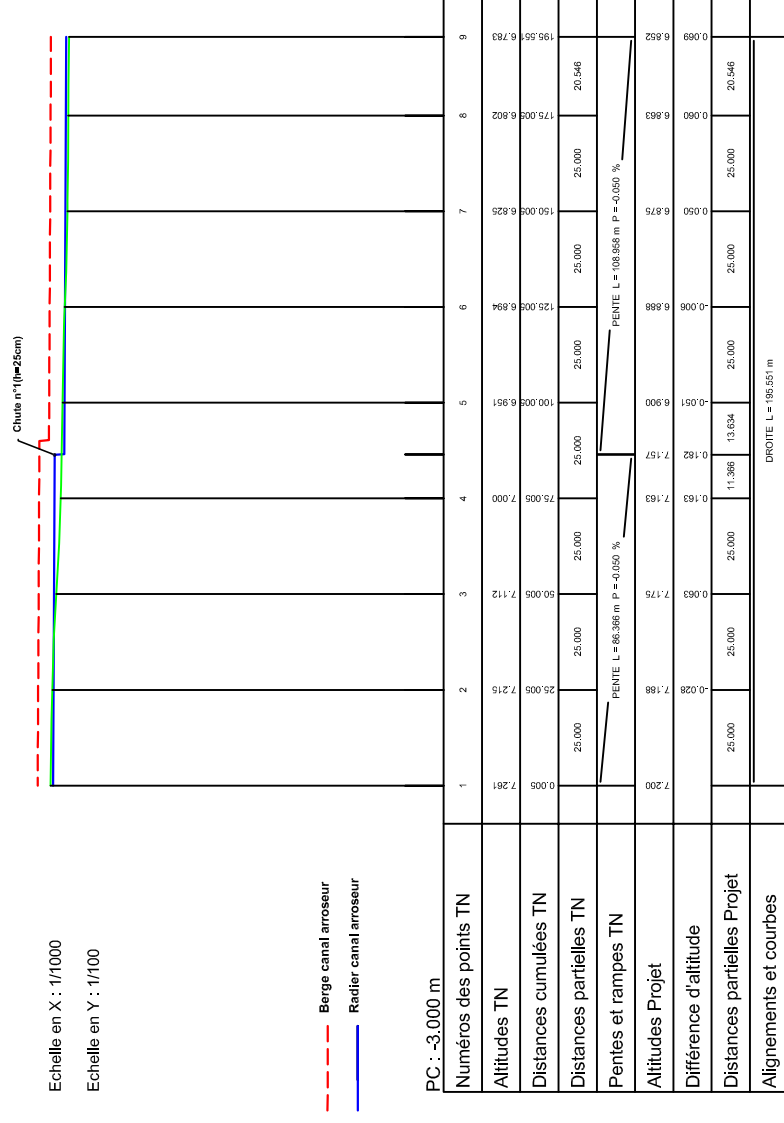
Plano: Perfil longitudinal Canal Principal 2 (CP2)
Perfil longitudinal Canal Principal 3 (CP3)
Perfil longitudinal Canal secundario 1 (CA1-CP3)

Nº 4.2.5 Escala: 1 : 1.000 Proyecto UTM Huso 28N Fecha: Sep 2016

Alumno: Tomás Ramo Maicas Tutor de proyecto: Luís Blanch Puertes

CA2(CP3)

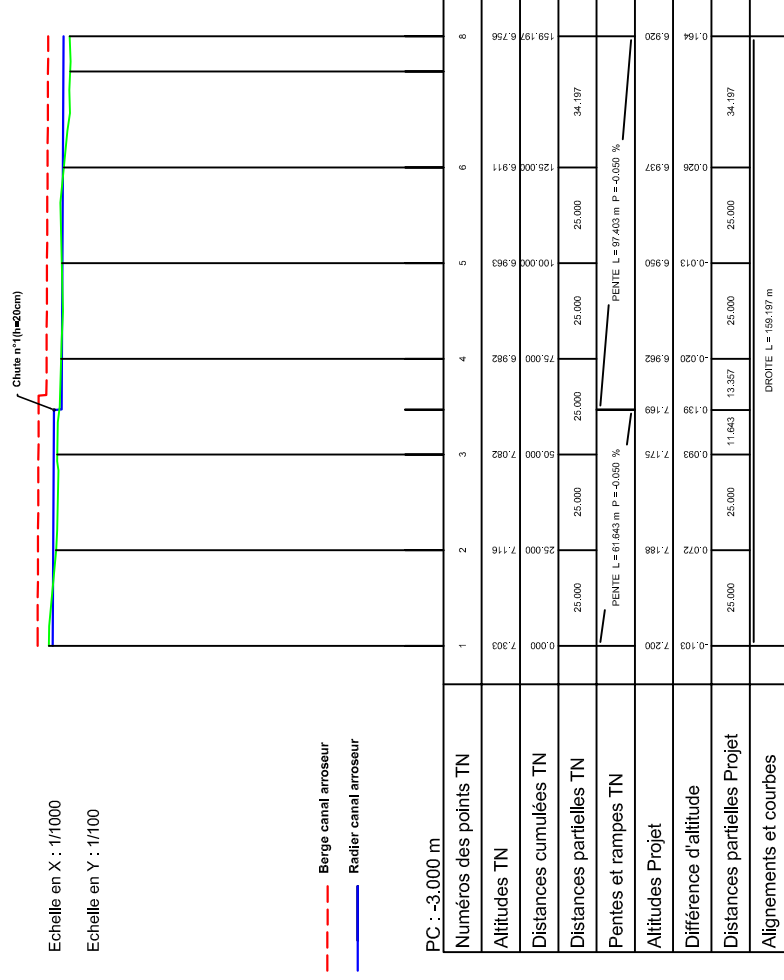
Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



Profil dessiné par Covadis

CA3(CP3)

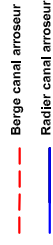
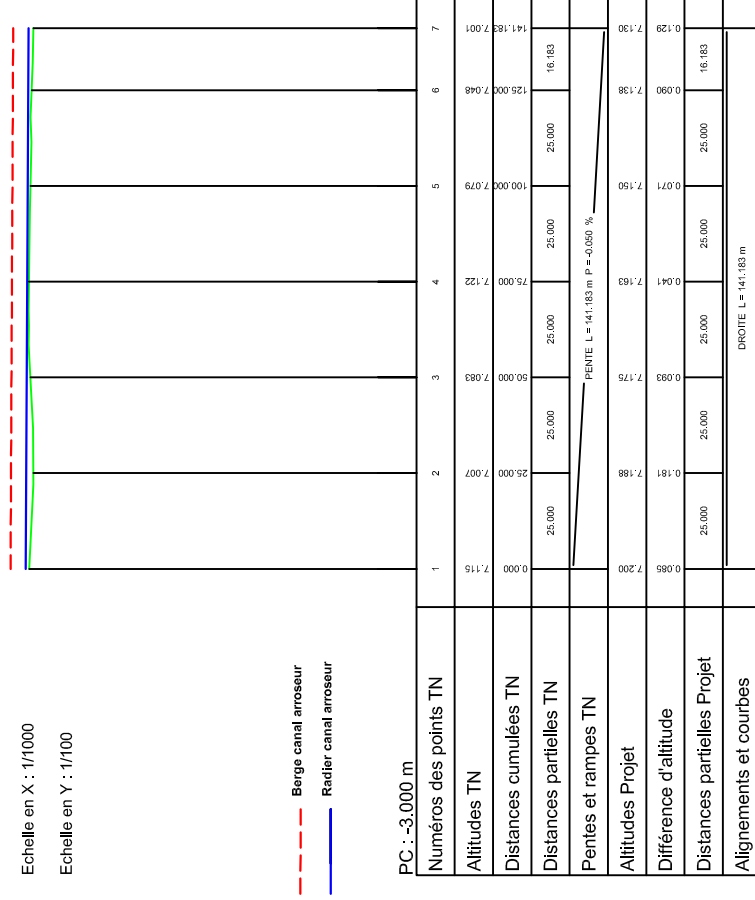
Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



Profil dessiné par Covadis

CA4(CP3)

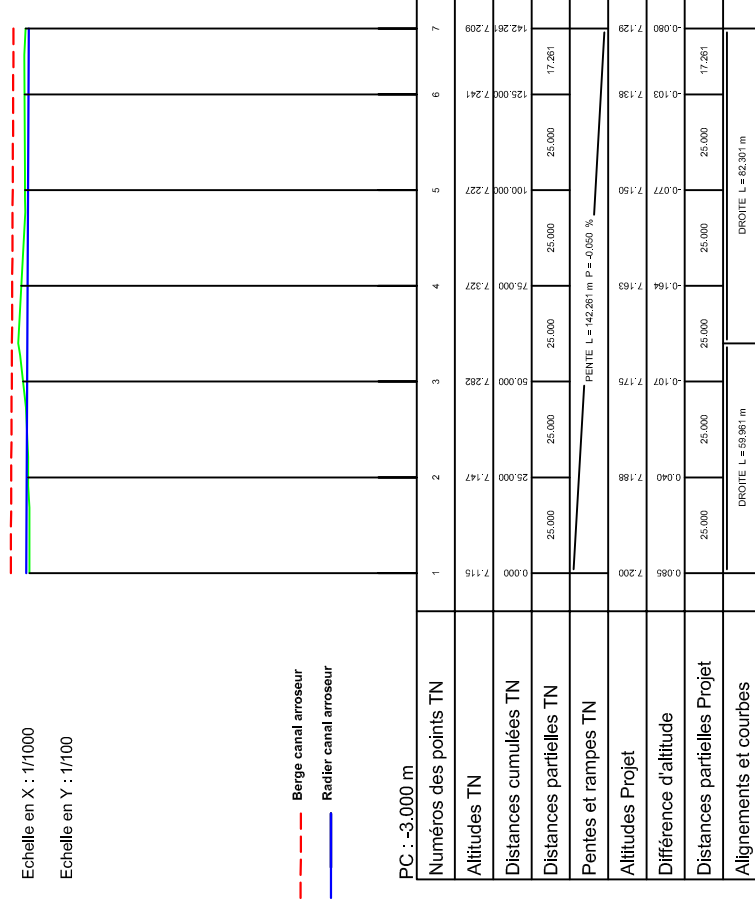
Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



Profil dessiné par Covadis

CA5(CP3)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



Profil dessiné par Covadis

Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

Plano: Perfil longitudinal Canal secundario 2 (CA2-CP3)
Perfil longitudinal Canal secundario 3 (CA3-CP3)
Perfil longitudinal Canal secundario 4 (CA4-CP3)
Perfil longitudinal Canal secundario 5 (CA5-CP3)

Nº 4.2.6 Escala: 1 : 1.000 Proyección UTM Huso 28N Fecha: Sep 2016

Alumno: Tomás Ramo Maicas Tutor de proyecto: Luís Blanch Puertes

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRAFICA Y TOPOGRAFICA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

1- Introducción.

El presente trabajo trata de reflejar mi experiencia como Ingeniero Técnico en Topografía, trabajando para la empresa **MARCO Senegal**, en la República de Senegal, en la obra de abastecimiento de agua y realización de nuevos regadíos en la cuenca del río Senegal.

Se pretende exponer la manera de trabajar como ingeniero técnico en topografía aportando mis conocimientos y adaptándolos a las exigencias propias del país, la empresa para la que trabajo y las exigencias técnicas de la obra a ejecutar.

1.1 La empresa.

Desde primavera del 2015 me encuentro trabajando para la empresa **MARCO Senegal**; se trata de la delegación en Senegal de la empresa española **Marco Obra Pública S.A. (MOPSA)**, ubicada en Binefar, Huesca, fundada en 1.988 y cuya actividad principal es la construcción en todas sus modalidades. <http://mopsa.es/>



Desde el inicio de la crisis económica en España, MARCO empezó su proceso de internacionalización; Perú y Senegal fueron los primeros países donde desembarcó y actualmente se encuentra también realizando importantes trabajos en Colombia, Ecuador, Bolivia y Panamá.



MARCO en el extranjero.

Aprovechando su gran parque de maquinaria de movimiento de tierras, perforación y transporte, en el 2010 MARCO, empezó en Senegal explotando canteras de fosfatos, para otras empresas internacionales. **A partir del 2012** comenzó a ofertar trabajos de movimientos de tierras para la administración senegalesa, principalmente en el sector hidráulico y agrícola, constituyéndose ya delegación oficial de la empresa en Senegal: **Marco Senegal**. <http://grupomarcosenegal.com/>

1.2 El país.

La **República de Senegal** es un estado soberano de **África Occidental** y su territorio está organizado en 14 regiones. La región donde desarrollo mi trabajo y objeto de este proyecto, es la de **San Luis**, al norte del país y frontera con Mauritania por el discurrir del río Senegal que da nombre al país.

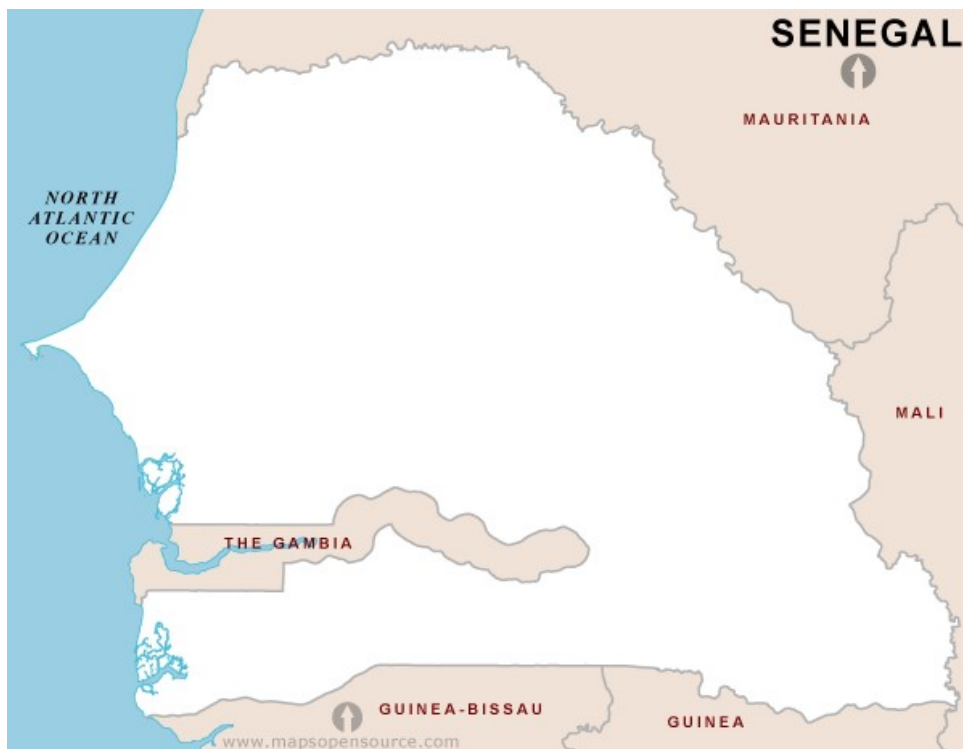


Senegal en el mundo.



región de San Luis en Senegal.

