

Aplicació de les matemàtiques i de la
física als circuits de Fórmula 1

Disseny d'un circuit de Fórmula 1

INS Pere Borrell Puigcerdà

***“Com podem conèixer els límits si no
tractem de sobrepassar-los?”***

Gilles Villeneuve

ÍNDEX

1.- Pròleg	p. 6
2.- Introducció	p. 7
3.- Objectius	p. 8
4.- Part teòrica	p. 9-18
4.1.- Evolució dels cotxes	p. 9-18
4.1.1.- Des del 2000 fins al 2005	p. 10-11
4.1.2.- Des del 2006 fins al 2008	p. 12-13
4.1.3.- Del 2009 al 2010	p. 14-15
4.1.4.- Des de l'any 2011 fins a l'actualitat	p. 16-18
5.- Part pràctica	p. 19-94
5.1.- Estudi general dels circuits	p. 19-22
5.1.1.- Fórmula per calcular la velocitat	p. 21
5.1.2.- Fórmula per calcular el coeficient de fregament ...	p. 21
5.1.3.- Obtenció de les dades	p. 22
5.2.- Descripció general dels circuits	p. 23-25
5.2.1.- Criteris pel disseny d'un circuit de Fórmula 1	p. 23
5.2.2.- Característiques dels circuits	p. 24
5.2.3.- Classificació dels circuits estudiats	p. 25
5.3.- Full de càlcul d'excel	p. 26-84
5.3.1.- Autodromo Nazionale de Monza, Itàlia	p. 28-30

5.3.2.- Circuit de Silverstone, Anglaterra	p. 31-33
5.3.3.- Circuit de Spa-Francorchamps, Bèlgica	p. 34-36
5.3.4.- Circuit de Montecarlo, Mònaco	p. 37-39
5.3.5.- Circuit de Nürburgring, Alemanya	p. 40-42
5.3.6.- Circuit de Carlos Pace de Interlagos, Brasil	p. 43-45
5.3.7.- Circuit de Gilles Villeneuve, Canadà	p. 46-48
5.3.8.- Circuit de Magyar Nagydíj, Hongria	p. 49-51
5.3.9.- Circuit de Suzuka, Japó	p. 52-54
5.3.10.- Circuit de Montmeló, Catalunya	p. 55-57
5.3.11.- Circuit d'Albert Park, Australia	p. 58-60
5.3.12.- Circuit de Sepang, Malàisia	p. 61-63
5.3.13.- Circuit de Gulf, Air Barhain	p. 64-66
5.3.14.- Circuit de Shangai, Xina	p. 67-69
5.3.15.- Circuit de Marina Bay, Singapore	p. 70-72
5.3.16.- Circuit de Yas Marina, Abu Dhabi	p. 73-75
5.3.17.- Circuit de Yeogan, Corea	p. 76-78
5.3.18.- Circuit de Buddh, Índia	p. 79-81
5.3.19.- Circuit d'Austin, Estats Units	p. 82-84
5.4.- Comparació entre els circuits de Fórmula 1 del 2013 ...	p. 85-89
5.4.1.- Classificació dels circuits per velocitat mitjana	p. 85-89
5.5.- Comparació del circuit amb corbes sense peralt i amb peralt	p. 90-94
5.5.1.- Equació de la velocitat amb corbes amb peralt	p. 91
5.5.2.- Comparació de l'estudi realitzat segons si hi ha peralt o no en el circuit de Shangai	p. 92

5.5.3.- Conclusions de la comparació del circuit de Shangai amb corbes sense peralt i amb peralt	p. 94
6.- Disseny d'un circuit de Fórmula 1	p. 95-109
6.1.- Pas a pas del disseny d'un circuit de Fórmula 1	p. 95-109
6.1.1.- Pensar i dibuixar el circuit	p. 96
6.1.2.- Estudi del circuit	p. 97-101
6.1.3.- Maquetació del circuit	p. 102-104
6.1.4.- Aspectes tècnics del circuit	p. 105-106
6.1.5.- Elements del circuit	p. 107-108
6.1.5.1.- Corbes	p.109
6.1.5.2.- Rectes	p. 110
7.- Conclusions	p. 111-112
8.- Fonts d'informació	p. 113

1. PRÒLEG

Sempre m'ha interessat la Fórmula 1, i em vaig plantejar el treball de recerca com una oportunitat per aprendre i aprofundir més sobre aquest esport doncs volia que fos una aplicació de les matèries que per mi són més fascinants: les matemàtiques i la física.

Volia evitar que aquest treball de recerca fos un resum o compilació de la informació trobada a Internet o a les enciclopèdies, i fer un estudi exhaustiu sobre els circuits de Fórmula 1 en competició durant la temporada 2013 mitjançant càlculs, aplicacions de fórmules, programes...

M'agradaria agrair l'ajuda que m'ha proporcionat la meva tutora, la Trini Cadefau, ja que m'ha ajudat en tot el que li he demanat i moltes coses les he pogut acabar realitzant gràcies a les seves aportacions. Per tot això, li estic molt agraïda.

2. INTRODUCCIÓ

Aquest treball consta de dues parts ben diferenciades: la teòrica i la pràctica. En primer lloc, tractaré sobre els aspectes més teòrics, és a dir, faré una petita introducció en aquest món a través de les diferents especificacions tècniques dels cotxes utilitzats en aquest esport: des del motor fins a la seva aerodinàmica, passant pel sistema de frenat i pels pneumàtics.

La segona part és la més pràctica, és on he buscat l'aplicació de la dinàmica, concretament, de la física i les matemàtiques en aquest esport. Aquesta segona part es desglossa en dues més: una primera on hi ha tot l'estudi dels circuits de Fórmula 1 vigents en el 2013, en total dinou circuits arreu del món. Aquesta part consta d'aquest estudi que permet conèixer les diferents velocitats en cada circuit i així saber les característiques que els diferencien i els identifiquen. Dintre d'aquest objectiu, he realitzat una revista amb els circuits estudiats per tal que la gent pugui observar clarament el que he descobert. A més a més, he creat el disseny d'un circuit de la Fórmula 1 seguint els criteris de les velocitats per tal d'obtenir un circuit de velocitats elevades. Aquest circuit l'he realitzat en paper i en maqueta.

