

ANEJO N°3

# Cartografía y Topografía

## Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Información previa</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Estudio Informativo</b>	<b>3</b>
3.1	Cartografía utilizada	3
3.2	Descripción de los trabajos	3
3.2.1	Levantamiento en el Arroyo Castaños.	3
3.2.2	Levantamiento Valle del Kadagua	5
3.3	Equipo utilizado	6
3.4	Listado de puntos	6

APÉNDICE Nº3.1: PLANOS

APÉNDICE Nº3.2: INFORME DE OBSERVACIONES ARROYO CASTAÑOS

APÉNDICE Nº3.3: INFORME DE OBSERVACIONES VALLE DEL KADAGUA

# 1 Introducción

En el presente documento se recoge la cartografía utilizada, así como los trabajos de topografía realizados, en el marco del "Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase 1".

Se ha contado con toda la información relativa a cartografía y topografía recopilada en el Estudio Informativo previo, habiéndose completado esta información con cartografía actualizada y trabajos topográficos de campo en aquellos puntos en que se ha considerado necesario.

Así, a lo largo del proceso de diseño de las alternativas de trazado, se detectaron zonas sensibles donde la cartografía disponible no contaba con el nivel de detalle deseado por lo que se optó por tomar una serie de puntos sobre el terreno que permitieran asegurar las cotas del terreno en esas zonas. Estas zonas constituyen puntos importantes del trazado en el encaje de los viaductos sobre el arroyo Castaños y el río Kadagua.

## 2 Información previa

El Estudio Informativo previo de INECO utilizó cartografía facilitada por el Ministerio de Fomento, referida al sistema ED50. Siguiendo las exigencias del Real Decreto 1071/2007 que regula el sistema geodésico de referencia oficial en España, por el cual, la compilación de datos y cartografías para los organismos oficiales, se hará en el sistema ETRS89, siendo de obligado cumplimiento a partir del 1 de enero de 2015, se han realizado las transformaciones de sistema correspondientes.

Para la realización de las transformaciones de las cartografías del sistema geodésico de referencia ED50, al sistema ETRS89, utilizaron la aplicación de edición cartográfica Istram/Ispol, con la rejilla NTV2, que facilita el Instituto Geográfico Nacional.

Esta cartografía fue completada en el Estudio Informativo con una serie de trabajos complementarios:

- Se tomaron las coordenadas de las pilas y de los estribos próximos al eje de la alternativa de enlace con la vía existente en el cruce con las carreteras A-8 y AP-8, lo que aparecía oculto en la cartografía
- Se tomaron puntos para definir la calle y aceras de la carretera BI-745, también denominada como carretera San Vicente, aproximadamente en el número 13, en el barrio de Trapagarán, en el punto de cruce con la alternativa de enlace, para conocer la geometría de muros, bordillos de aceras, señalización horizontal, y las cotas de la calzada, y las aceras.
- Se tomaron datos de 2 líneas eléctricas aéreas que se cruzan con el eje de la alternativa propuesta en el estudio previo, que también se encuentra aproximadamente a la altura del número 13 de la carretera San Vicente, y que a su vez se cruzan con el eje de enlace de la alternativa propuesta en dicho estudio. Ese levantamiento consiste en la medición de posición y altura de apoyos, hilo de conducción más bajo, cotas de terreno

## 3 Estudio Informativo

### 3.1 Cartografía utilizada

En el marco del presente "Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase 1" se han utilizado dos bases cartográficas básicas:

1. En primer lugar, para el desarrollo del modelo en el programa de trazado Istram, se ha descargado de la web de Geoeuskadi la **nube de puntos de vuelo LIDAR (LAS) de 2012**. Esta nube de puntos se ha comprobado con los taquimétricos de detalle realizados por Fulcrum en la zona del arroyo Castaños para comprobar la precisión de los datos.
2. **Cartografía 1:5.000 de la Diputación Foral de Bizkaia** para la delineación de los planos de proyecto.