Además, Senegal limita con el océano Atlántico, con Malí, Guinea y Guinea-Bisáu, Gambia y las islas de Cabo Verde mar adentro. Es un país minúsculo si lo comparamos con sus vecinos del norte y este.



Senegal y su entorno.

La población del país se estima en aproximadamente 13 millones de personas.

El clima es tropical con dos estaciones, una seca y otra lluviosa. Pero en concreto la región de San Luis, donde se ubica la obra, es **clima saheliano** con escasas lluvias y tormentosas y concentradas en los meses de julio, agosto y septiembre. Esto es una circunstancia importante en la planificación y desarrollo de la obra pues durante los meses de lluvias el **terreno es impracticable** y se **paraliza la obra** por completo.



obra en época de lluvias.

Dakar es la capital de Senegal y se ubica en el punto más occidental del país. Las infraestructuras de transporte por carretera están en lento desarrollo y los 500 Km que separan la obra de la capital se traducen en más de 7h de viaje, lo que complica la logística de la obra.



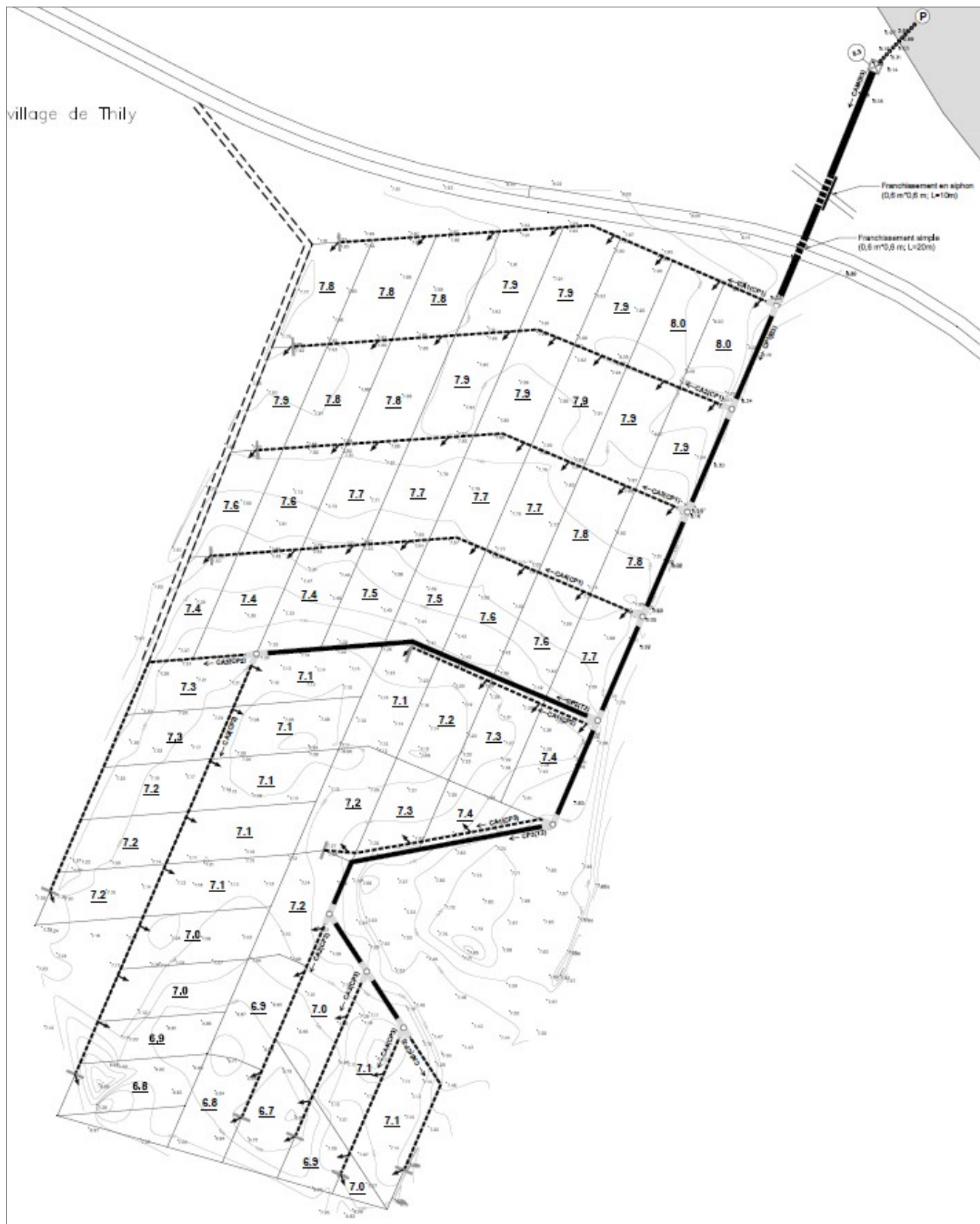
terreno impracticable y paralización de los trabajos.



carreteras en mal estado en Senegal.



sector a regenerar, terreno actual.



sector proyectado.

La obra consiste en restaurar o rehacer por completo la red de canales de suministro, desde la toma de agua en el río, hasta el riego de las diferentes parcelas.



tomas de agua actuales del río Senegal.



canales de obra actuales a restaurar.

La nivelación de cada una de las parcelas. Y por último, el drenaje de las mismas.



explanación de parcelas con bulldozer



referencias altimétricas sobre estacas.

2- Cartografía del proyecto. Análisis de necesidades topográficas.

2.1 Sistemas de referencia y vértices de proyecto.

Lo primero de todo, como en todo trabajo solicitamos información sobre el sistema de coordenadas en el que se ha realizado el proyecto y en el que hemos de trabajar. La obra se sitúa por completo en el HUSO 28 y proyección UTM.



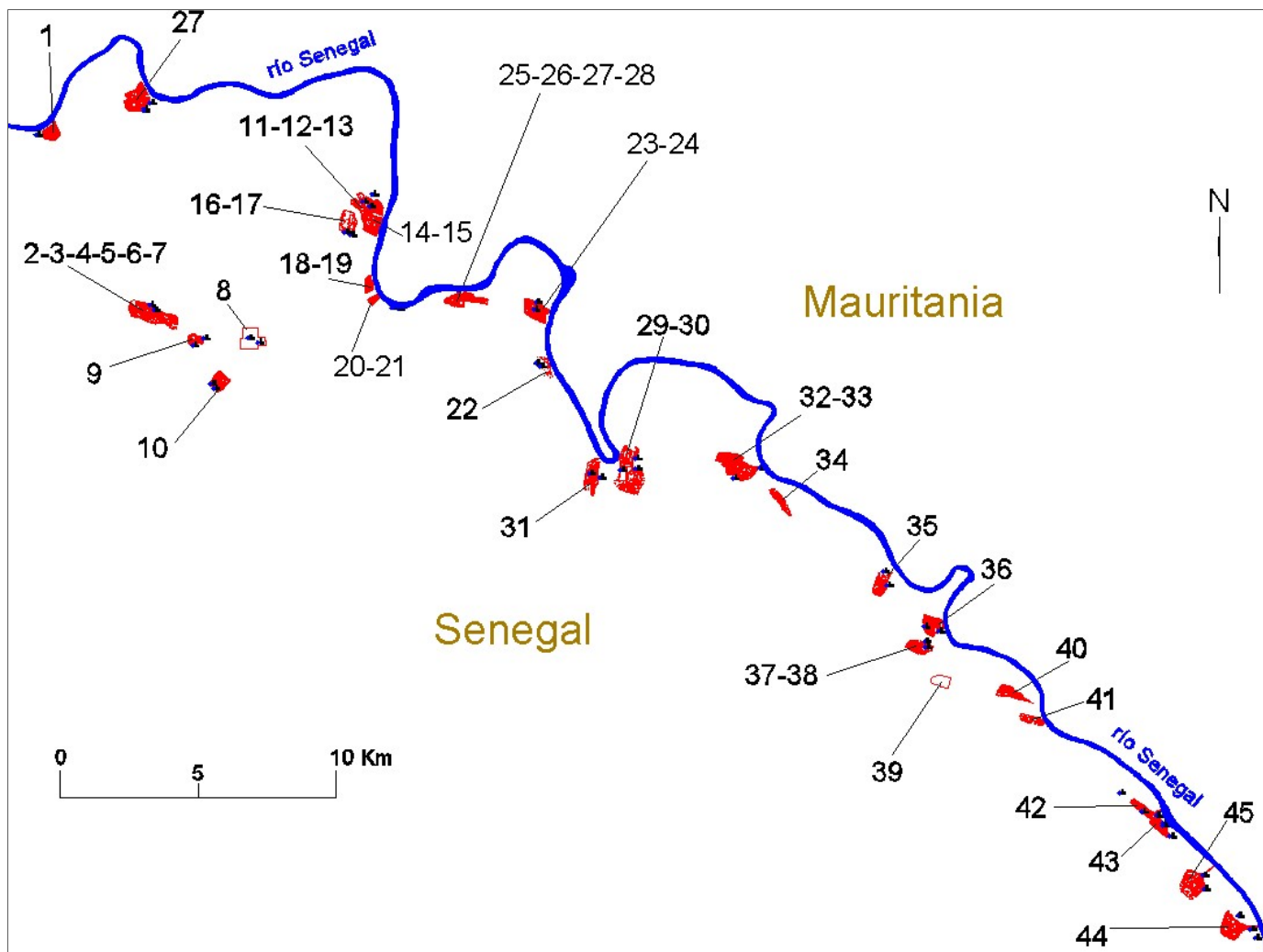
vértice de la red senegalesa.

Con GPS diferencial de doble frecuencia, verificamos las coordenadas de los vértices de proyecto.



comprobación de vértices.

La red de vértices de **coordenadas** aportadas por la administración para le ejecución de la obra, fueron **aceptadas** tras su revisión. Las diferencias de lecturas respecto a las esperadas, siempre fueron inferiores a los 3 cm, suficiente para la precisión que exigía el proyecto. No obstante, su mala disposición geográfica o ausencia de vértices, hizo necesaria una densificación de dicha red para dar apoyo topográfico a toda la obra.



distribución de bases der replanteo por los sectores de la obra.

2.2 Análisis de la cartografía de proyecto.

Además de los vértices de coordenadas de proyecto, la administración facilitó la cartografía base o terreno natural con el que diseñó los diferentes sectores a irrigar. Como es normal se hizo un **análisis de dicha cartografía**; su calidad, nivel de detalle y precisión. Llegando a la conclusión de la necesidad de tomar nuestro nuevamente el terreno natural con nuestros medios.



cartografía de proyecto con escasa definición.

Siendo el terreno a trabajar casi horizontal pero de gran extensión, la **densidad de puntos** tomados sobre el terreno en la cartografía de proyecto, aportada por la administración, era claramente **insuficiente**. Fue necesario hacer **nuevos levantamientos topográficos** de los 45 sectores y más de mil hectáreas de superficie.



nueva cartografía levantada por MARCO.

3- Levantamientos topográficos iniciales. Uso de drones.

Dadas las **dimensiones** de la obra, **más de 1.000 Ha** de ejecución, la disposición geográfica en más de 1.500 Km², y el **plazo de ejecución** de sólo 13 meses, hizo únicamente viable el uso de aeronaves no tripuladas (DRONES o RPAS), para la obtención de la topografía, bajo la tolerancia mínima exigible.

Siendo una tecnología relativamente reciente y basada en técnicas más tradicionales como la fotogrametría y la teledetección, mediante el uso de drones, pudimos obtener la cartografía a un detalle suficiente para la mejora del proyecto a ejecutar y en un tiempo mucho menor.

El **dron** que se utilizó fue **de ala fija** (tipo avión) y no multirrotor o multicóptero (tipo helicóptero); la ventaja del dron de ala fija frente al multirrotor es su mayor **autonomía** de vuelo por su mayor sustentación no basada sólo en los rotores si no en sus propios elementos de sustentación (alas principalmente). Por contra, el dron de ala fija, necesita mejores **condiciones meteorológicas** y **zonas** más amplias **de aterrizaje** que el dron multirrotor.



dron de ala fija.



dron multirrotor.

El clima estable del norte de Senegal en el mes de mayo y junio, la orografía del terreno a levantar casi horizontal, sin casi infraestructuras ni zonas urbanas y las propias dimensiones medias, de cada sector a levantar, decantó la balanza por la **utilización del dron de ala fija**.



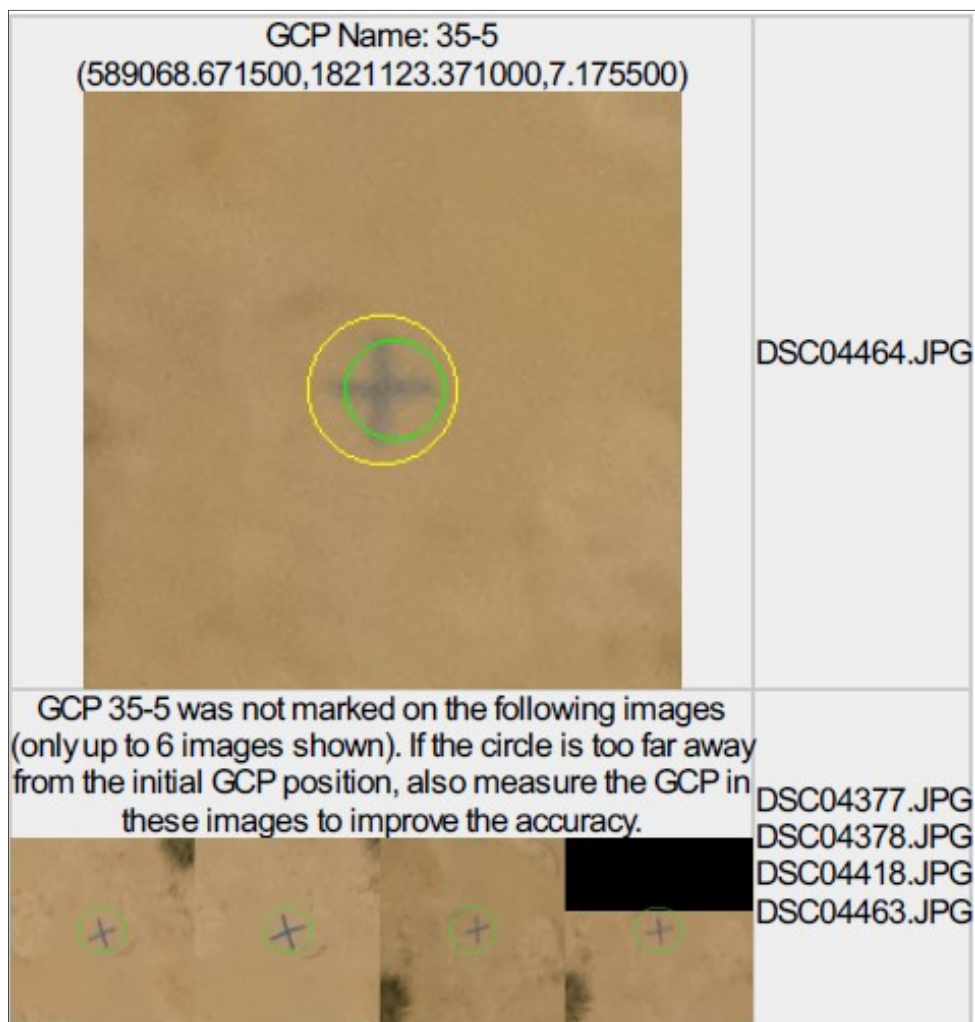
despegue de dron de ala fija.



orografía apta para el uso de dron de ala fija.