Ara bé, en el disseny d'aquest circuit m'he hagut de cenyir a les normes i al reglament estipulats per a la construcció dels mateixos. Aquest reglament condiona les característiques bàsiques dels circuits i per tant, cal ajustar-se a la normativa determinada. Amb el meu circuit, he fet el mateix que amb els altres: un estudi per veure les característiques i els resultats que s'obtindrien en aquest circuit.

3. OBJECTIUS

El primer objectiu que vaig plantejar-me, va ser el de dissenyar un circuit de Fórmula 1. Ara bé, per poder aconseguir-ho, calia estudiar les característiques dels circuits actuals i així poder aplicar-les al meu circuit. Així que d'aquí va sorgir el meu segon objectiu: l'estudi dels circuits de Fórmula 1 vigents el 2013. Finalment, vaig pensar que necessitava conèixer un mínim dels cotxes protagonistes d'aquest esport. Per tant, va quedar determinat l'objectiu encara que general, necessari per entendre millor l'esport tractat; el vaig encarar com una anàlisi o coneixement dels vehicles i les seves característiques.

Finalment, els meus objectius d'aquest treball queden determinats de la següent manera:

- **Objectiu 1:** Anàlisi dels vehicles i les seves característiques.

En aquest objectiu, el que pretenc és fer una petita introducció a aquest món a través dels seus cotxes, mostrant les seves característiques i la seva evolució en aquest esport a partir del 2000 fins a l'actualitat.

- **Objectiu 2:** Estudi dels circuits vigents de Fórmula 1 en el 2013 a partir de la dinàmica.

L'objectiu 2 va força vinculat amb l'objectiu 3, ja que per fer el disseny d'un circuit, primer havia d'estudiar els circuits ja construïts i que ja s'utilitzaven per aquest esport. Així que em vaig dedicar a treballar cada circuit de cada lloc on anaven a competir i a estudiar les velocitats dels cotxes aconseguides en ells, ja siguin en els trams rectes o en corbes i les seves corbes, per després poder fer un circuit que fos real i que tingués i/o reunís unes característiques determinades.

Un cop aconseguit això, he realitzat una revista on hi he plasmat l'estudi realitzat en els circuits per tal que els aspectes de les velocitats treballats en aquest segon objectiu quedin més entenedors.

- **Objectiu 3:** Disseny d'un circuit.

A partir de les velocitats preses com a base i els resultats obtinguts en l'objectiu anterior, he dissenyat el meu circuit segons el criteri de les velocitats.

4. PART TEÒRICA



4.1. EVOLUCIÓ DELS COTXES

Els cotxes de Fórmula 1 han anat evolucionant amb el temps degut a les noves tecnologies i als nous avenços. Per això, els cotxes d'ara són tan diferents dels d'abans.

Des del 2000 fins a l'actualitat, el 2013, la normativa ha anat canviant i els cotxes han anat evolucionant:

4.1.1 DES DEL 2000 FINS AL 2005

- **2000.** Els cotxes de Fórmula 1 portaven el motor V10. Era un motor de combustió interna¹ amb 10 cilindres² posats en dues files de 5 cilindres cadascuna. Els pneumàtics eren Bridgestone.
- **2001.** Encara portaven el motor V10 però, en canvi, van canviar de proveïdor de pneumàtics: van utilitzar Michelin.
- **2005.** Van haver dues opcions de motors: seguir amb el V10 que això ho van fer les petites escuderies o optar pel V8 de 2'4 litres i una cilindrada³ de 2400cm³. Aquests motors eren de 4 temps⁴, d'aspiració⁵ amb combustió interna, de gasolina i un màxim de 2 vàlvules⁶ per cilindre.

1. **Motor de combustió interna:** és un tipus de motor que obté l'energia mecànica per funcionar directament de l'energia química produïda per una combustió del combustible que es crema a dintre de la cambra de combustió, és la part principal de motor on es realitza la combustió del combustible.
2. **Cilindre:** és una peça present en el motor per on es desplacen els pistons, formen la part de la paret mòbil de la càmera de combustió que transmet l'energia dels gasos produïts per la combustió.
3. **Cilindrada:** és la suma del volum útil de tots els cilindres del motor.
4. **Motors de 4 temps:** són motors alternatius on el pistó es desplaça de dalt cap a baix per l'interior del cilindre en 4 temps diferents, és a dir, en dues voltes completes.
5. **Motors d'aspiració:** són els motors on la pressió de l'aire que entra en el cilindre és aproximadament igual a l'atmosfèrica.
6. **Vàlvules:** són les encarregades de controlar el pas de fluït per la càmera de combustió durant la renovació de la càrrega, combustible.

Durant aquest període de 2000 a 2001 i el 2005, els cotxes havien de mantenir les següents condicions:

- Tenir un pes màxim de 605kg.
- Amb alerons de les mesures corresponents: el davanter de 140cm d'ample i 80cm d'alt, i el de darrera de 80cm d'ample i 100cm d'alt.
- Amb uns difusors de 17,5cm.
- No hi havia KERS¹ i el DRS² es podia utilitzar en els entrenaments lliures i durant la qualificació.
- Hi havia prohibicions per part de la FIA: prohibien l'encès electrònic³.

1. **KERS:** és un mecanisme que permet recuperar l'energia generada en les frenades i utilitzar-la en altres punts del circuit durant uns segons. És a dir, els cotxes al frenar en una corba generen energia cinètica que l'emmagatzemen en bateries si el KERS és electrònic o sinó en un volant d'inèrcia si és mecànic; després polsen un botó i el cotxe utilitza l'energia emmagatzemada per ser més potent i ràpid durant uns segons.
2. **DRS:** va ser instaurat per tal de reduir la càrrega aerodinàmica del cotxe, fa que el cotxe sigui més efectiu en les corbes ja que el fregament del cotxe amb l'aire del seu voltant redueix en concretar la càrrega aerodinàmica per a cada circuit, i augmenta la velocitat per facilitar els avançaments. El DRS només es pot utilitzar quan s'està a menys d'un segon del cotxe del davant i a la zona de DRS habilitada quan la pista està seca i hagin passat 3 voltes des del començament de la carrera; si plou, la direcció de carrera ho haurà d'autoritzar.
3. **Encès electrònic:** és pels motors de quatre o dos temps que consta en interrompre el corrent primari de la bobina, element que emmagatzema energia elèctrica, per generar autoinducció d'alta tensió necessària per la bugia, element que produeix l'encès de la mescla de combustible i aire en els cilindres a través d'una guspira; no es fa per sistema mecànic.