### 3.2 Descripción de los trabajos

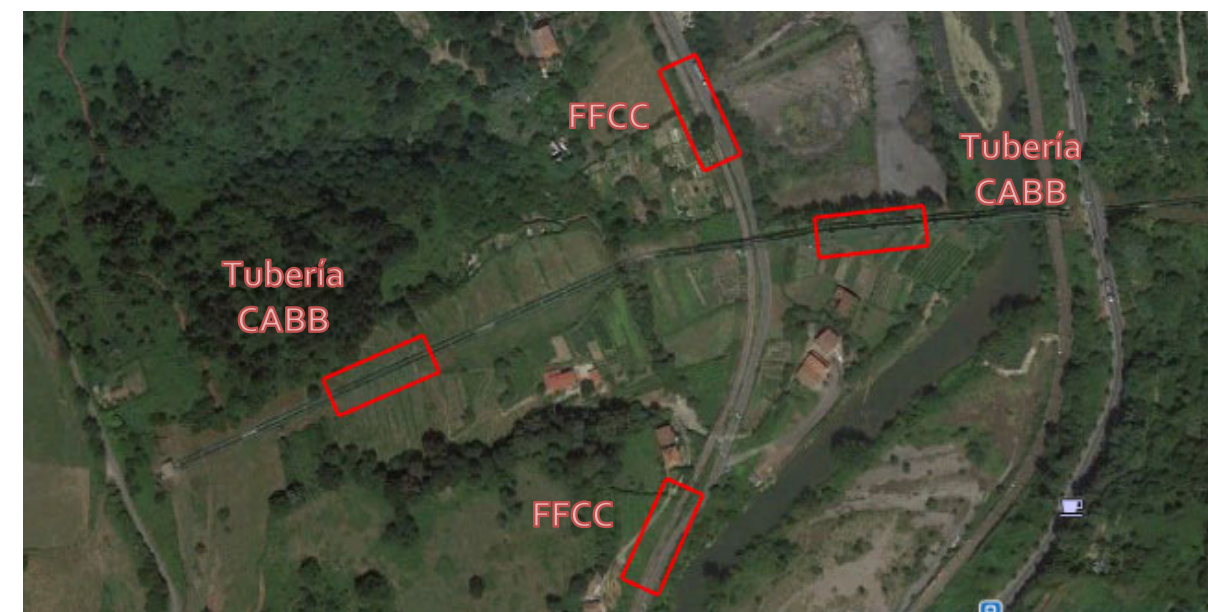
Se han realizado levantamientos taquimétricos en aquellas zonas donde la cartografía disponible no tiene el suficiente detalle.

En el Valle del Arroyo Castaños el trazado está condicionado por la carretera BI-4743 de acceso a El Regato, el camino vecinal que limita el arroyo y el propio cauce.



Por ello se tomaron en campo puntos que permitiesen situar todos estos elementos en la zona elegida para el cruce del valle.

En la otra zona, el Valle del Kadagua existen dos elementos singulares que era preciso tomar con detalle para poder asegurar la viabilidad de la segunda de las alternativas, se trata de la doble tubería de abastecimiento del CABB y del ramal ferroviario que discurre por la margen oeste del valle.



#### 3.2.1 Levantamiento en el Arroyo Castaños.

Al tratarse de un valle con gran cantidad de árboles en la zona de estudio, la aplicación de sistemas de posicionamiento global se limita a la determinación de las bases para la correcta georreferenciación de los datos recogidos con estación total.

Se identifican dos zonas abiertas donde existe buena cobertura de satélites, se materializan dos bases (P1 - P2) con clavos de acero y se observan mediante posicionamiento en tiempo real GPS. El apoyo de estas mediciones, se realiza sobre una estación de la Red GNSS de Euskadi que constituye un marco de referencia geodésico activo en ETR89, que sustituye y complementa con ventaja a las tradicionales redes geodésicas basadas en vértices fijos. La conversión de alturas elipsoidales a ortométricas se realiza mediante el modelo de geoide del Instituto Geográfico Nacional en su última versión: *EGMo8-REDNAP*.

Con una estación total orientada a partir de las bases GPS, se radian todos los elementos que definen la zona: cabezas y pie de talud, bordes de camino, líneas blancas, cauce del río... Como no es posible obtener todos los datos desde un único estacionamiento, se establecen bases destacadas para nuevos estacionamientos y se completa la recogida de datos.

Se adjunta como apéndice 3.2 el informe de calidad de los puntos recogidos.

A partir de estos datos, se realiza una comparación entre los datos Lidar de la zona y los obtenidos en las mediciones para tener una estimación de la calidad de los primeros. Se seleccionan las zonas con información común y se genera una superficie con los datos Lidar, sobre la que se proyectan los puntos y se cuantifican las diferencias, los resultados muestran un promedio 16 centímetros de diferencia entre

ambos datos. Teniendo en cuenta que la precisión que esperable para este tipo de datos es de 20 cm, se consideran adecuados para su uso.

Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Sup	Z - Sup	Abs
500314.602	4790950.46	28.143	27.88	0.27	0.27
500312.422	4790950.34	28.111	27.93	0.18	0.18
500310.555	4790952.7	28.064	27.91	0.15	0.15
500308.598	4790952.58	28.027	28.19	-0.16	0.16
500307.582	4790952.37	28.227	29.02	-0.79	0.79
500308.657	4790937.54	28.488	28.67	-0.19	0.19
500309.717	4790937.78	28.232	28.24	-0.01	0.01
500311.679	4790938.14	28.288	28.08	0.21	0.21
500313.321	4790938.4	28.318	28.14	0.18	0.18
500315.822	4790926.01	28.462	28.26	0.20	0.20
500313.984	4790925.22	28.42	28.25	0.17	0.17
500310.571	4790929.12	28.444	28.31	0.13	0.13
500311.79	4790924.84	28.59	28.63	-0.04	0.04
500317.893	4790912.24	28.931	28.75	0.19	0.19
500319.383	4790912.54	28.715	28.48	0.23	0.23
500321.234	4790913.36	28.766	28.59	0.17	0.17
500326.357	4790899.37	29.073	28.83	0.24	0.24
500324.55	4790898.51	29.021	28.83	0.19	0.19
500322.82	4790897.65	29.211	29.16	0.05	0.05
500330.923	4790879.13	29.248	29.09	0.16	0.16
500332.822	4790879.75	29.279	29.06	0.22	0.22
500314.049	4790933.93	28.38	28.22	0.16	0.16
500329.14	4790982.56	22.561	22.79	-0.23	0.23
500332.02	4790981.7	22.482	22.35	0.14	0.14
500337.217	4790999.95	21.49	21.32	0.17	0.17
500334.3	4791000.79	21.494	21.33	0.16	0.16
500339.396	4791016.51	20.662	20.45	0.21	0.21
500342.63	4791016.83	20.61	20.51	0.10	0.10
500348.962	4791035.26	19.617	19.53	0.09	0.09
500346.289	4791036.45	19.656	19.67	-0.02	0.02
500353.286	4791055.08	18.432	18.56	-0.12	0.12
500356.102	4791054.17	18.452	18.37	0.08	0.08
500360.25	4791073.22	17.398	17.65	-0.25	0.25
500363.161	4791072.61	17.394	17.35	0.05	0.05
500358.765	4790993.78	15.356	15.24	0.12	0.12

500360.289	4790993.47	15.32	15.15	0.17	0.17
500362.219	4790993.62	15.271	15.09	0.19	0.19
500359.483	4791009.82	15.026	14.86	0.17	0.17
500357.937	4791010.05	15.062	15.01	0.05	0.05
500357.879	4791022.9	14.873	14.79	0.08	0.08
500359.033	4791023.16	14.8	14.66	0.14	0.14
500359.028	4791033.54	14.576	14.45	0.13	0.13
500360.723	4791044.82	14.431	14.31	0.12	0.12
500362.453	4791044.23	14.356	14.26	0.09	0.09
500364.759	4791056.75	14.228	14.07	0.16	0.16
500369.18	4791068.45	14.01	13.91	0.10	0.10
500376.006	4791080.58	13.74	13.62	0.12	0.12
500374.748	4791082.12	13.774	13.65	0.12	0.12
500377.946	4791082.49	13.627	13.44	0.19	0.19
500378.331	4791084.26	13.592	13.46	0.14	0.14
500377.101	4791081.72	13.675	13.49	0.18	0.18
500373.467	4791083.89	13.804	13.96	-0.16	0.16
500374.843	4791087.54	13.752	13.73	0.02	0.02
500377.628	4791085.6	13.637	13.56	0.08	0.08
				PROMEDIO:	0.16

### 3.2.2 Levantamiento Valle del Kadagua

Según las dos alternativas definidas en el presente estudio informativo, se establecen 2 posibles cruces con la tubería del CABB y otros tantos con la línea ferroviaria.



Los dos tramos de línea ferroviaria y la parte más elevada de la tubería son fácilmente accesibles y con amplia zona de cielo despejado sin interferencia de vegetación o sombras. En estos casos, se recogen los datos mediante posicionamiento GPS según la configuración descrita en apartado anterior. Los datos del carril son tomados en la parte superior del hilo bajo y la tubería en la clave del tubo.