Respecto a la **precisión requerida** para la obtención de la orografía del terreno, el uso de drones fue el óptimo.

Se situaron **puntos de apoyo** sobre el terreno, identificables en las fotografías que procesa el programa de restitución y modelado 3D (Pix4d), de coordenadas conocidas, tomadas en campo mediante GPS diferencial de doble frecuencia, apoyados en vértices de proyecto.



Muestra sector N° 35. puntos de apoyo o de control, de coordenadas conocidas.

🔍 Ground Control Points

GCP Name	Accuracy XYZ [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]
35-1 (3D)	0.020/ 0.020	-0.003	-0.001	-0.002
35-2 (3D)	0.020/ 0.020	0.005	-0.017	-0.000
35-3 (3D)	0.020/ 0.020	0.003	0.007	0.001
35-4 (3D)	0.020/ 0.020	-0.001	0.004	0.000
35-6 (3D)	0.020/ 0.020	-0.005	0.001	0.003

Muestra sector N° 35. informe de calidad de los puntos de control en la restitución.

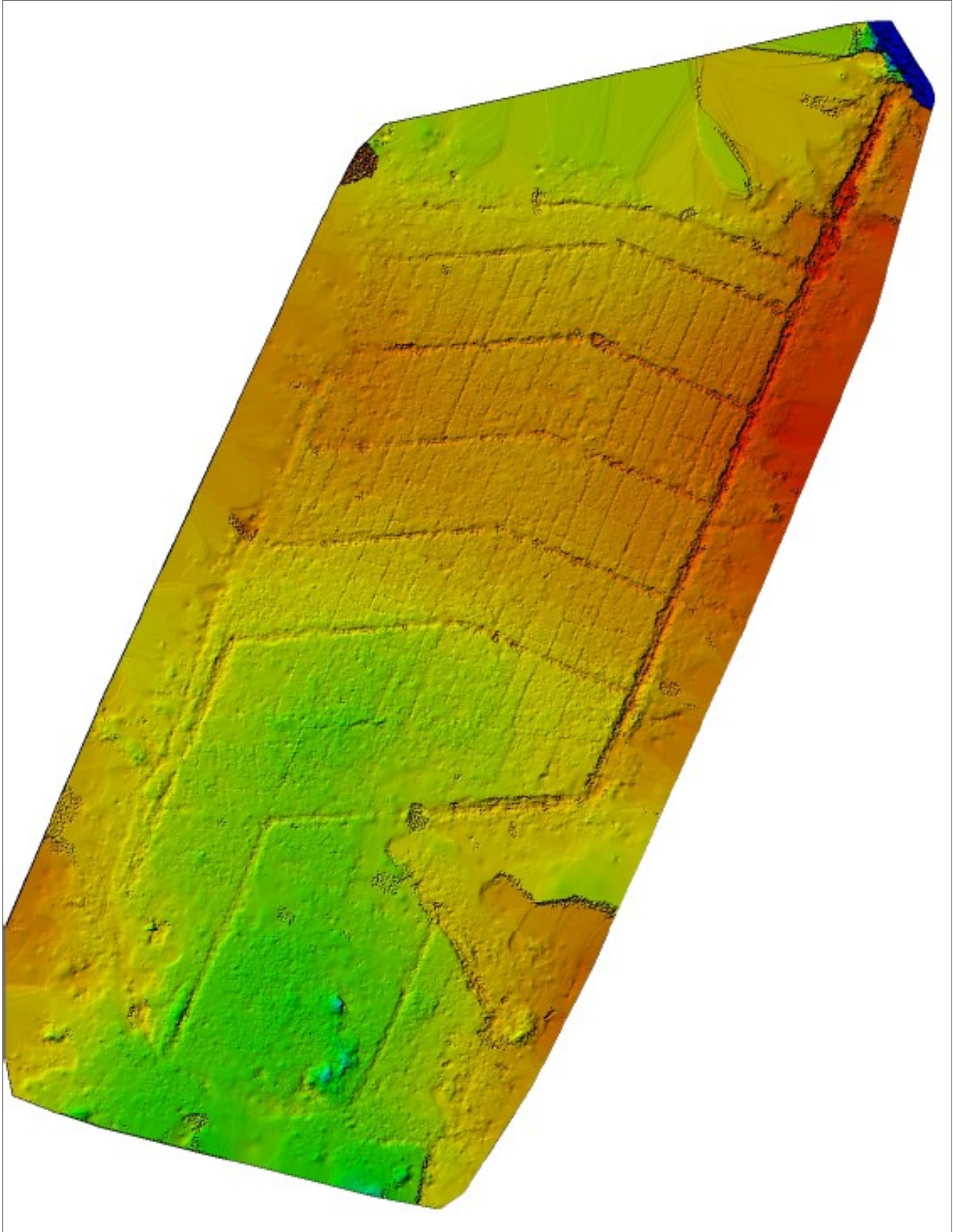
Se logró volar todos los sectores, las más de 1000 hectáreas, obteniendo la cartografía referenciada, en tan solo 10 días. Trabajo de campo (vuelos), procesado de imágenes, modelado 3D y obtención de modelos digitales del terreno en sistema CAD, apto para rediseñar la red de canales, parcelas y drenajes.



trayectoria de vuelo (línea verde) y captura de imágenes (puntos azules).



ortomosaico.



modelo digital de superficie (programa Pix4D).

4- Apoyo topográfico a la obra. Densificación de bases de replanteo.

Como antes hemos señalado, el proyecto a ejecutar fue dotado de una **cartografía inicial** del terreno natural, y referida a unos **vértices de coordenadas conocidas**, aportadas igualmente.

Lo primero necesario a la hora de examinar dichas bases es conocer el **sistema de coordenadas** utilizado. Para este proyecto se ha trabajado planimétricamente en **UTM HUSO28** y altimétricamente una red propia de Senegal.

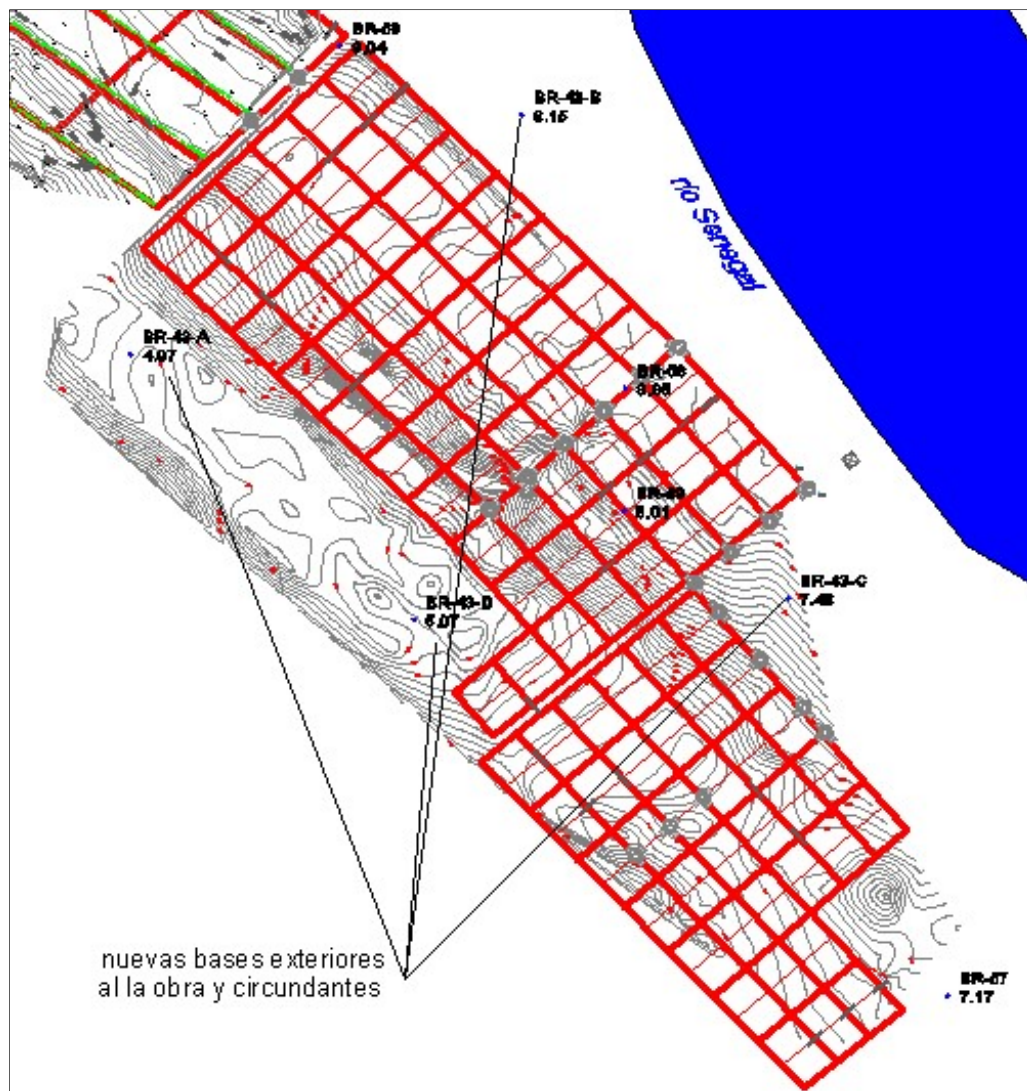
Para ello usamos un equipo **GPS de doble frecuencia en modo RTK**. Estacionando en uno de las bases y forzando las coordenadas observadas a las de proyecto, tomamos con el "rover" otras bases cercanas (del mismo sector) y en general los resultado estuvo dentro de la tolerancia (por debajo de los 3 cm).

Otro tema fue la **disposición geográfica de las bases** respecto a la superficie a trabajar (bases alineadas), la desaparición de bases (terreno desértico y largo tiempo pasado desde su ubicación). También observamos con perplejidad, la ubicación de bases de replanteo en el interior de la superficie a trabajar.



Sector 43; ejemplo de mala disposición de bases.

Como consecuencia de lo anteriormente expuesto nos vimos obligados a **densificar la red de bases** de replanteo o rehacer por completo en algún caso, para apoyar correctamente la ejecución de la obra.



Sector 43; ejemplo de densificación de bases.

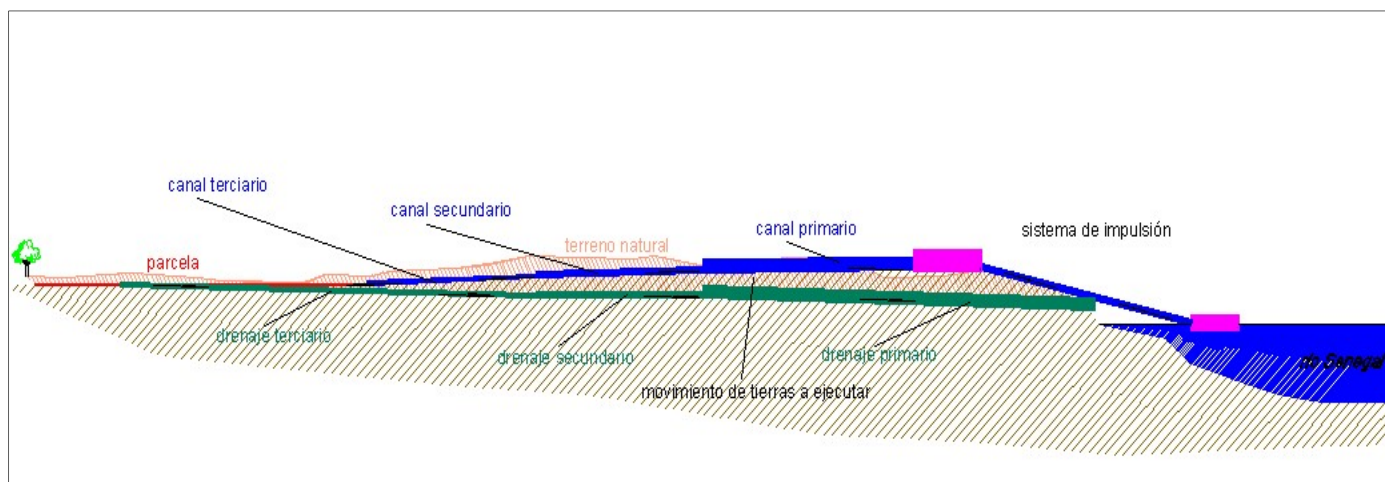
En el ejemplo anterior observamos un caso en el que las bases de proyecto están ubicadas en el interior de la obra, por lo que era lógico que desaparecerían cuando se iniciasen los movimientos de tierras.

Antes de iniciar la obra, apoyándonos en las bases de proyecto verificadas, creamos **nuevas bases** en el exterior de los sectores y perimetrales a ellos; la abundancia de vértices nos permitió curarnos en salud ante habituales desapariciones accidentales, propias de un entorno de trabajo con maquinaria pesada.

Las coordenadas obtenidas de las nuevas bases fueron facilitadas a la ingeniería local que supervisaba la obra, junto con el resto de modificaciones que fueron necesarias, para su aprobación.

5- Aplicación topográfica a la ejecución de la obra. Instrumentos y métodos.

En cuanto al **método de trabajo** utilizado para el apoyo topográfico en la ejecución de la obra, partimos de las exigencias que la administración senegalesa nos pide en el proyecto. La cota final de las parcelas explanadas permite una tolerancia de error de +/- 5 cm. Dado el tipo de terreno y los medios con los que contamos, no fue problema estar dentro de esos valores.