4.1.2 DES DEL 2006 FINS AL 2008

- **2006 i 2007.** Referent als motors, van establir-se els motors V8 de 2'4 litres per a totes les escuderies; la massa d'aquest motors no podia ser inferior a 95kg sense líquid. En relació als pneumàtics, els proveïdors eren Bridgestone i Michelin. Pel que fa a les prohibicions, van seguir les prohibicions del 2000 al 2005: encès electrònic i sistemes de llançament, amb una nova incorporació que era la prohibició dels motors V10.
- **2008.** Els motors queden reduïts a 1900rpm¹. La normativa també canvia prohibint el control de tracció², el sistema electrònic pel control de la rotació de les rodes³ i el sistema electrònic pel control de degradació dels pneumàtics per tal de prevenir al pilot d'aquest desgast. El proveïdor de pneumàtics passa a ser únicament Bridgestone.

Els pneumàtics tenen les següents característiques:

- Estaven inflats amb una combinació d'aire i de nitrogen.
- Es permetia l'ús d'elements sobre la superfície exterior del pneumàtic per tal d'escalfar-lo.
- Hi havia sis jocs de pneumàtics diferents, separats en dos grups: quatre de secs i dos de mullats:

→ **Pneumàtics per sec:** dos *prime*, **dur** i **mitjà** que comportava una degradació menor respecte al temps de la cursa però la velocitat era també menor. Dos *option*, **tou** i **super-tou** que suposava una degradació més elevada respecte al temps de la cursa però amb major velocitat i menor adhesió.

1. **RPM:** són les revolucions per minut, és a dir, el nombre de voltes que fa en un minut de temps.
2. **Control de tracció:** serveix per prevenir la pèrdua d'adherència de les rodes i que aquestes no rellisquin quan el pilot excedeixi la velocitat màxima en un tram o en superfícies lliscants, com seria el cas de pluja.
3. **Control de rotació de les rodes:** és un mecanisme capaç de controlar el moviment de rotació d'una roda, és a dir, que la roda pugui girar sobre un eix de rotació variable aconseguint desplaçaments controlats en qualsevol direcció.

→ **Pneumàtics per pluja: un de pluja extrema**, utilitzat en casos de màxima pluja i de terra molt moll. **Un d'intermedi**, utilitzat en casos de pluja mitjana amb el terra poc moll, ja que la velocitat amb aquests dos compostos és molt menor que amb els de sec.

Durant aquest període de tres anys, les característiques comunes en els cotxes segueixen essent les mateixes que en el bloc anterior:

- El pes era de 605kg.
- Les mesures dels alerons eren: el davanter mesurava 140cm d'ample i 80cm d'alt i el de darrere mesurava 100cm d'ample.
- Els difusors mesuraven 17'5cm .
- No hi havia KERS i el DRS només es podia utilitzar en els lliures i en la qualificació.

4.1.3 DE L'ANY 2009 AL 2010

- **2009.** El pes obligatori dels cotxes seguirà essent de 605kg com en els darrers anys. Respecte als dipòsits, havien de pesar 80kg. S'implantarà el KERS que no podrà acumular més de 400KJ, proporcionant 80CV* durant 6'67s per volta. Segueix la prohibició, que ja es va implantar en el 2008, sobre el control de tracció. El proveïdor de rodes seguirà essent Bridgestone però amb característiques diferents per als seus pneumàtics:
 - Es passarà dels pneumàtics amb sticks (ratlles) als llisos.
 - Hi haurà dos compostos obligatoris per utilitzar durant la cursa: un de tou i un de dur.
 - Els pneumàtics mesuraran 355mm els davanters i 380mm els de darrera.

- **2010.** Referent al KERS, no hi ha canvis. Es manté amb les mateixes condicions que en el 2009. Respecte a les prohibicions, segueix la que ja estava vigent l'any passat: la prohibició del control de tracció però s'introdueix una prohibició més: la de reposar benzina. El pes del cotxe augmentarà fins als 620kg. Amb el tema dels pneumàtics, Bridgestone fa modificacions:
 - Els jocs de pneumàtics en sec proporcionats a cada pilot passaran de catorze jocs a onze jocs.
 - Hi ha una reducció de la mesura dels pneumàtics davanters: passen a mesurar 245mm.

Durant aquests dos anys, hi ha característiques comunes respecte als cotxes:

- Respecte al motor, les revolucions per minut quedaran reduïdes a 1800rpm.
- El proveïdor serà Bridgestone durant els dos anys, retirant-se de la Fórmula 1 el proper any.
- Les mesures dels alerons són modificades respecte als anys anteriors: el davanter mesura 180cm d'ample i 95cm d'alt; i el de darrere 75cm d'ample i 20cm més d'alt que els anys anteriors.
- Els difusors passen a mesurar 12'5cm.
- El DRS segueix utilitzant-se només en els lliures i en la qualificació.

4.1.4 DES DE L'ANY 2011 FINS A L'ACTUALITAT

- **2011.** En aquest any, no hi ha quasi cap modificació que només afectés aquest període. Les rodes seguiran igual que en el 2010: amb les mateixes mides. El DRS se seguirà utilitzant per lliures i qualificació. La prohibició del control de tracció segueix vigent, però apareixen noves prohibicions: el doble difusor¹ i els sistemes de bufar calents i freds.
- **2012.** Durant aquesta temporada, el pes de les rodes queda modificat a 291kg tant per la roda davantera com per la del darrere. Les mesures del morro van entre els 62'5cm als 55cm amb uns 10mm de flexibilitat. El pes es manté igual que la temporada anterior, a 640kg. Pel que fa a l'altura del cotxe, passa a ser de 67cm per darrere i entre 62'5cm i 55cm per davant, és a dir, el morro, i la mesura mínima de cockpit² és de 55cm. El DRS se segueix utilitzant només en els entrenaments lliures i en la qualificació. Referent a les prohibicions de la FIA, segueix vigent una única prohibició que és el control de tracció.
- **2013.** En aquest any, les rodes variaran: passaran a pesar 342kg tant per les de davant com per les del darrere. El pes del cotxe augmentarà a 642kg amb pneumàtics i pilot. Les mesures del cotxe seran les mateixes que les de la temporada passada: el morro entre els 62'5cm i els 55cm, la part de darrera de 67cm i l'altura mínima del cockpit de 55cm. El DRS només podrà ser utilitzat durant la carrera i en aquesta, en les zones delimitades per fer-ho. Respecte a les prohibicions, segueix essent la mateixa: la prohibició del control de tracció.