Para la recogida de datos de la tubería en la zona que transcurre elevada se establecen 2 bases (P<sub>3</sub> – P<sub>4</sub>) y se observan con GPS. Sobre estas bases se orienta la estación total y haciendo uso del distanciómetro del equipo se toman referencias al lateral de la tubería, que está definido por una marca de soldadura.

Se adjunta como apéndice 3.3 los informes de observaciones de todos los puntos recogidos.

### 3.3 Equipo utilizado



#### GPS LEICA VIVA GS15

TECNOLOGÍA GNSS		
GNSS inteligente	Leica RTXplus SmartLink (servicio de corrección mundial)  SmartLink Fill (servicio de corrección mundial)	Selección de satélites que se adapta sobre la marcha Posicionamiento de puntos precisos remotos (3 cm 2D) <sup>1</sup> Convergencia inicial a precisión total: entre 20 y 40 min, reconvergencia menos de 1 min Suple la conexión RTK en caso de interrupción durante un máximo de 10 min (3 cm 2D) <sup>1</sup>
Leica SmartCheck	Verificación continua de la solución RTK	Fiabilidad del 99.99 %
Seguimiento de señales		GPS (L1, L2, L2C, L5), Glonass (L1, L2), BeiDou (B1, B2, B3 <sup>2</sup> ), Galileo (E1, E5a, E5b, Alt-BOC, E6 <sup>3</sup> ), QZSS <sup>4</sup> , SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN), L-band
Número de Canales		555 (más señales, adquisición rápida, alta sensibilidad)
RENDIMIENTO DE MEDICIÓN Y PRECISIONES <sup>1</sup>		
Tiempo de inicialización		Normalmente 4 segundos
Tiempo Real cinemático (De acuerdo con la norma ISO17123-8)	Línea base individual Red RTK	H <sub>z</sub> 8 mm + 1 ppm/V 15 mm + 1 ppm H <sub>z</sub> 8 mm + 0,5 ppm/V 15 mm + 0,5 ppm
Postproceso	Estático (fase) con observaciones largas Estático y estático rápido (fase)	H <sub>z</sub> 3 mm + 0,1 ppm/V 3.5 mm + 0,4 ppm H <sub>z</sub> 3 mm + 0,5 ppm/V 5 mm + 0,5 ppm
Código diferencial	DGPS / RTCM	Típicamente 25 cm



#### ESTACIÓN TOTAL LEICA TS16

MEDICIÓN ANGULAR		
Precisión <sup>1</sup> Hz y V	Absoluto, continuo, diametral	1" (0.3 mgon), 2" (0.6 mgon), 3" (1 mgon), 5" (1.5 mgon)
MEDICIÓN DE DISTANCIAS		
Alcance <sup>2</sup>	Prisma (GPR1, GPH1P) <sup>3</sup> Sin Prisma / A cualquier superficie <sup>4</sup>	1.5m a 3500m R500: 1.5m a >500m, R1000: 1.5m a >1000m
Precisión / Tiempo de Medición	Normal (a prisma) <sup>2,5</sup> Normal (a cualquier superficie) <sup>2,4,5,6</sup>	1mm + 1.5ppm / normalmente 2.4s 2mm + 2ppm / normalmente 3s
Tamaño del punto láser	A 50m	8mm x 20mm
Tecnología de medición	Sistema de Análisis	Coaxial, láser rojo visible

### 3.4 Listado de puntos

Punto	X	Y	Z	Código
1	501929.328	4790559.57	16.79	CARRIL
2	501934.378	4790548.87	16.8	CARRIL