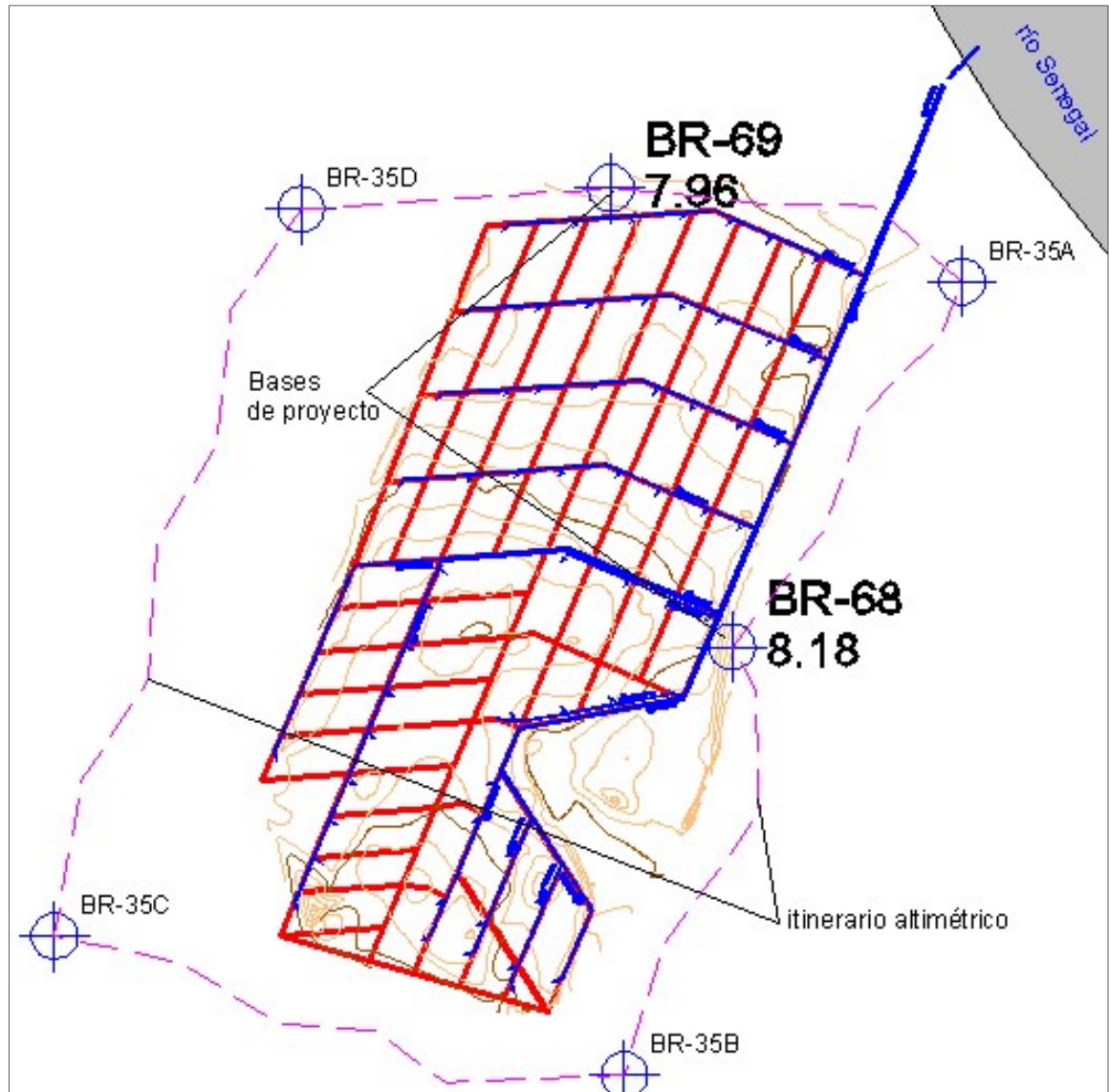


esquema de riego de un sector.

Dada la gran distancia entre los diferentes sectores (en ocasiones más de 5km), trabajamos individualmente cada uno de los ellos. De este modo pudimos establecer **independientes sistemas altimétricos**, sólo importándonos respetar las cotas de toma de agua e impulsión respecto a la configuración de pendientes a la totalidad de parcelas a irrigar.

Tras la densificación de bases anteriormente expuesta, realizamos una **nivelación geométrica**, cerrada, de dichas bases dotándolas de nuevas cotas, eliminando así el error propio del sistema GPS y siempre partiendo de una base de proyecto aceptada y verificada.

Cada uno de los vértices nivelados y compensados de error altimétrico principalmente, serán utilizados como cotas de apoyo a los niveles instalados en la maquinaria pesada (bulldozer y moto traíllas, principalmente).



Por tanto los instrumentos topográficos a utilizar son: equipos GPS doble frecuencia RTK, niveles ópticos y niveles láser específicos de maquinaria pesada.

6- Anejos.

Dada las dimensiones de la obra y cantidad de información tan extensa de esta obra, se expone como ejemplo el Sector nº35.

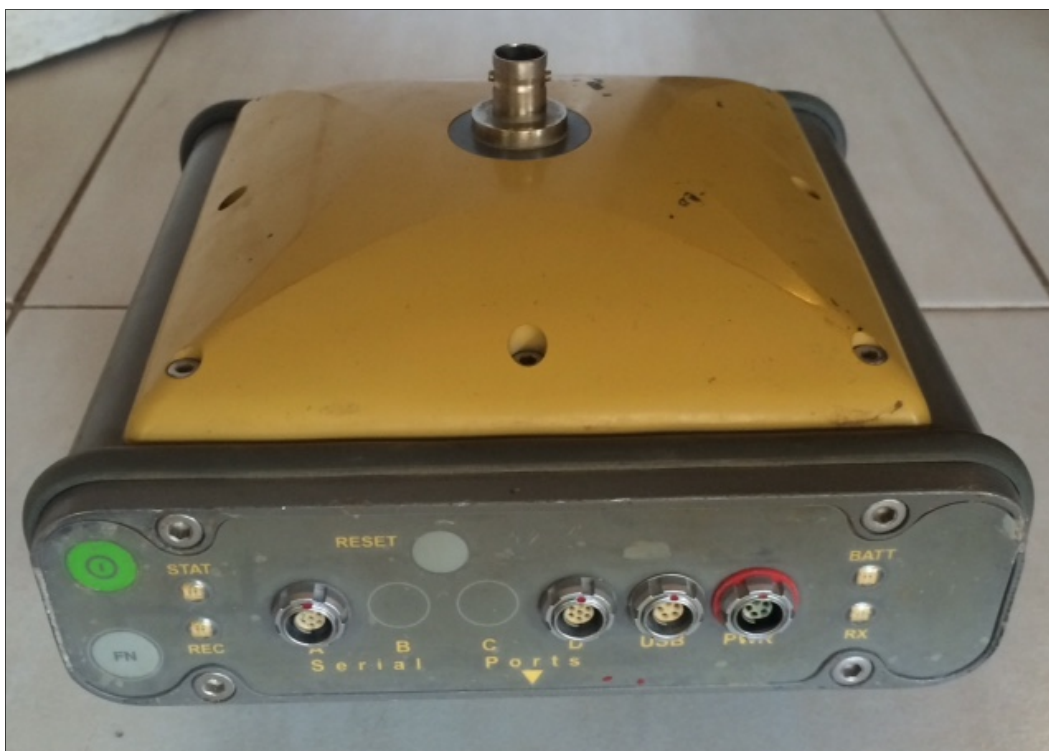
6.1- Listado de coordenadas

	X	Y	Z	
BR-35A	589792.387	1821798.769	8.250	
BR-35B	589425.750	1820937.908	7.630	
BR-35C	588807.192	1821088.502	8.080	
BR-35D	589074.858	1821877.438	7.860	
BR-68	589542.585	1821402.155	8.180	Proyecto
BR-69	589411.029	1821900.560	7.960	Proyecto

6.2- Listado de instrumental utilizado.

1- GPS TOPCON

Equipo GPS marca TOPCON, compuesto por 3 receptores GPS, radiomodem y bluetooth modelo HIPERPRO, libreta electrónica bluetooth y demás componentes que a continuación se detallan.



Antena modelo HIPERPRO.

PC, colector de datos GPS del receptor con software de topografía y comunicación cable y bluetooth



Libreta electrónica.

2- Nivel óptico TOPCON.



Nivel automático TOPCON AT-B2

3- Equipo de nivelación laser TOPCON RL-SV2S

Nivel autonivelante de laser visible con posibilidad de generar planos a diferentes pendientes.



Nivel laser RL-SV2S

Sensor luminoso LS-B10 y sonoro de señal laser que se adhiere con sus propios imanes a la maquinaria.



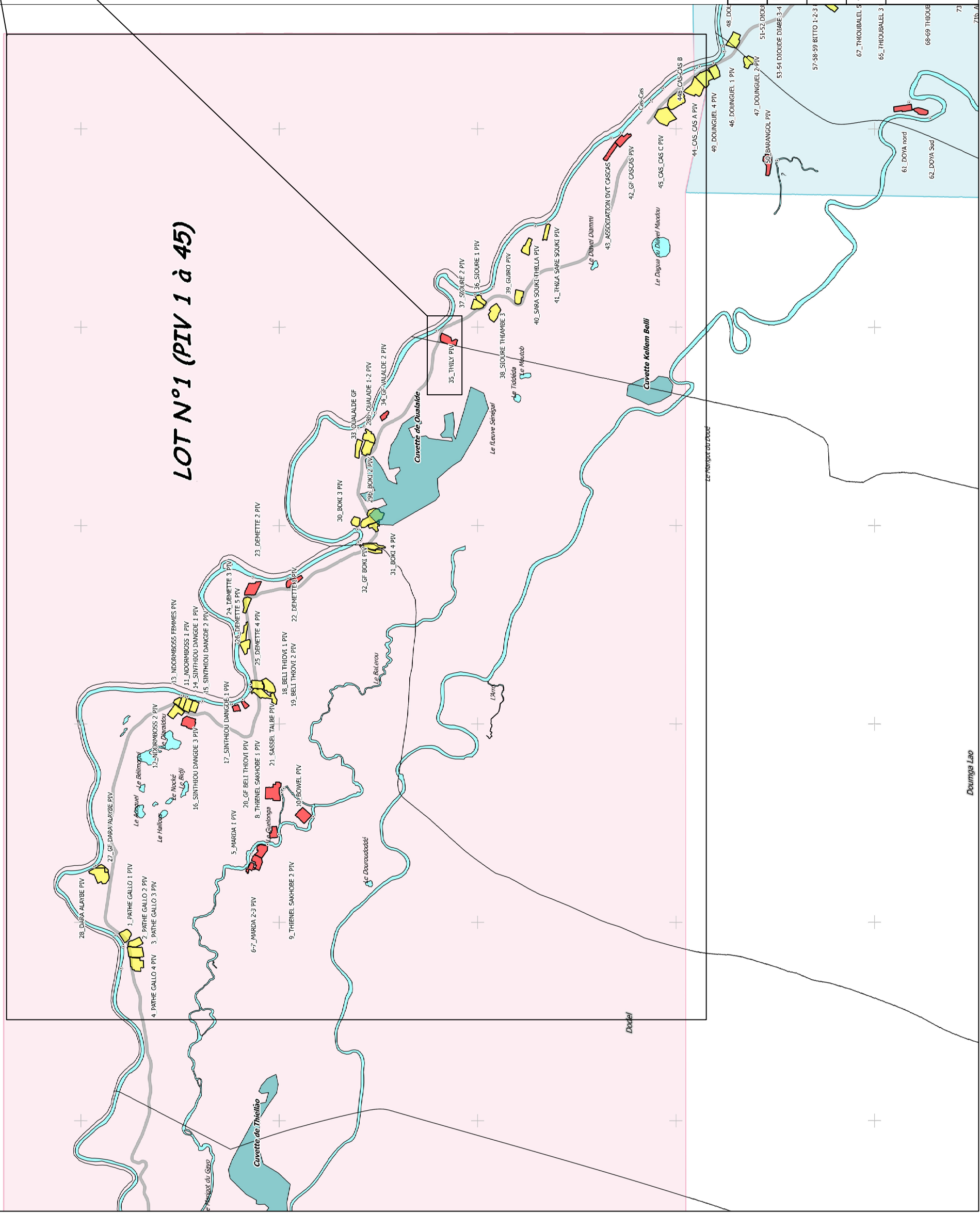
Sensor luminoso.

6.3 Planos.

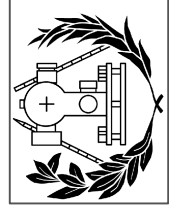
Obra asignada a la empresa MARCO

Sector Nº 35, ejemplo a estudio

LOT N°1 (PIV 1 à 45)



Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL	
Plano: Situación de la obra y sector Nº 35	
Nº 1	Escala: 1 : 100.000
Fecha: Septiembre 2016	
Alumno: Tomás Ramo Malcas	Tutor de proyecto: Luís Blanch Puertes



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

+

X= 588500
Y= 1822000

+

rio Senegal

+

+

+

X= 589000
Y= 1821000

+

+



Bases de proyecto y densificadas

	X	Y	Z	
BR-35A	589792.387	1821798.769	8.250	
BR-35B	589425.750	1820937.908	7.630	
BR-35C	588807.192	1821088.502	8.080	
BR-35D	589074.858	1821877.438	7.860	
BR-68	589542.585	1821402.155	8.180	Proyecto
BR-69	589411.029	1821900.560	7.960	Proyecto

Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

Plano: T.N. de proyecto, cartografía aportada y bases.