Durant aquests 3 anys, hi ha característiques dels cotxes que es mantenen igual:

- Referent als alerons: conserven les mateixes mesures que els anys anteriors i el davanter passa a ser mòbil per la part superior i immòbil per la part inferior.

1. **Difusor:** És la sortida d'aire en la part inferior del darrera del cotxe.

2. **Cockpit:** Fa referència a l'espai on es situa el pilot per conduir el cotxe. Es tracta d'una secció del xasis.

- Els difusors i els dipòsits segueixen sense canvis. El difusor serà de 12'5cm i els dipòsits de 160kg.
- S'introdueixen noves mesures per als retrovisors: han d'estar entre 25cm i 55cm de la línia central del cotxe i entre 55cm i 75cm de la part de darrera.
- El KERS queda igual que les temporades passades amb 80CV amb un màxim de 6'67s per volta i una energia alliberada inferior a 400KJ
- Pel que fa als pneumàtics:

1. Canvi de proveïdor que passa a ser Pirelli.

2. Característiques:

- El diàmetre de la llanta és de 13 polsades.
- L'amplada de la banda dels pneumàtics correspon a 24'5cm els davanters i a 32'5cm els de darrere.
- Diàmetre dels pneumàtics és de 66cm en els de sec i de 67cm en els de mullat.

3. Canvi dels compostos:

- **Slick:** aquest pneumàtics són completament llisos sense canals o ratlles. Aquest compostos es poden adaptar a una gran varietat de circuits depenent del tipus d'asfalt, el número i dificultat de les corbes i la velocitat en les rectes. Pirelli juntament amb la FIA, tria els compostos que millors s'adapten a les característiques de cada pista i a la temperatura esperada.



Super tou: equival al color vermell.

Dissenyat per circuits lents i amb revolts com és el cas de Mònaco o Hongria.

Tou: equival al color groc.

Aquest compost és aproximadament mig segon més lent que el super tou.



Mitjà: equival al color blanc.

S'utilitza per circuits que siguin menys exigents o que les temperatures ambientals siguin baixes. Aquest compost és 0'8 segons més ràpid que el dur.



Dur: equival al color taronja.

És ideal en circuits més durs i de temperatures altes.

- **Mullat:** Aquests compostos es caracteritzen per una banda de rodament amb canals. Hi ha dos tipus de composts: pluja extrema o intermedi. Els de pluja extrema tenen canals profunds en les bandes i làmines que permeten drenar l'aigua de l'asfalt mullat. En canvi, els intermedis introdueixen canals menys profunds dissenyats per rodar en superfícies humides o mullades lleugerament o amb condicions meteorològiques incertes.



Intermedi: equival al color verd.

S'utilitzen en pluja lleugera o en condicions amb la pista mullada. Dispersa 20 litres d'aigua per segon a altes velocitats.



Pluja extrema: equival al color blau.

S'utilitzen amb la pista mullada amb bastant quantitat d'aigua acumulada. Dispersa 60 litres d'aigua per segon a altes velocitats.

5. PART PRÀCTICA



5.1 ESTUDI GENERAL DELS CIRCUITS

Aquests estudi general dels circuits l'he realitzat per tots els circuits que estan vigents en el 2013: Yeongam de Corea, Montecarlo de Mònaco, Yas Marina d'Abu Dhabi, Gulf d'Air Bahrain, Spa-Francorchamps de Bèlgica, Carlos Pace de Interlagos de Brasil, Gilles Villeneuve de Canadà, Austin d'Estats Units, Magayar Nagydíj de Hongria, Buddh d'Índia, Autodromo Nazionale di Monza d'Itàlia, Suzuka de Japó, Sepang de Malàisia, Marina Bay de Singapur, Shangai de Xina, Nürburgring d'Alemanya, Silverstone d'Anglaterra, Albert Park d'Austràlia i Montmeló de Catalunya.

Per fer l'estudi dels circuits. he suposat que les corbes són sense peralt, ja que no he pogut determinar de cap manera si les corbes tenien peralt o no. M'ha estat impossible aconseguir el tant per cent i l'angle d'inclinació del peralt de les corbes i per aquesta raó, he fet l'estudi suposant que les corbes són totalment planes, sense peraltar.

El que sí que he trobat, ha estat el peralt màxim permès per la FIA que és d'un 10%, és a dir, d'un angle de 9° . Amb aquestes dades. he realitzat la comparació en un circuit per observar com canviarien els resultats si aquestes corbes tinguessin el peralt màxim permès.

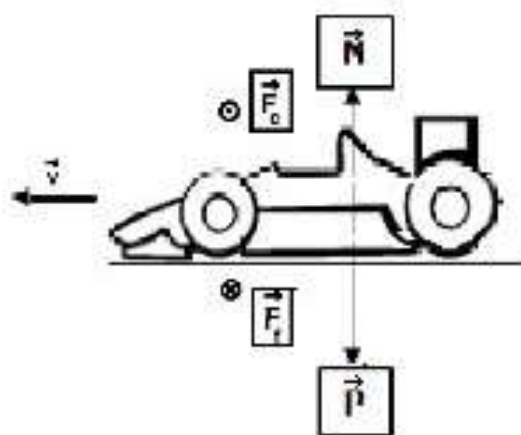
Per començar a fer l'estudi de les velocitats del circuit en cada corba i en les rectes, he pres com a referència les velocitats reals mitjanes en determinats punts de cada circuit de la pàgina web oficial de la Fórmula 1. A partir d'aquestes velocitats mitjanes, he pogut calcular el coeficient de fregament en cada corba i a partir dels coeficients trobats, he fet una mitjana que he utilitzat per calcular les velocitats que em faltaven de cada circuit.

Per fer tots aquests càlculs, he utilitzat una deducció per arribar a trobar les fórmules que em servissin per calcular la velocitat i el coeficient de fregament.

Primerament, per poder arribar a comprendre tots els processos amb els quals he arribat a les dues fórmules, he posat un petit glossari amb els símbols utilitzats i el que signifiquen. Al costat d'aquest glossari hi ha la

deducció i les fórmules trobades quan la corba és totalment plana, sense peralt.