3	501940.329	4790536.27	16.8	CARRIL
4	501944.629	4790527.14	16.84	CARRIL
5	501950.556	4790514.59	16.89	CARRIL
6	501957.641	4790499.34	16.93	CARRIL
7	501961.948	4790489.67	16.97	CARRIL
8	501966.678	4790478.22	16.97	CARRIL
9	501905.569	4790196.86	19.91	CARRIL
10	501908.625	4790205.33	19.77	CARRIL
11	501913.016	4790215.93	19.59	CARRIL
12	501917.476	4790225.71	19.43	CARRIL
13	501923.248	4790237.57	19.23	CARRIL
14	501928.434	4790247.99	19.06	CARRIL
15	501934.173	4790259.45	18.86	CARRIL
16	501939.399	4790269.84	18.72	CARRIL
17	501944.488	4790280.08	18.53	CARRIL
20	502025.228	4790436.08	21.75	TUBO-LAT
21	502027.755	4790436.33	21.67	TUBO-LAT
22	502032.238	4790436.78	21.5	TUBO-LAT
23	502036.84	4790437.25	21.34	TUBO-LAT
24	502041.423	4790437.7	21.2	TUBO-LAT
25	502046.053	4790438.16	21.04	TUBO-LAT
26	502050.689	4790438.63	20.87	TUBO-LAT
27	502055.307	4790439.09	20.69	TUBO-LAT
28	502060.064	4790439.56	20.53	TUBO-LAT
29	502064.635	4790440.01	20.39	TUBO-LAT
30	502069.225	4790440.48	20.22	TUBO-LAT
31	502073.743	4790440.93	20.04	TUBO-LAT
32	502078.231	4790441.39	19.86	TUBO-LAT
33	502082.794	4790441.85	19.69	TUBO-LAT
34	502087.357	4790442.3	19.53	TUBO-LAT
35	502092.549	4790442.83	19.36	TUBO-LAT
36	502098.004	4790443.37	19.19	TUBO-LAT
37	501701.744	4790332.08	99.42	TUBO
38	501717.892	4790339.28	92	TUBO
39	501734.056	4790346.51	84.61	TUBO
40	501734.062	4790346.51	84.61	TUBO
41	501750.182	4790353.69	77.19	TUBO
40	500317.735	4790953.46	27.841	CT



41	500319.719	4790961.7	27.851	CT
42	500320.513	4790970.74	27.534	CT
43	500310.121	4790991.86	27.574	Z
44	500311.379	4790991.6	27.36	CAM
45	500313.547	4790991.8	27.394	CAM
46	500315.235	4790991.4	27.41	Z
47	500316.24	4790991.02	27.366	Z
48	500320.393	4790997.6	26.985	CT
49	500317.358	4790998.87	27.163	Z
50	500315.781	4790999.37	27.137	CAM
51	500313.891	4791000	27.091	CAM
52	500312.646	4791000.44	27.54	Z
53	500317.346	4791010.81	27.107	Z
54	500318.25	4791010.43	26.7	CAM
55	500320.072	4791009.75	26.755	CAM
56	500321.721	4791009.19	26.759	Z
57	500325.353	4791008.07	26.44	CT
58	500327.62	4791019.05	26.424	CT
59	500326.637	4791019.62	26.499	Z
60	500325.161	4791020.46	26.462	CAM
61	500323.405	4791021.41	26.398	CAM
62	500322.647	4791021.85	26.686	Z
63	500328.92	4791035.05	26.315	Z
64	500329.881	4791034.8	26.2	CAM
65	500331.718	4791034.08	26.255	CAM
66	500333.326	4791033.43	26.276	Z
67	500333.555	4791037.85	26.203	CAM
68	500312.865	4790987.77	27.478	
69	500313.303	4790976.72	27.702	
70	500311.616	4790977.03	27.657	CAM
71	500309.654	4790977.42	27.6	CAM
72	500308.2	4790975.49	27.683	
73	500307.9	4790962.41	28.404	
74	500308.465	4790962.35	27.884	CAM
75	500310.369	4790962.32	27.932	CAM
76	500312.138	4790962.11	27.95	
77	500314.378	4790962.12	27.999	
78	500314.602	4790950.46	28.143	

79	500312.422	4790950.34	28.111	
80	500310.555	4790952.7	28.064	CAM
81	500308.598	4790952.58	28.027	CAM
82	500307.582	4790952.37	28.227	
83	500308.657	4790937.54	28.488	
84	500309.717	4790937.78	28.232	CAM
85	500311.679	4790938.14	28.288	CAM
86	500313.321	4790938.4	28.318	
87	500317.316	4790926.9	28.496	
88	500315.822	4790926.01	28.462	CAM
89	500313.984	4790925.22	28.42	CAM
90	500310.571	4790929.12	28.444	CASA
91	500311.79	4790924.84	28.59	CASA
92	500317.893	4790912.24	28.931	
93	500319.383	4790912.54	28.715	CAM
94	500321.234	4790913.36	28.766	CAM
95	500322.719	4790914.02	28.801	
96	500327.816	4790900.4	29.076	
97	500326.357	4790899.37	29.073	CAM
98	500324.55	4790898.51	29.021	CAM
99	500322.82	4790897.65	29.211	
100	500330.923	4790879.13	29.248	CAM
101	500332.822	4790879.75	29.279	CAM
102	500334.427	4790880.44	29.298	
103	500327.811	4790944.47	24.453	PE1T
104	500314.049	4790933.93	28.38	
105	500333.56	4791037.86	26.196	
106	500327.814	4790944.47	24.444	
107	500368.342	4791070.84	17.452	PE1T
108	500360.179	4791049.31	18.717	PE1T
109	500353.772	4791032.17	19.664	PE1T
110	500347.912	4791015.23	20.628	PE1T
111	500342.215	4790997.25	21.534	PE1T
112	500337.509	4790980.9	22.387	PE1T
113	500329.14	4790982.56	22.561	LB
114	500332.02	4790981.7	22.482	LB
115	500334.79	4790981.04	22.314	LB
116	500340.14	4790999.57	21.334	LB