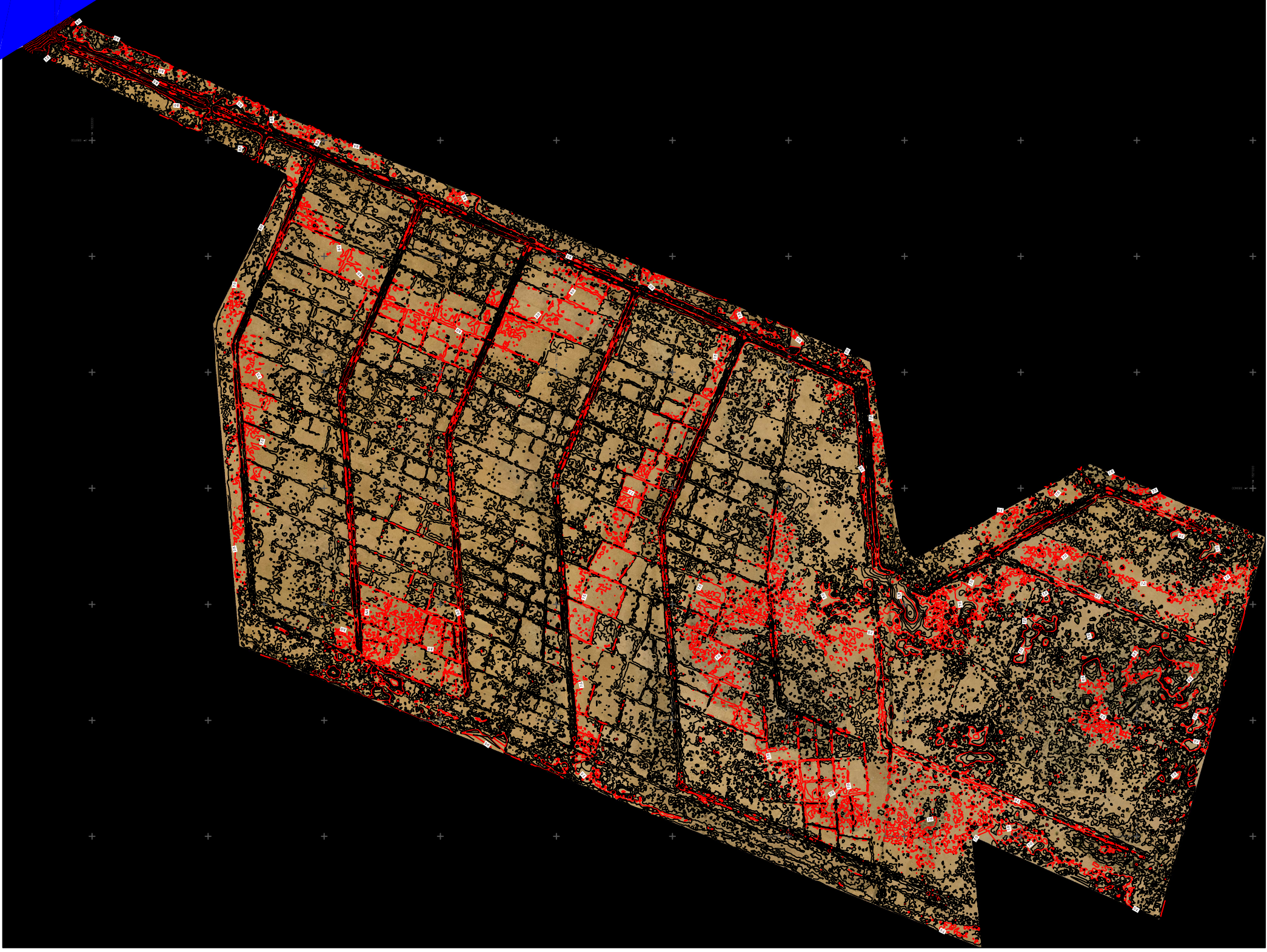
Nº	Escala:	Proyección UTM Huso 28N	Fecha:
2	1 : 2.000		Sep 2016

Alumno: Tomás Ramo Maicas Tutor de proyecto: Luís Blanch Puertes

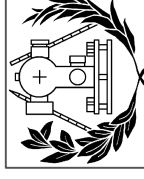


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

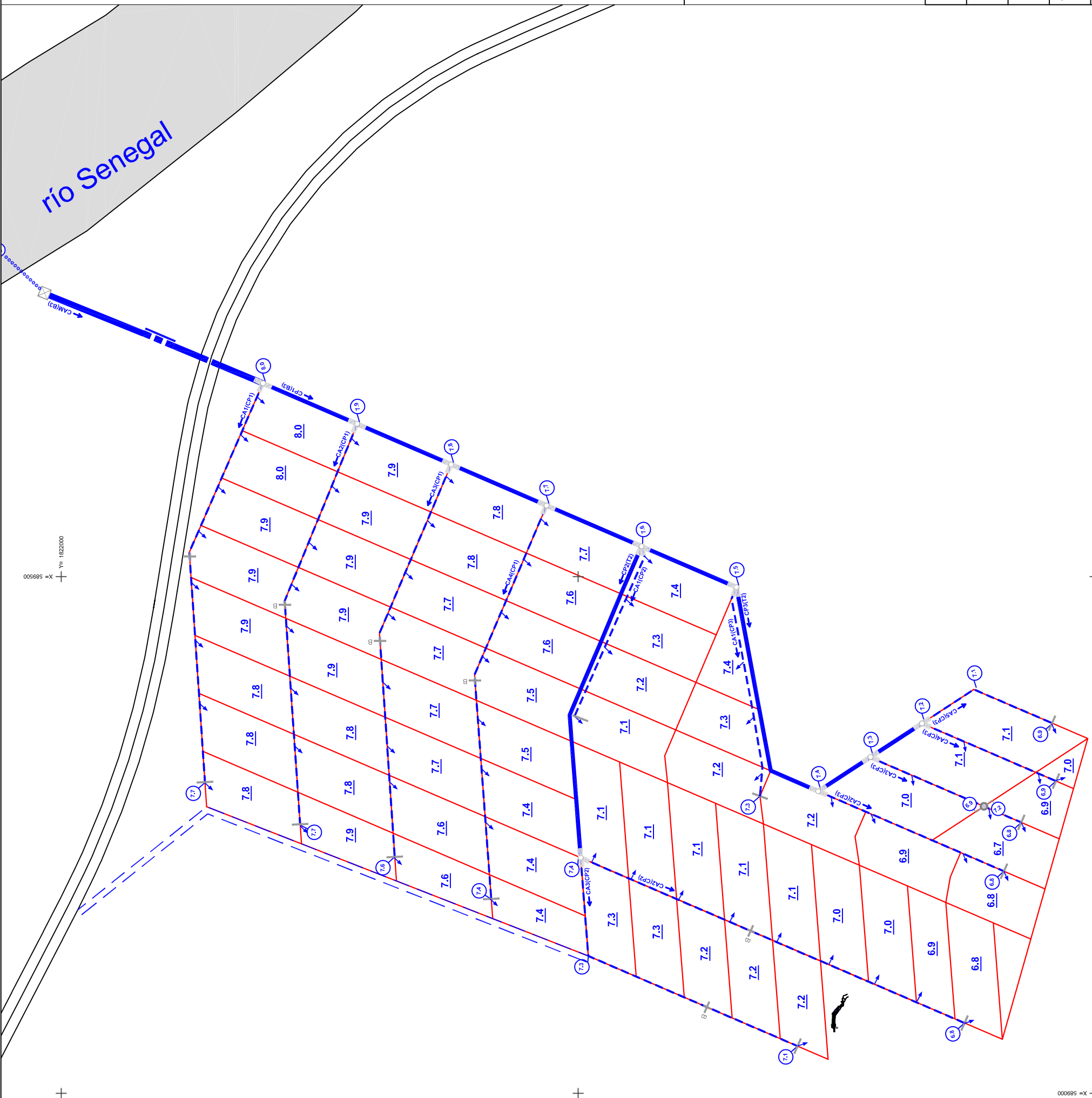
río Senegal



Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL			
Plano: T.N. Ortofoto y cartografía densificada por MARCO			
Nº	3	Escala: Proyección UTM Huso 28N	1 : 2.000
Fecha: Sep 2016		Tutor de proyecto: Luís Blanch Puertes	
Alumno: Tomás Ramo Maicas			



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



Secciones tipo	
	T1
	T2
	T3
	T4
	B1
	B2
	B3
	B4

Plano en planta de diseño de sector

TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

Nº 4.1

Escala: 1 : 2.000

Proyección UTM Huso 28N

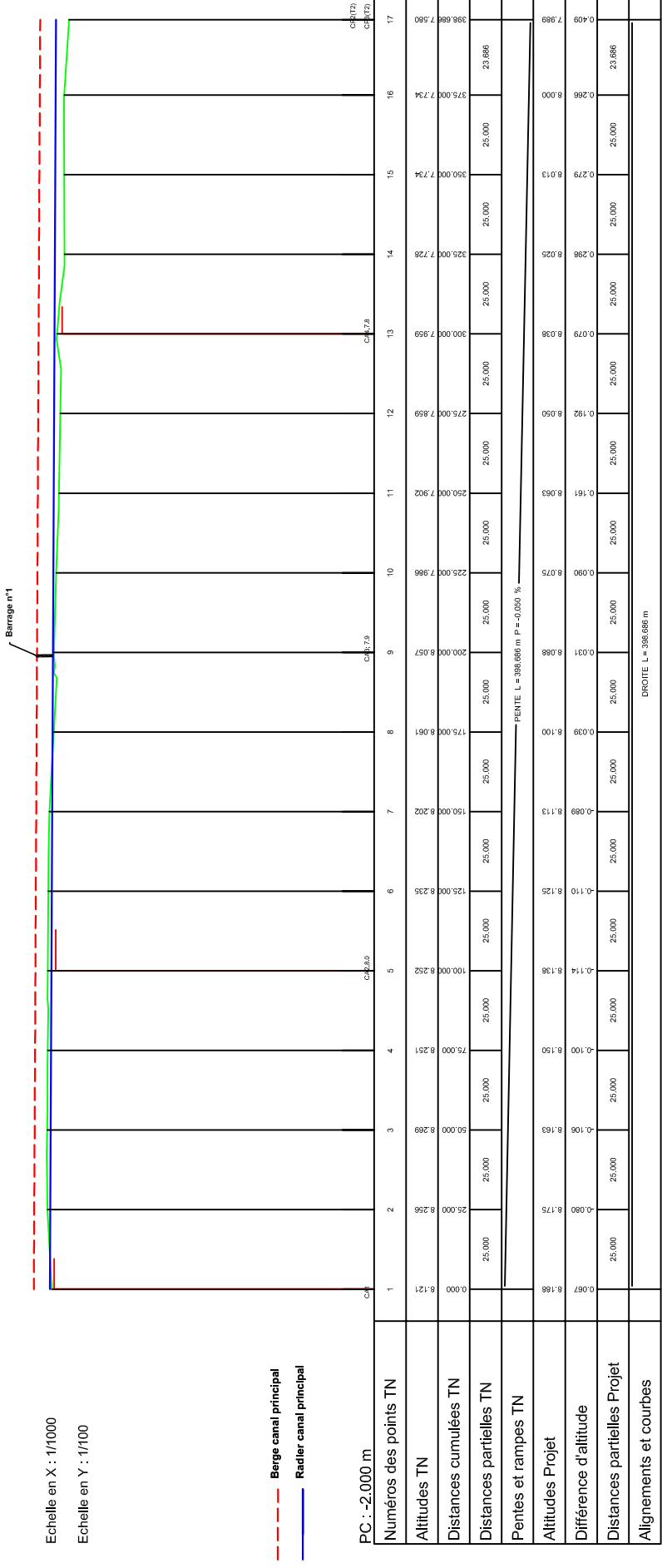
Fecha: Sep 2016

Alumno: Tomás Ramo Malcás

Tutor de proyecto: Luís Blanch Puertes



Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100

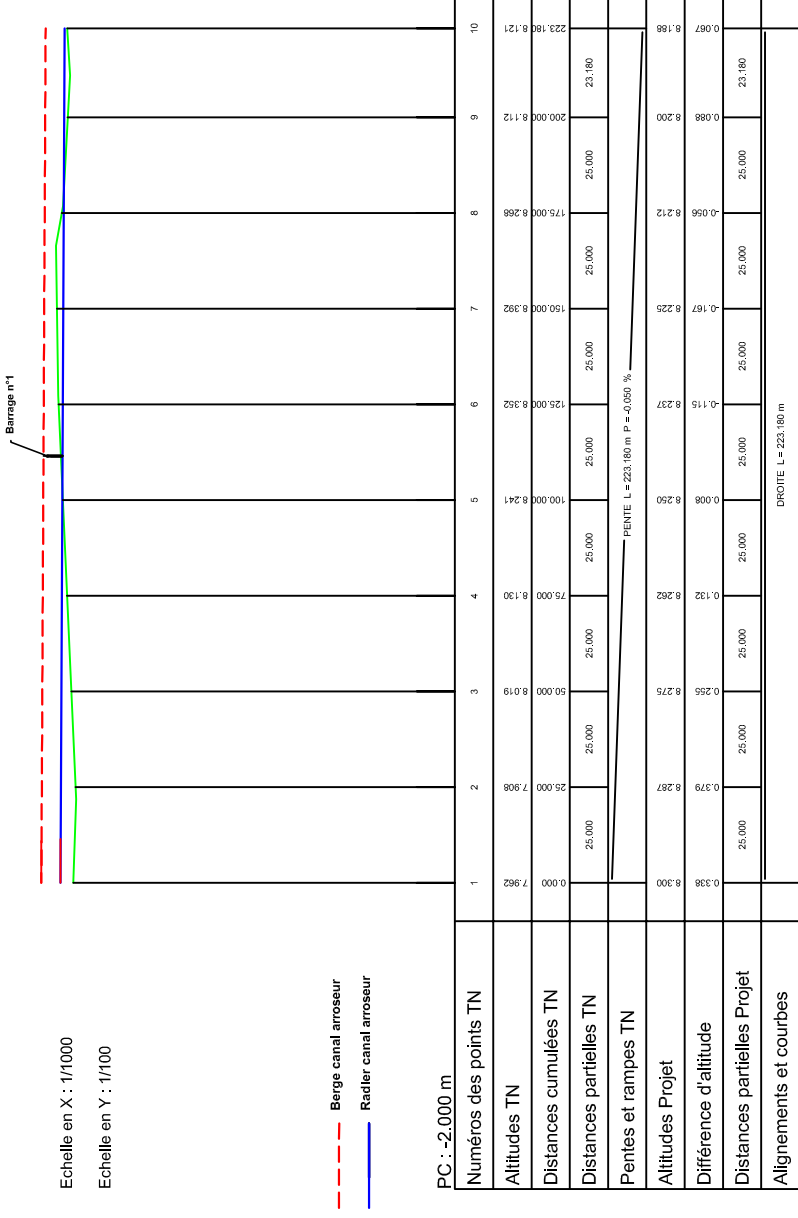


--- Berge canal principal
--- Radier canal principal



Profil dessiné par Covadis

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



--- Berge canal arroseur
--- Radier canal arroseur

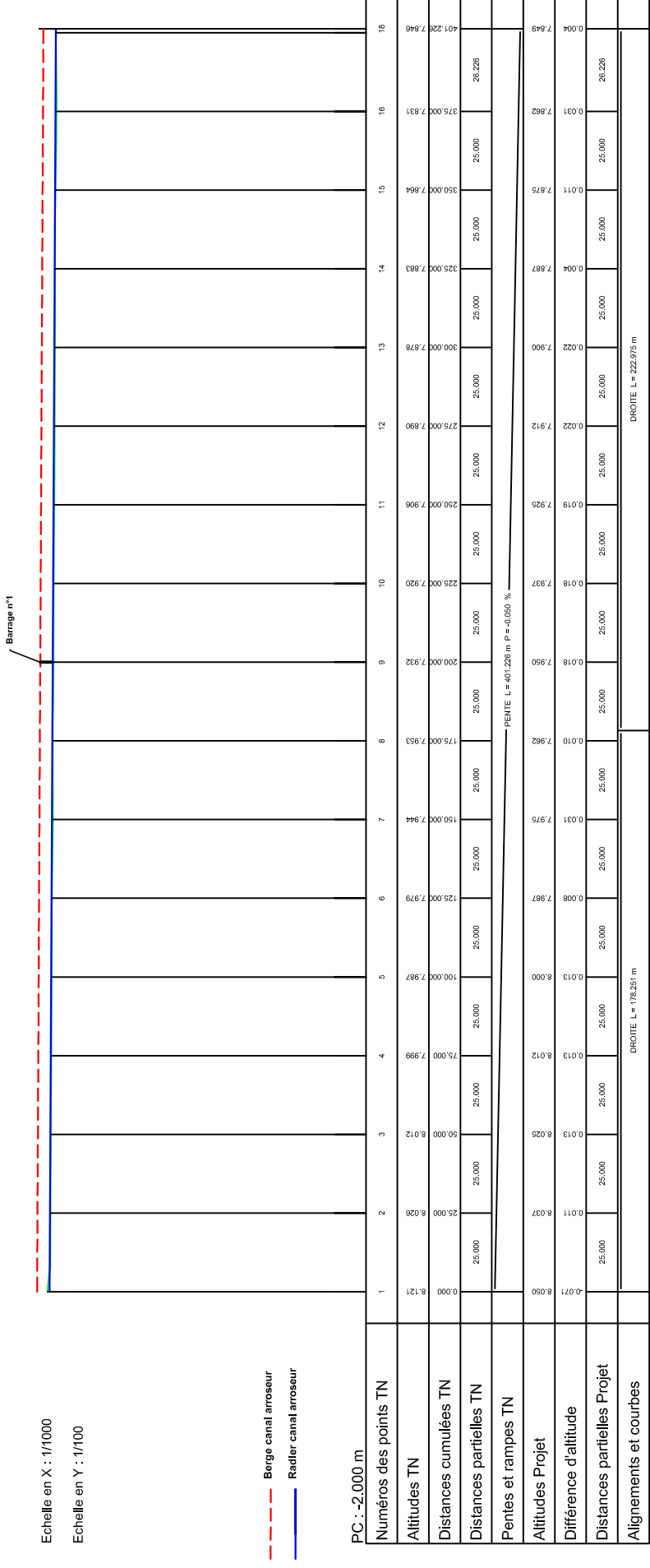
Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