Força normal	N
Força de fregament	Ff
Pes	P
Força centrípeta	Fc
Força resultant en l'eix "x"	Fx
Força resultant en l'eix "y"	Fy
Massa	m
Radi	R
Velocitat	v
Coefficient de fregament	μ
Pes	P
La gravetat	$g=9'8m/s^2$
Cercle amb un punt	Força va cap a nosaltres
Cercle amb una x	Força va cap endins



$$F_y: N - P = 0$$

$$N = P$$

$$N = m \cdot g$$

$$F_x: F_f - F_c = 0$$

$$F_f = F_c$$

$$\mu \cdot N = m \cdot a$$

$$\mu \cdot N = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

Aquests són els resultats obtinguts i els passos seguits:

- Sobre un cotxe que va a una velocitat determinada, anomenem-la v , actuen quatre forces diferents. Dos en l'eix de les "y", o en vertical i dos en l'eix de les "z".
- En l'eix de les "y" o vertical, les forces que actuen són el pes i la normal. El pes és la que va cap al terra i és el producte entre la massa del cotxe i la gravetat és $9'8 \text{ m/s}^2$. El sumatori de les forces de l'eix vertical serà 0, la força pes i la normal es contraresten i valen el mateix valor en mòdul.
- En l'eix de les "z" actua la força de fregament o de fricció, que va dirigida cap al centre de la corba, i la força resultant en aquesta direcció és la força centrípeta, que és la que va dirigida cap al centre de la terra. La força de fregament és la que permet al cotxe adherir-se a l'asfalt i

així en agafar una corba a una determinada velocitat, v , poder-la fer i no anar-se'n, no seguir recta. La força de fregament es calcula amb un producte entre la força normal i un coeficient de fregament.

- Igual que en l'eix de les "y", el sumatori de les forces de l'eix "z" és 0. Per aquesta raó, la força de fricció s'igual a la força resultant o centrípeta que és la massa del cotxe per la seva acceleració centrípeta, que és la velocitat al quadrat entre el radi de corba. Amb aquesta última igualació en què la força de fregament és igual a la centrípeta o total serà amb la que treballarem per arribar a les fórmules que hi ha a continuació de la velocitat i el coeficient de fregament.

A partir de la deducció explicada, he trobat una fórmula per calcular la velocitat i una altra, per calcular el coeficient de fregament en una determinada corba.

5.1.1 FÓRMULA PER CALCULAR LA VELOCITAT

$$v = \sqrt{\frac{N * \mu * R}{m}}$$
$$v = \sqrt{\frac{(m * g) * \mu * R}{m}}$$
$$v = \sqrt{g * \mu * R}$$

Amb aquesta fórmula, calcularem la velocitat mitjana a partir del radi de la corba, el coeficient de fregament i la força de la gravetat que és sempre constant de $9'8 \text{ m/s}^2$.

5.1.2 FÓRMULA PER CALCULAR EL COEFICIENT DE FREGAMENT

$$\mu = m * \frac{v^2}{R * N}$$
$$\mu = \frac{m * v^2}{R * (m * g)}$$
$$\mu = \frac{v^2}{R * g}$$

Amb aquesta fórmula podrem calcular el coeficient de fregament que hi haurà en una determinada corba a partir del radi de la corba, el coeficient de fregament i la força de la gravetat que és sempre constant de $9'8 \text{ m/s}^2$.

5.1.3 OBTENCIÓ DE LES DADES

- He utilitzat els plànols del circuit donats per la pàgina web oficial de la Fórmula 1 i he nomenat les corbes i les rectes de cada circuit.

- Amb aquests plànols, he agafat paper mil·limetrat i he fet un eix de coordenades extern al circuit (ANNEX 1). Amb aquesta informació, he pogut agafar tres punts de cada corba on cada punt consta de dues coordenades cartesianes: la primera en l'eix d'abscisses o eix "x" i la segona en l'eix d'ordenades o eix "y". Els punts, els he agafat per poder conèixer el radi de la corba.
- Aquests tres punts de cada corba, els he passat a un programa que s'anomena *Geogebra* que permet a través de tres punts fer una circumferència. (ANNEX 2). Amb aquesta circumferència trobada a partir del *Geogebra*, he conegut el radi de la corba de la qual eren els tres punts (ANNEX 3).
- Amb les dades obtingudes del radi, he pogut realitzar els càlculs amb les fórmules explicades amb anterioritat per trobar el coeficient de fregament i les velocitats de cada corba i així, després, poder conèixer tant la velocitat mitjana de cada circuit com el coeficient de fregament mitjà.
- El pas següent, ha estat passar totes les dades en un full de càlcul d'excel. Hi ha un full de càlcul amb les característiques de cada circuit on en cada full hi ha les dades següents: el número de corba on a cada corba s'expressen les coordenades dels tres punts agafats: l'equació de la circumferència del radi de la corba, el radi de la corba en el plànol i el radi en el circuit real, la velocitat de la corba en km/h i en m/s i el coeficient de fregament de la corba; el número de rectes on hi ha la velocitat en km/h, la velocitat mitjana i el coeficient de fregament mitjà. A més a més d'un full de càlcul, també he realitzat un document on hi ha cada circuit amb les corbes nomenades, les coordenades cartesianes dels tres punts, la velocitat de cada corba i el coeficient de fregament de cada corba.

NOTA: Aquests passos els he realitzat per totes les corbes que hi ha a cada circuit, és a dir, un total de 319 corbes.

5.2 DESCRIPCIÓ GENERAL DELS CIRCUITS

Els circuits de Fórmula 1 actuals estan dissenyats amb uns criteris estipulats i unes característiques determinades.