117	500337.217	4790999.95	21.49	LB
118	500334.3	4791000.79	21.494	LB
119	500339.396	4791016.51	20.662	LB
120	500342.63	4791016.83	20.61	LB
121	500345.035	4791015.09	20.552	LB
122	500351.575	4791034.1	19.511	LB
123	500348.962	4791035.26	19.617	LB
124	500346.289	4791036.45	19.656	LB
125	500353.286	4791055.08	18.432	LB
126	500356.102	4791054.17	18.452	LB
127	500358.763	4791053.15	18.417	LB
128	500360.25	4791073.22	17.398	LB
129	500363.161	4791072.61	17.394	LB
130	500365.696	4791071.49	17.334	LB
131	500510.471	4790997.4	48.82	
132	500508.094	4791002	47.875	
133	500499.91	4790928.23	41.168	
134	500498.872	4790930.85	40.937	
135	500456.85	4790983.31	24.453	
136	500463.994	4790981.48	28.589	
137	500466.15	4790990.61	31.242	
138	500444.698	4790999.28	15.802	
139	500447.977	4790992.03	18.277	
140	500452.417	4790988.93	21.651	
141	500453.177	4790992.31	22.538	
142	500358.765	4790993.78	15.356	
143	500360.289	4790993.47	15.32	CAM
144	500362.219	4790993.62	15.271	CAM
145	500366.351	4790992.52	15.08	
146	500365.76	4791008.16	14.89	
147	500361.259	4791009.61	15	CAM
148	500359.483	4791009.82	15.026	CAM
149	500357.937	4791010.05	15.062	
150	500357.879	4791022.9	14.873	CAM
151	500359.033	4791023.16	14.8	CAM
152	500360.949	4791023.11	14.75	CAM
153	500361.598	4791023.26	14.295	
154	500362.195	4791034.63	14.368	

155	500360.943	4791033.43	14.496	CAM
156	500359.028	4791033.54	14.576	CAM
157	500360.723	4791044.82	14.431	CAM
158	500362.453	4791044.23	14.356	CAM
159	500366.288	4791055.76	14.122	CAM
160	500364.759	4791056.75	14.228	CAM
161	500369.18	4791068.45	14.01	CAM
162	500370.782	4791067.68	13.957	CAM
163	500376.006	4791080.58	13.74	CAM
164	500374.748	4791082.12	13.774	CAM
165	500377.946	4791082.49	13.627	CAM
166	500378.331	4791084.26	13.592	CAM
167	500377.624	4791085.59	13.655	BASE
168	500345.708	4791012.99	20.756	BASE
169	500420.599	4791064.61	12.327	
170	500397.003	4791074.61	12.099	RIO
171	500394.476	4791075.57	11.981	RIO
172	500393.008	4791076.7	10.719	RIO
173	500391.562	4791077.23	9.973	RIO
174	500390.496	4791077.56	9.879	RIO
175	500389.266	4791078.29	9.746	RIO
176	500384.038	4791080.17	9.708	RIO
177	500382.647	4791080.67	10.225	RIO
178	500381.149	4791081.14	11.433	RIO
179	500379.151	4791082.01	13.203	RIO
180	500377.101	4791081.72	13.675	CAM
181	500373.467	4791083.89	13.804	CAM
182	500374.843	4791087.54	13.752	CAM
183	500380.473	4791085.19	13.402	CAM
184	500382.38	4791084.4	12.138	RIO
185	500384.195	4791083.59	9.947	RIO
186	500386.953	4791082.49	9.536	RIO
187	500395.091	4791079.6	12.045	RIO
188	500394.262	4791079.82	10.079	RIO
189	500391.629	4791080.72	10.136	RIO
190	500391.392	4791080.76	9.611	RIO
191	500389.237	4791081.56	9.57	RIO
192	500386.746	4791079.16	9.57	RIO

193	500429.751	4791185.46	13.441	
194	500377.628	4791085.6	13.637	