Plano: Perfil longitudinal de canal de alimentación (CAM)
Perfil longitudinal de canal principal 1 (CP1)

Nº 4.2.1 Escalar: 1 : 1.000 Proyección UTM Huso 28N Fecha: Sep 2016

Alumno: Tomás Ramo Maicas Tutor de proyecto: Luis Blanch Puertes

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100

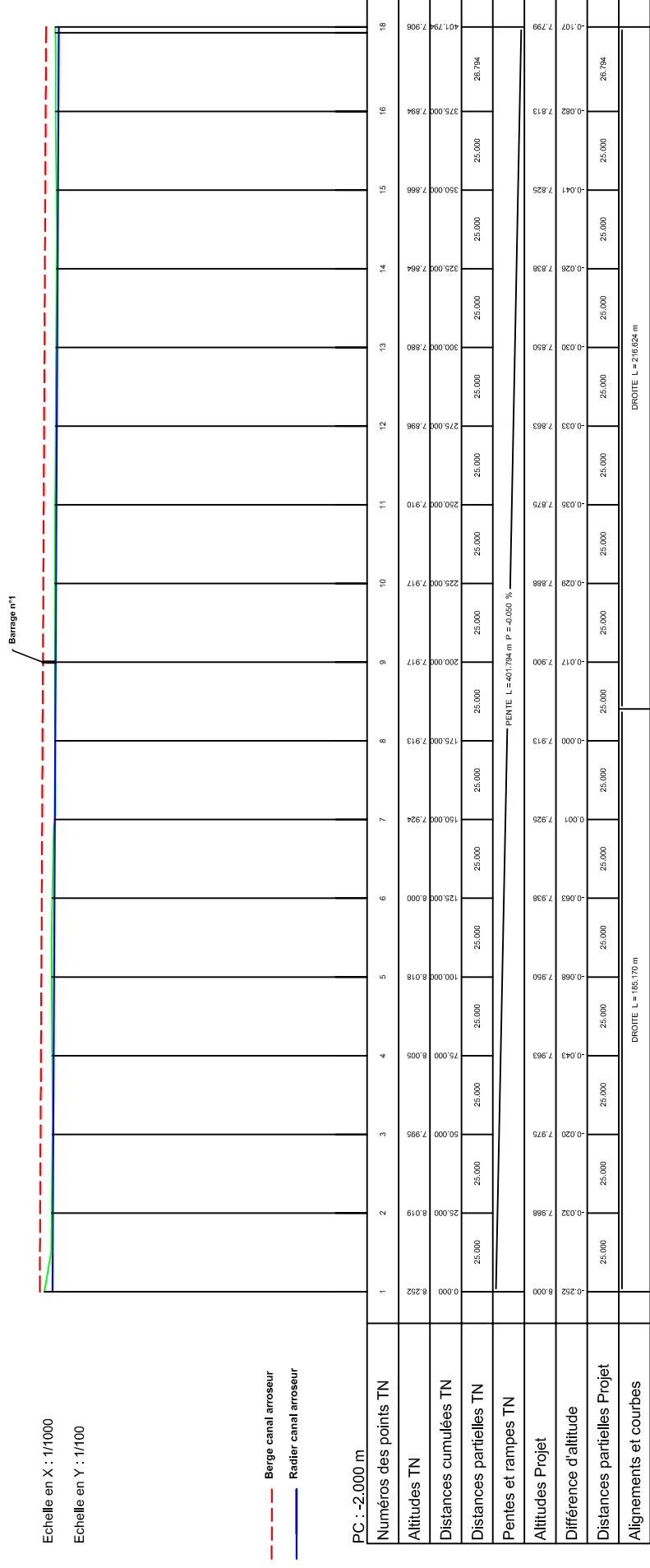


--- Berge canal arroseur
--- Radier canal arroseur



Profil dessiné par Covadis

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



--- Berge canal arroseur
--- Radier canal arroseur

Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

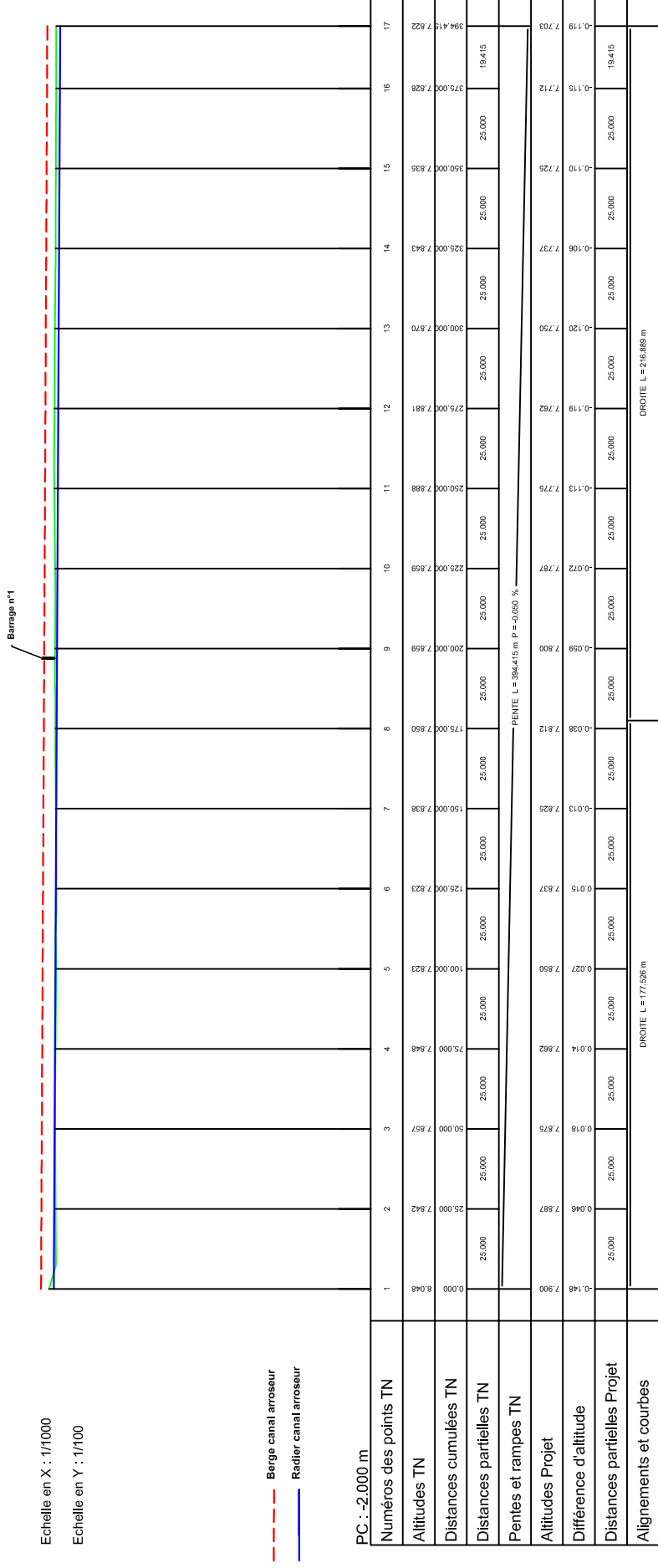
Plano: Perfil longitudinal Canal secundario 1 (CA1-CP1)
Perfil longitudinal Canal secundario 2 (CA2-CP1)

Nº 4.2.2 Escala: 1 : 1.000 Fecha: Sep 2016
Proyección UTM Huso 28N

Alumno: Tomás Ramo Matias Tutor de proyecto: Luis Blanch Puertes

CA3(CP1)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



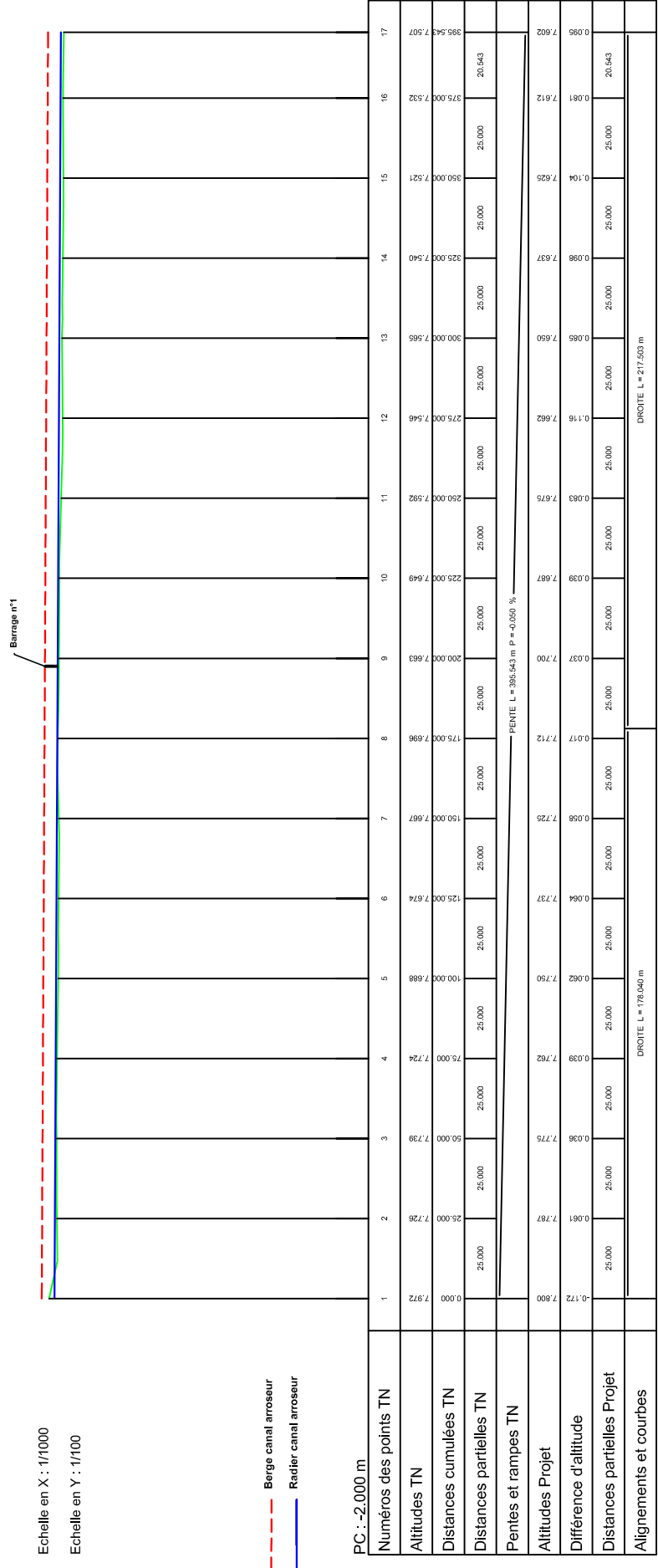
--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur



Profil dessiné par Covadis

CA4(CP1)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur

Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

Plano: Perfil longitudinal Canal secundario 3 (CA3-CP1)
Perfil longitudinal Canal secundario 4 (CA4-CP1)

Nº 4.2.3 Escala: 1 : 1.000 Proyección UTM Huso 28N Fecha: Sep 2016

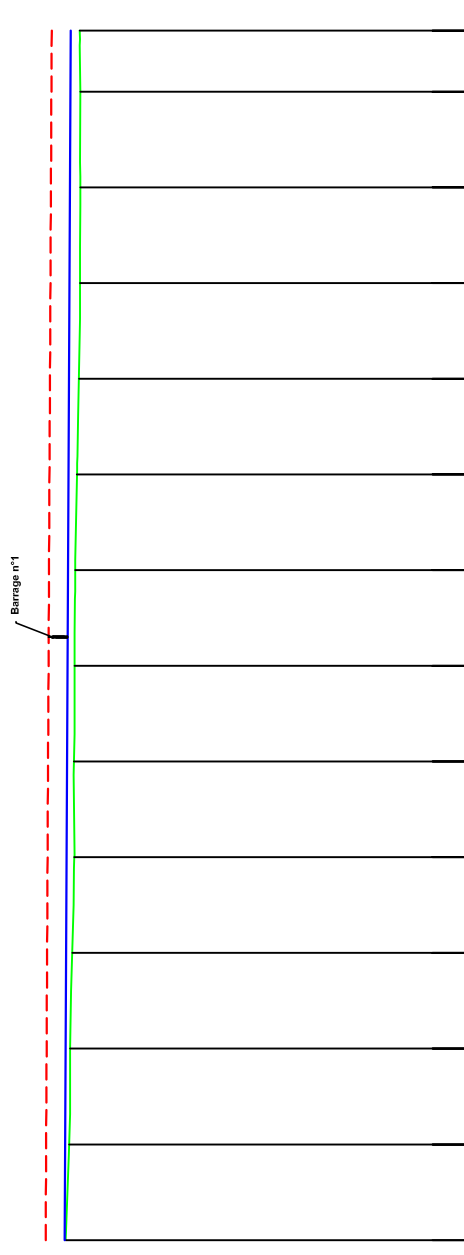
Alumno: Tomás Ramo Maicas Tutor de proyecto: Luís Blanch Puertes