5.2.1 CRITERIS PEL DISSENY D'UN CIRCUIT DE FÓRMULA 1

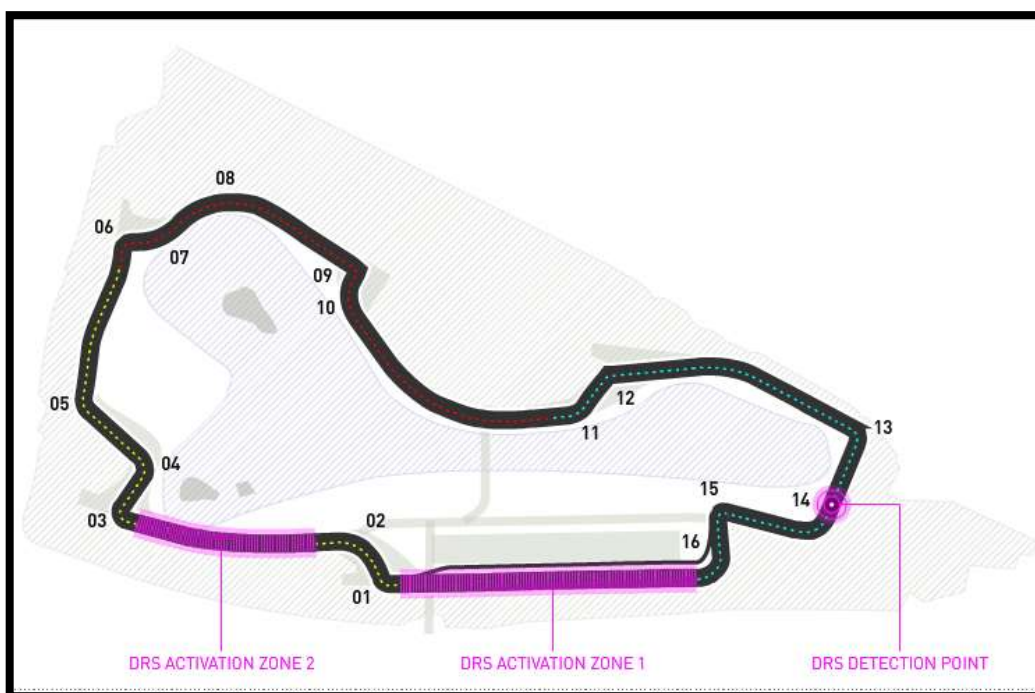
- Els quilòmetres totals màxims que es poden recórrer al llarg de la carrera són de 305 km. A més a més, la durada de la cursa no pot superar les dues hores.
- La longitud del circuit ha d'estar definida entre els 3'5 km com a mínim i els 7 km com a màxim.
- L'amplada del traçat ha de ser de 15 metres a la sortida i de 12 metres, com a mínim, a la resta de traçats. Cada 20 m es pot reduir 1 m d'amplada.
- La longitud de les rectes ha de ser com a màxim de 2 km. La primera corba ha d'estar a 250 m de la línia de sortida i ha de tenir 45° com a mínim, amb un radi menor a 300 m.
- Els peraltes de les corbes no poden ser superiors al 10%.
- Les vores del traçat han d'estar en els dos costats i han de tenir entre 1 m i 5 m d'ample.
- Els pianos de les corbes són les proteccions vermelles i blanques que envolten les corbes; han de ser inferiors al 25% d'inclinació.
- La graella de sortida ha de tenir 8 metres d'amplada.
- El pit lane¹ ha de tenir una amplada mínima de 12 m i ha d'estar separat de la recta de sortida per una tanca de 4 m d'alçada. L'entrada i la sortida ha d'estar en punts on no interfereixi la carrera.
- La recta de meta pot tenir un pendent màxim del 2%.

5.2.2 CARACTERÍSTIQUES DELS CIRCUITS

Tots els circuits tenen unes característiques comunes que són les següents:

- **Tres sectors.** Els circuits estan dividits en tres sectors dintre del traçat, és a dir, els circuits estan separats en tres parts.
- **Zona de DRS.** Zona habilitada durant la cursa per utilitzar el sistema del DRS quan el cotxe es trobi a menys d'un segon del cotxe que vol avançar. Cada circuit presenta una zona de DRS, tot i que en els circuits que es pugui, se n'habilitaran dues per tal que la cursa sigui més dinàmica.

A continuació, hi ha un exemple d'aquestes característiques en un dels circuits del campionat de Fórmula 1. En aquest es poden observar els tres sectors: el primer sector és el tram de color groc; el segon, el tram vermell i el tercer, el tram blau. També, es veuen en color violeta les dues zones de DRS.



5.2.3 CLASSIFICACIÓ DELS CIRCUITS ESTUDIATS

Els circuits estan ordenats per any de construcció de manera ascendent:

- **1950:** Autodromo Nazionale di Monza d'Itàlia, Spa-Francorchamps de Bèlgica, Silverstone d'Anglaterra i Montecarlo de Mònaco.
- **1951:** Nürburgring d'Alemanya.
- **1973:** Carlos Pace de Interlagos de Brasil.
- **1978:** Gilles Villeneuve de Canadà.
- **1986:** Magayar Nagydíj d'Hongria.
- **1987:** Suzuka de Japó.
- **1991:** Montmeló de Catalunya.
- **1996:** Albert Park d'Austràlia.
- **1999:** Sepang de Malàisia.
- **2004:** Gulf d'Air Bahrain i Shangai de Xina.
- **2008:** Maria Bay de Singapur.
- **2009:** Yas Marina d'Abu Dhabi.
- **2010:** Yeongam de Corea.
- **2011:** Buddh d'Índia.
- **2012:** Austin d'Estats Units.

5.3 FULL DE CàLCUL D'EXCEL

Cada full de càlcul que he fet per cada circuit està organitzat de la mateixa manera. Està compost de 10 columnes on en cada una, hi consta la informació següent:

- **La primera columna** està separada per dos blocs: en el bloc de dalt, hi ha el número de cada corba del circuit i en el bloc de baix, hi ha el número de cada recta del circuit.
- **En la segona, tercera i quarta columna**, hi ha els tres punts de cada corba. A cada columna, hi ha el punt expressat en coordenades cartesianes.
- **En la cinquena columna**, hi ha el radi trobat a partir de l'equació de la circumferència donada pel *Geogebra*. Aquest radi és el radi del plànol, és a dir, no és el radi real a escala.
- **En la sisena columna**, hi ha el radi real de la corba, és a dir, el radi passat a escala.
- **En la setena columna**, hi ha l'equació de la circumferència que pertany a cada corba del circuit.
- **En la vuitena columna**, hi ha la velocitat amb la que s'agafa cada corba en km/h i la velocitat de cada recta també en km/h. Les velocitats de les corbes estan de diferent manera, és a dir, n'hi ha unes que estan en negreta i en cursiva; aquestes són les que he calculat jo a través del coeficient de fregament mitjà de cada circuit. Les que estan sense negreta i sense cursiva són les que et dona la pàgina web oficial.
- **En la novena columna**, hi ha les velocitats de corba en m/s per poder realitzar els càlculs del coeficient de fregament.

- **En la desena i última columna**, hi ha el coeficient de cada corba calculat a partir de les velocitats que ja coneixíem. En aquesta columna, com en la vuitena, hi ha uns coeficients de fregament sense cursiva i sense negreta que són els que he calculat i uns altres, en negreta i en cursiva, que és el coeficient mitjà de fregament del circuit amb el qual s'ha calculat la velocitat d'aquella corba.

NOTA: Al final de la vuitena i desena corba, hi ha la mitjana tant de la velocitat com del coeficient de fregament de cada circuit.

A continuació, es mostren els fulls de càlcul de cada circuit amb la seva explicació.

Cada circuit està separat per dues taules: la primera mostra les diferents corbes del circuit i les seves respectives especificacions i la segona taula mostra el nombre de rectes de les quals coneixem la velocitat de cada circuit. A sota d'aquesta segona taula es pot veure una petita explicació dels resultats obtinguts en cada una.

Per fer aquesta explicació, he suposat una velocitat determinada de 150km/h, on a partir d'aquesta velocitat les corbes són considerades ràpides i per sota d'aquesta, les considero lentes. Així, tots els circuits estan cenyits a una mateixa organització i explicació basats en uns principis estipulats.

Després de les dues taules, hi ha una petita explicació de cada circuit on s'hi pot trobar la seva localització, l'evolució del circuit, curiositats d'aquests, voltes ràpides...

5.3.1 AUTODROMO NAZIONALE DI MONZA, ITÀLIA

AUTODROMO NAZIONALE DI MONZA-ITÀLIA									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plàno (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(8'4,2'5)	(8'1,2'5)	(8,2'7)	0,24	39,00	$c: (x-8'25)^2+(y-2'7)^2=0'06$	86	23,89	1,49
2	(8,2'7)	(7'9,2'9)	(7'7,2'7)	0,14	22,75	$c: (x-7'85)^2+(y-2'75)^2=0'02$	74	20,56	1,90
3	(5'5,2'5)	(4'9,2'8)	(4'5,3'4)	1,36	221,00	$c: (x-5'79)^2+(y-3'83)^2=1'84$	305	84,72	3,31
4	(3'9,6'6)	(3'9,6'8)	(3'7,6'9)	0,2	32,50	$c: (x-3'73)^2+(y-6'7)^2=0'04$	120	33,33	3,49
5	(3'7,6'9)	(3'5,7)	(3'5,7'2)	0,2	32,50	$c: (x-3'68)^2+(y-7'1)^2=0'04$	133	36,94	4,29
6	(2'6,9'5)	(2'7,10)	(3'1,10'3)	0,71	115,38	$c: (x-3'3)^2+(y-9'62)^2=0'5$	193	53,61	2,54
7	(4'5,10'5)	(5,10'5)	(5'2,10'2)	0,46	74,75	$c: (x-4'75)^2+(y-10'12)^2=0'21$	178	49,44	3,34
8	(10'1,4'9)	(10'3,4'8)	(10'5,4'9)	0,24	39,00	$c: (x-10'3)^2+(y-5'05)^2=0'06$	169	46,94	5,77
9	(10'5,4'9)	(10'8,4'9)	(11,4'7)	0,37	60,13	$c: (x-10'65)^2+(y-4'55)^2=0'14$	212	58,89	5,89
10	(11,4'7)	(11'3,4'5)	(11'6,4'5)	0,57	92,63	$c: (x-11'45)^2+(y-5'05)^2=0'32$	235	65,28	4,69
11	(18'1,4'4)	(18'5,4)	(18'2,3'3)	0,59	95,88	$c: (x-17'93)^2+(y-3'83)^2=0'35$	215	59,72	3,80

AUTODROMO NAZIONALE DI MONZA-ITÀLIA									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànoI (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1 inici							318	96,11	
1 final							285	79,17	
2							260	72,22	
3							330	91,67	
4							264	73,33	
5							260	72,22	
6							304	84,44	
7							335	93,06	
							V Mitjana		μ Mitja
							221,05		3,68

El circuit Autodromo Nazionale di Monza d'Itàlia està compost per 11 corbes i 7 rectes:

- D'aquestes divuit corbes, quatre són a la dreta i les altres set a l'esquerra.

Seguint aquest criteri, s'estableix que hi ha quatre corbes lentes, és a dir, amb una velocitat inferior a 150km/h i set corbes ràpides amb velocitats superiors a 150 km/h.

- El coeficient de fregament mitjà és de 3,68 i la velocitat mitjana d'aquest circuit és la més elevada de totes, de 221'05 km/h. Comparant la velocitat mitjana d'aquest circuit amb la dels altres circuits, és el circuit més ràpid de tot el campionat de Fórmula 1.


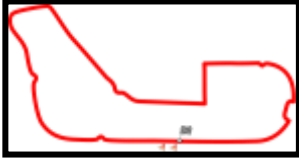
AUTODROMO NAZIONALE DI MONZA-ITÀLIA



Primer Gran Premi: 1950
Número de Voltes: 53
Llargada del circuit: 5.793km
Distància cursa: 306.720km
Rècord volta: 1:21:046- R. Barrichello (2004)

L'Autodromo Nazionale dei Monza està situat en el parc de la vila reial de Monza, Itàlia. L'autòdrom consta de tres pistes: el traçat de 5.793 m utilitzat pels Grans Premis, la pista junior de 2.405 m i un circuit peraltat de 4.250 m, avui en dia, en desús.

El circuit va ser construït el 1922 i des de llavors, ha patit remodelacions constants:

- A l'inici, la pista constava de 10 km de longitud separats per dues parts. La primera de 5,5 km i una segona de 4,5 km, que era un oval.  Aquest primer traçat és el que s'utilitza en l'actualitat per realitzar el Gran Premi de Fórmula 1 d'Itàlia
- Després, entre el 1938 i el 1939, va patir molts canvis, com la construcció de noves tribunes i grades, el re asfaltat de la pista i la creació de dues noves corbes. Aquest traçat tenia una extensió de 6,3 km i va ser utilitzat fins al 1954. 
- El 1955, es va tornar a modernitzar el circuit agafant com a base la pista inicial del 1922. El circuit va quedar estipulat amb un recorregut principal de 5,57 km i un oval de 4,25 km.