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRAFICA Y TOPOGRAFICA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

CP2

CA1(CP2)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100

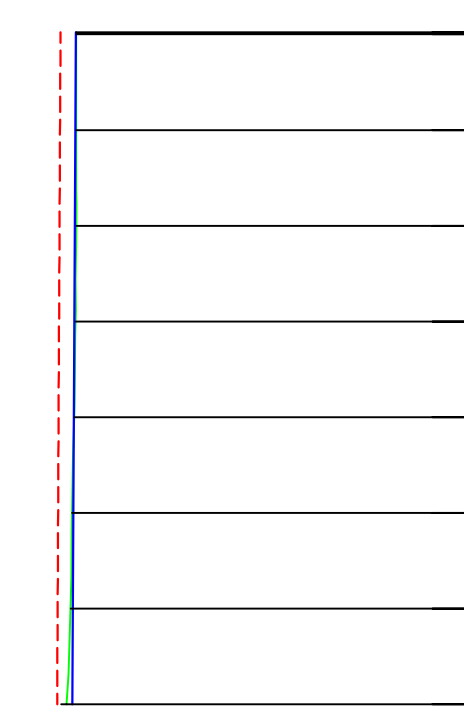


--- Berge canal principal
— Radier canal principal

PC : -3.000 m

Numéros des points TN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Altitudes TN		26.001	7.458	75.000	74.06	75.000	74.06	75.000	74.06	75.000	74.06	75.000	74.06	75.000
Distances cumulées TN		26.001	7.458	50.000	74.58	100.000	74.58	125.000	74.58	150.000	74.58	175.000	74.58	200.000
Distances partielles TN		26.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Pentes et rampes TN		PENTE L = 315.895 m P = -0.050 %												
Altitudes Projet		7.600	7.575	7.563	7.550	7.538	7.526	7.513	7.500	7.488	7.475	7.463	7.450	7.442
Différence d'altitude		0.099	0.117	0.156	0.200	0.175	0.161	0.168	0.217	0.257	0.273	0.286	0.292	0.233
Distances partielles Projet		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	15.896
Alignements et courbes		DROITE L = 177.627 m												

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur

PC : -3.000 m

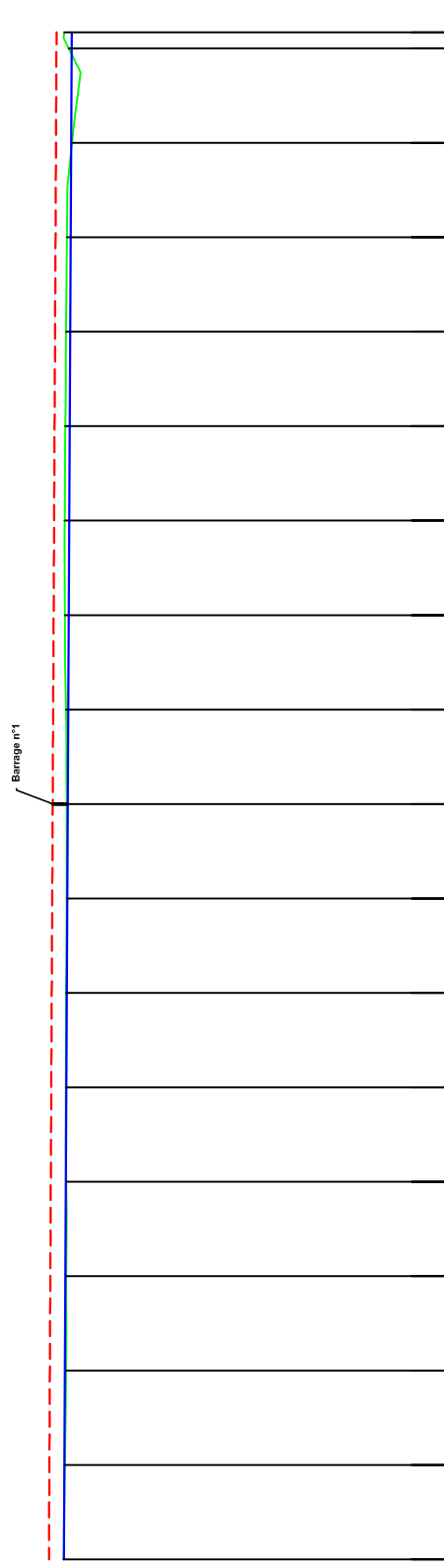
Numéros des points TN		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Altitudes TN		7.550	7.448	7.412	7.555	7.231	7.298	7.202	7.298	7.202
Distances cumulées TN		7.550	25.000	50.000	75.000	100.000	125.000	150.000	175.000	175.507
Distances partielles TN		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.507
Pentes et rampes TN		PENTE L = 175.507 m P = -0.050 %								
Altitudes Projet		7.400	7.388	7.375	7.363	7.350	7.338	7.326	7.312	7.302
Différence d'altitude		-0.150	-0.091	-0.033	0.007	0.029	0.039	0.029	0.023	0.011
Distances partielles Projet		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.507
Alignements et courbes		DROITE L = 167.635 m								



Profil dessiné par Covadis

CA2(CP2)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100

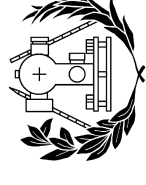


--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur

PC : -3.000 m

Numéros des points TN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18
Altitudes TN		0.209	7.209	7.146	7.140	7.134	7.129	7.125	7.130	7.129	7.146	7.178	7.183	7.189	7.125	7.125	6.987	7.193
Distances cumulées TN		0.209	7.177	20.000	7.140	125.000	7.134	150.000	7.130	200.000	7.146	250.000	250.000	300.000	350.000	375.000	404.230	404.230
Distances partielles TN		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	29.230	29.230
Pentes et rampes TN		PENTE L = 404.230 m P = -0.050 %																
Altitudes Projet		2.200	7.187	7.175	7.163	7.150	7.138	7.125	7.113	7.100	7.088	7.075	7.063	7.050	7.038	7.025	7.013	6.969
Différence d'altitude		-0.009	0.010	0.029	0.022	0.010	-0.017	-0.017	-0.018	-0.029	-0.036	-0.103	-0.120	-0.119	-0.101	-0.100	0.022	-0.196
Distances partielles Projet		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	29.230
Alignements et courbes		DROITE L = 404.230 m																

Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL
Plano: Perfil longitudinal Canal Principal 2 (CP2)
Perfil longitudinal Canal secundario 1 (CA1-CP2)
Perfil longitudinal Canal secundario 2 (CA2-CP2)
Nº 4.2.4 Escala: 1 : 1.000 Proyección UTM Huso 28N Fecha: Sep 2016
Alumno: Tomás Ramo Maicas Tutor de proyecto: Luís Blanch Puertes

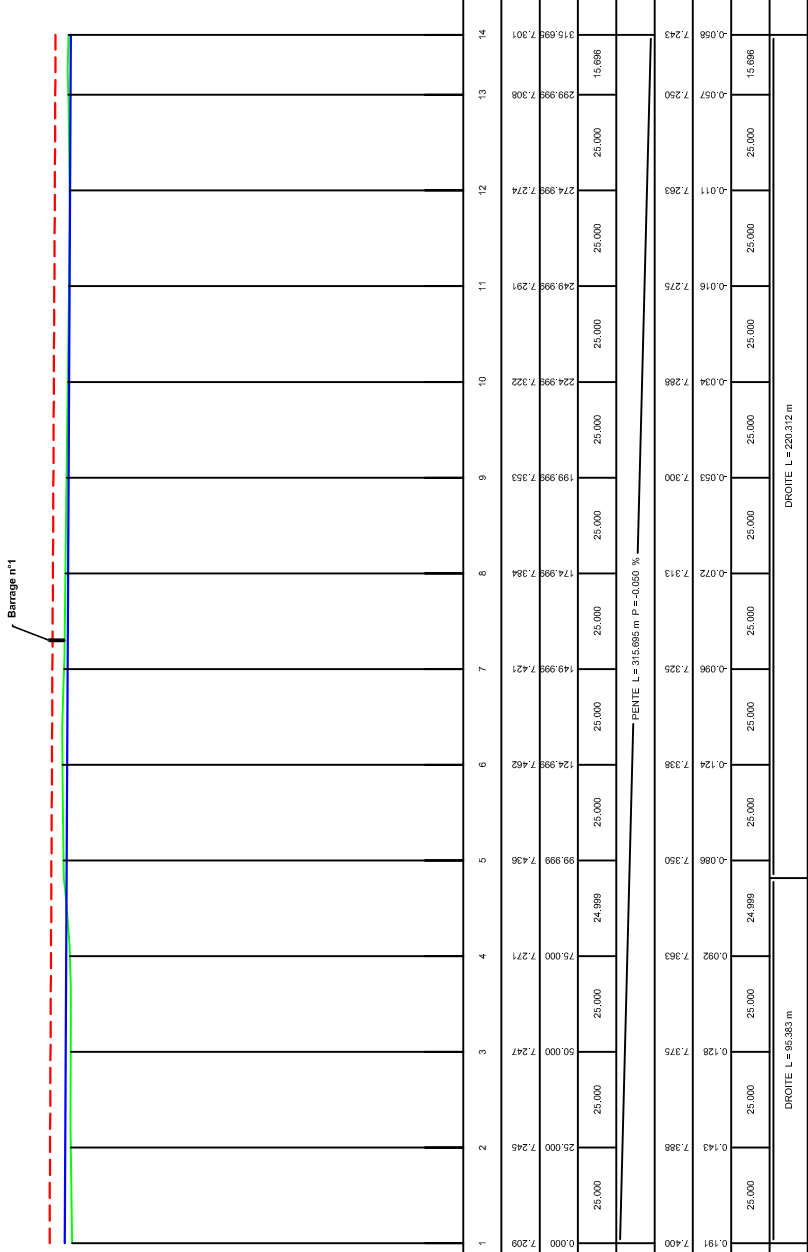


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA CARTOGRAFICA Y TOPOGRAFICA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

CA3(CP2)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100

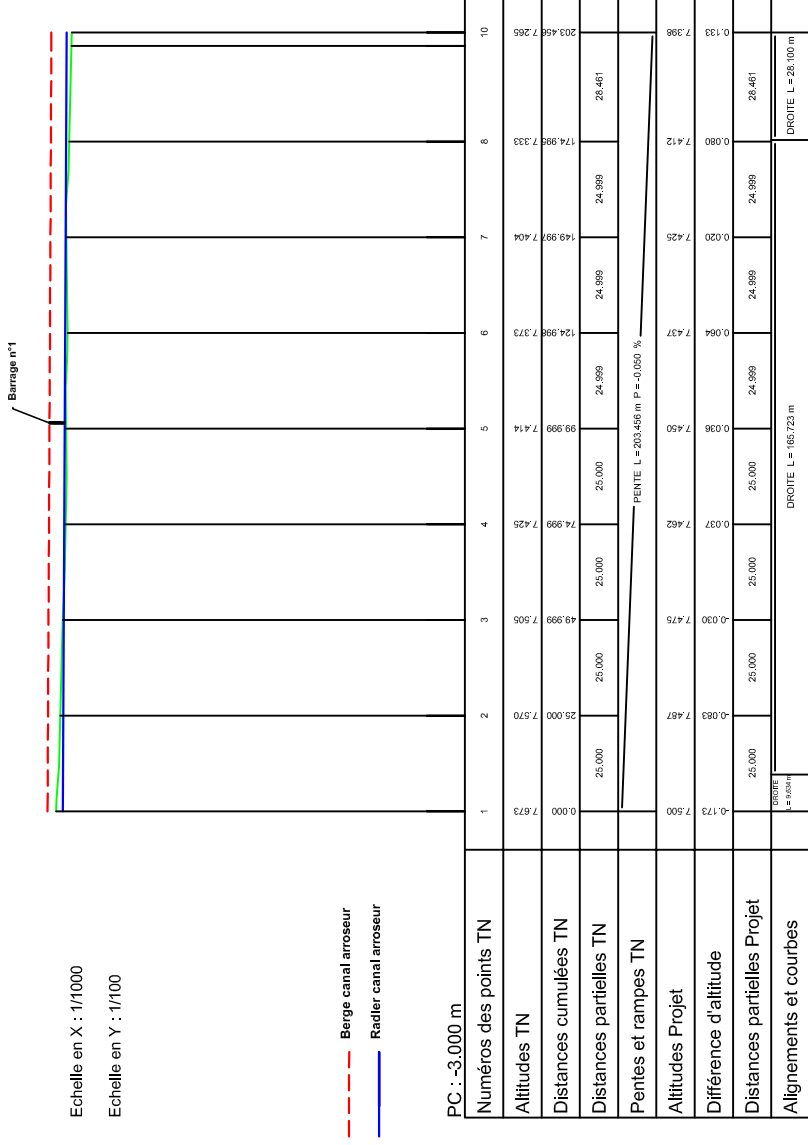
--- Berge canal arroseur
--- Radier canal arroseur



CA1(CP3)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100

--- Berge canal arroseur
--- Radier canal arroseur

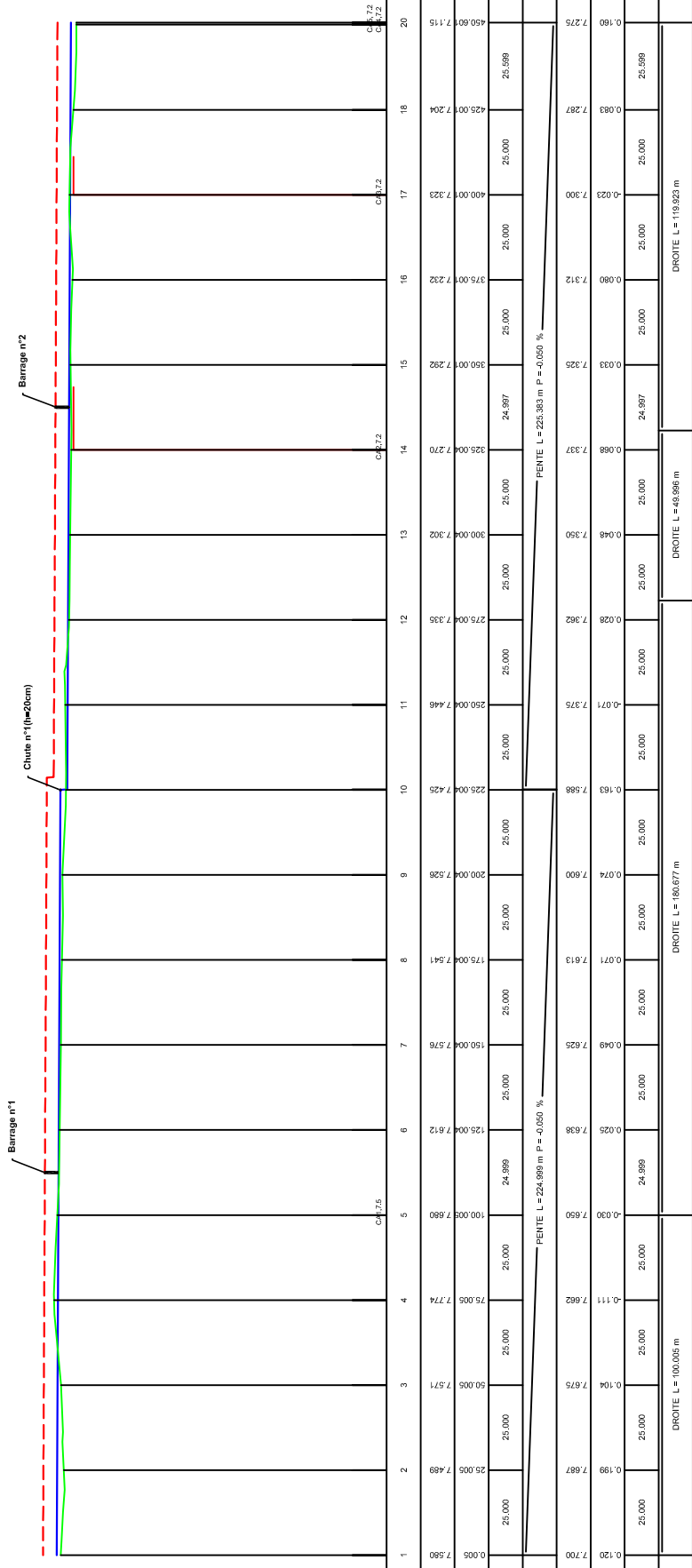


Profil dessiné par Covadis

CP3

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100

--- Berge canal principal
--- Radier canal principal



ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRAFICA Y TOPOGRAFICA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

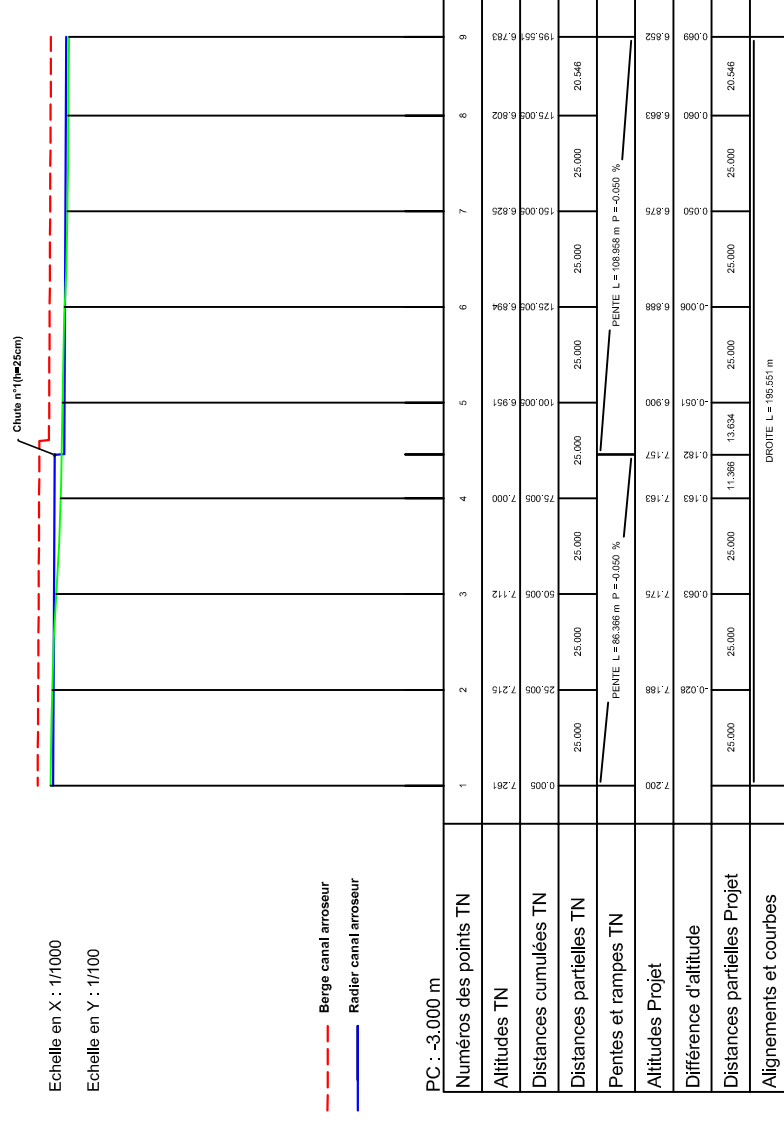
Plano: Perfil longitudinal Canal Principal 2 (CP2)
Perfil longitudinal Canal Principal 3 (CP3)
Perfil longitudinal Canal secundario 1 (CA1-CP3)

Nº 4.2.5 Escala: 1 : 1.000 Proyección UTM Huso 28N Fecha: Sep 2016

Alumno: Tomás Ramo Maicas Tutor de proyecto: Luís Blanch Puertes

CA2(CP3)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



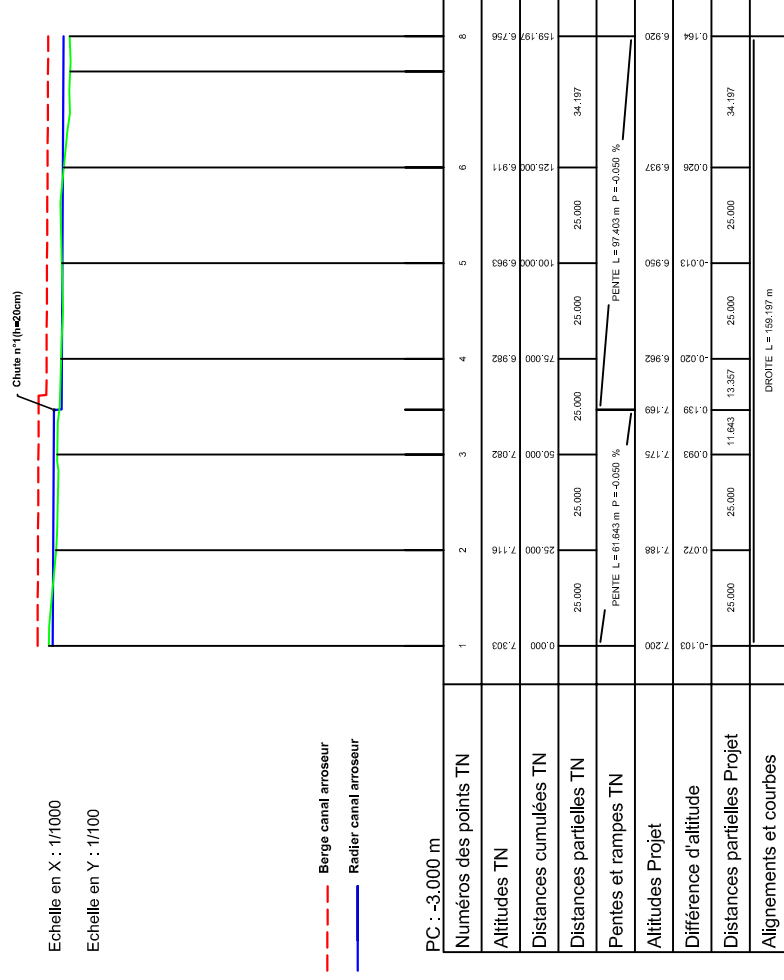
--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur



Profil dessiné par Covadis

CA3(CP3)

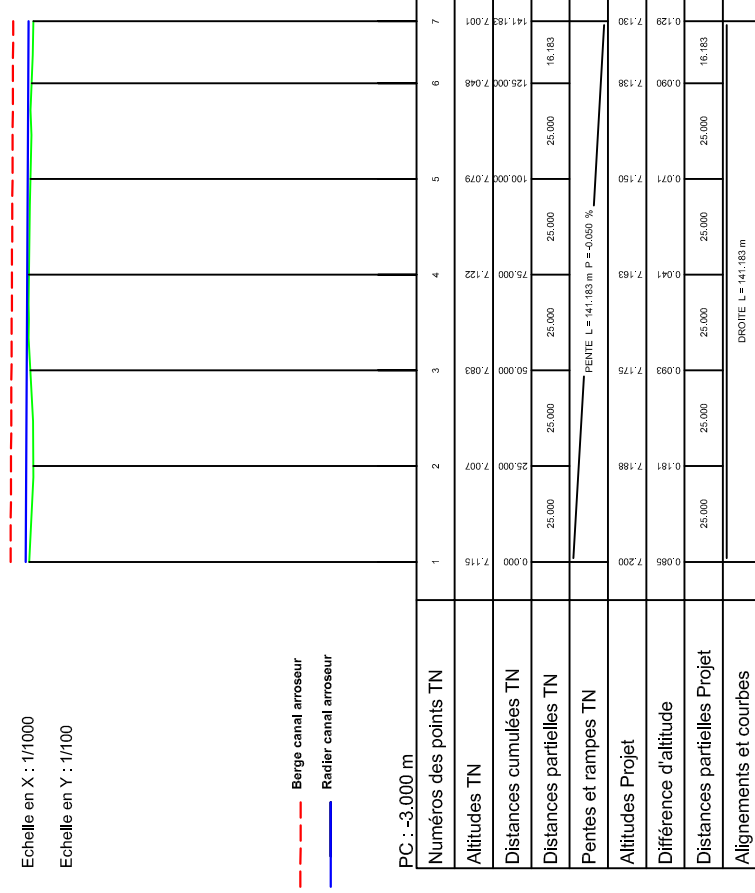
Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur

CA4(CP3)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



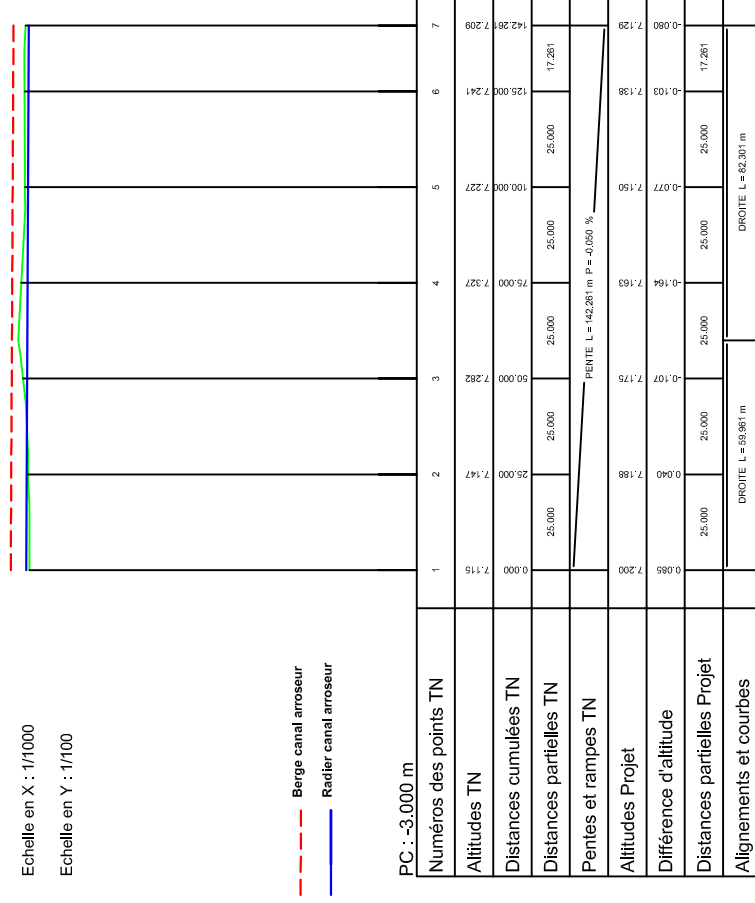
--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur



Profil dessiné par Covadis

CA5(CP3)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/100



--- Berge canal arroseur
— Radier canal arroseur

Proyecto: TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL

Plano: Perfil longitudinal Canal secundario 2 (CA2-CP3)
Perfil longitudinal Canal secundario 3 (CA3-CP3)
Perfil longitudinal Canal secundario 4 (CA4-CP3)
Perfil longitudinal Canal secundario 5 (CA5-CP3)

Nº 4.2.6 Escala: 1 : 1.000 Fecha: Sep 2016
Proyección UTM Huso 28N

Alumno: Tomás Ramo Maicas Tutor de proyecto: Luís Blanch Puertes

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA
CARTOGRAFICA Y TOPOGRAFICA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA GEODÉSICA,
CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

TRABAJOS TOPOGRÁFICOS PARA PROYECTO Y EJECUCIÓN DE NUEVAS ZONAS DE REGADÍO EN SENEGAL



Trabajo final de grado: alumno: **Tomás Ramo Maicas**

tutor: **Luis Blanch Puertes**

Septiembre 2016

1- Introducción al proyecto a ejecutar.

1.1 La empresa.

1.2 El país.

1.3 La obra.

2- Cartografía del proyecto. Análisis de necesidades topográficas.

2.1 Sistemas de referencia y vértices de proyecto.

2.2 Análisis de la cartografía de proyecto.

3- Levantamientos topográficos iniciales. Uso de drones.

4- Apoyo topográfico a la obra. Densificación de bases de replanteo.

5- Aplicación topográfica a la ejecución de la obra. Instrumentos y métodos.

6- Anejos: planos y listado de coordenadas.

6.1- Listado de coordenadas.

6.2- Listado de instrumental utilizado.

6.3- Listado de planos.

1- Plano de situación de la obra y sector N°35 a estudio.

2- T.N. de proyecto, cartografía aportada y bases.

3- T.N. Ortofoto y cartografía densificada por MARCO.

4- Diseño de sistema de riego.

4.1 Plano en planta.

4.2 Perfiles longitudinales.

4.2.1- Perfil longitudinal Canal de alimentación (CAM)

Perfil longitudinal Canal Principal 1 (CP1)

4.2.2- Perfil longitudinal Canal secundario 1 (CA1-CP1)

Perfil longitudinal Canal secundario 2 (CA2-CP1)

4.2.3- Perfil longitudinal Canal secundario 3 (CA3-CP1)

Perfil longitudinal Canal secundario 4 (CA4-CP1)

4.2.4- Perfil longitudinal Canal Principal 2 (CP2)

Perfil longitudinal Canal secundario 1 (CA1-CP2)

Perfil longitudinal Canal secundario 2 (CA2-CP2)

4.2.5- Perfil longitudinal Canal secundario 3 (CA3-CP2)

Perfil longitudinal Canal Principal 3 (CP3)

Perfil longitudinal Canal secundario 1 (CA1-CP3)

4.2.6- Perfil longitudinal Canal secundario 2 (CA2-CP3)

Perfil longitudinal Canal secundario 3 (CA3-CP3)

Perfil longitudinal Canal secundario 4 (CA4-CP3)

Perfil longitudinal Canal secundario 5 (CA5-CP3)