La primera imatge està extreta del google maps.

Les altres dues imatges són del wikipedia.

5.3.2 CIRCUIT DE SILVERSTONE, ANGLATERRA

SILVERSTONE-ANGLATERRA									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(10'7,6'4)	(10'6,7'2)	(10'2,7'6)	1,06	172,25	c: $(x-9'68)^2+(y-6'68)^2=1'12$	275	76,39	3,46
2	(10'7,4'3)	(10'4,5)	(10'4,5'6)	1,69	274,63	c: $(x-12'07)^2+(y-5'3)^2=2'87$	280	77,78	2,25
3	(11'4,3'1)	(11'7,3'2)	(11'5,3'5)	0,22	35,75	c: $(x-11'5)^2+(y-3'29)^2=0'05$	105	29,17	2,43
4	(10'5,2'3)	(10'1,2'6)	(10'5,2'9)	0,32	52,00	c: $(x-10'41)^2+(y-2'6)^2=0'1$	80	22,22	0,97
5	(11'8,2'2)	(12'1,2'2)	(12'5,2'9)	0,57	92,63	c: $(x-11'95)^2+(y-2'75)^2=0'32$	235	65,28	4,69
6	(15'9,6'4)	(15'9,7)	(15'5,7'1)	0,41	66,63	c: $(x-15'61)^2+(y-6'7)^2=0'17$	148	41,11	2,59
7	(15,7'3)	(14'9,7'9)	(15'5,8'3)	0,62	100,75	c: $(x-15'48)^2+(y-7'69)^2=0'38$	105	29,17	0,86
8	(17'8,6)	(17'7,6'5)	(17'5,6'9)	1,8	292,50	c: $(x-16)^2+(y-5'9)^2=3'25$	275	76,39	2,04
9	(17,1'1)	(17'5,1'3)	(17'8,1'8)	0,88	143,00	c: $(x-16'94)^2+(y-1'98)^2=0'77$	255	70,83	3,58
10	(12'9,1)	(13'2,1'1)	(13'4,1'1)	0,81	131,63	c: $(x-13'3)^2+(y-0'3)^2=0'65$	297	82,50	5,28
11	(12,0'7)	(12'2,0'7)	(12'5,0'8)	0,81	131,63	c: $(x-12'25)^2+(y-1'05)^2=0'13$	291	80,83	5,07
12	(10'6,1'1)	(11,1'2)	(11'4,1)	0,62	100,75	c: $(x-10'94)^2+(y-0'58)^2=0'38$	210	58,33	3,45
13	(9'1,1'2)	(9'7,0'7)	(10'2,0'9)	0,65	105,63	c: $(x-9'73)^2+(y-1'35)^2=0'42$	181	50,28	2,44
14	(8'6,2'1)	(8'8,1'9)	(8'9,1'6)	0,65	105,63	c: $(x-8'25)^2+(y-1'55)^2=0'42$	140	38,89	1,46
15	(3,5'8)	(2'6,6'3)	(2'9,6'8)	0,54	87,75	c: $(x-3'14)^2+(y-6'32)^2=0'29$	195	54,17	3,41
16	(5'9,9'2)	(5'9,9'4)	(5'8,9'6)	0,46	74,75	c: $(x-5'45)^2+(y-9'3)^2=0'21$	100	27,78	1,05
17	(5'7,9'7)	(5'5,10)	(5'7,10'3)	0,33	53,63	c: $(x-5'83)^2+(y-10)^2=0'11$	120	33,33	2,11
18	(6,10'6)	(6'5,10'7)	(7,10'5)	0,92	149,50	c: $(x-6'42)^2+(y-9'78)^2=0'85$	225	62,50	2,67

SILVERSTONE-ANGLATERRA									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1							282		
2							290		
3							185		
4							305		
5							310		
6							270		
							V Mitjana 214,96		μ Mitja 2,77

El circuit de Silverstone d'Anglaterra, està compost per divuit corbes i sis rectes:

- D'aquestes divuit corbes, deu són a la dreta i les altres vuit a l'esquerra.

Seguint aquest criteri, s'estableix que hi ha set corbes lentes, és a dir, amb una velocitat inferior a 150km/h i onze corbes ràpides amb velocitats superiors a aquesta. Es pot observar que les corbes amb velocitats més baixes són les que tenen un radi menor que les que tenen velocitats elevades.

- El coeficient de fregament mitjà és de 2'77, fent que la velocitat mitjana d'aquest circuit sigui força elevada, de 214'96 km/h. Comparant la velocitat mitjana d'aquest circuit amb les dels altres circuits, és el segon circuit més ràpid de tot el campionat de Fórmula 1

SILVERSTONE- ANGLATERRA

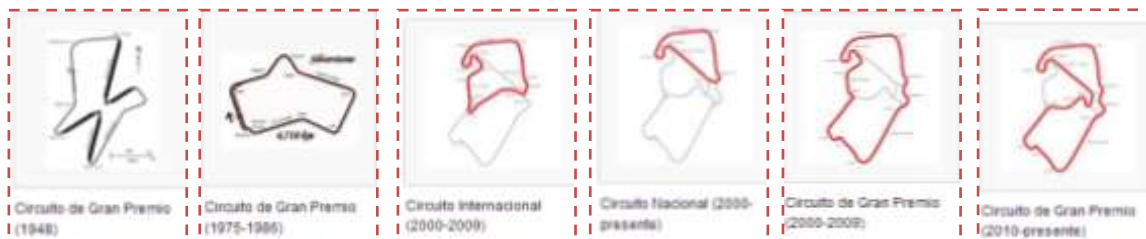


Primer Gran Premi: 1950
Número de Voltes: 52
Llargada del circuit: 5.891km
Distància cursa: 306.198km
Rècord volta: 1:33:401-
Mark Webber (2013)

El circuit de Silverstone està situat entre Northamptonshire i Buckinghamshire; la meitat del circuit pertany a Northamptonshire i l'altra meitat a Buckinghamshire.

Va ser on es va disputar el primer Gran Premi de la història de la Fórmula 1 en el 1950. Aquest traçat no obliga els motors dels cotxes a patir massa, ja que es tracta d'un circuit molt ràpid amb corbes de quarta i cinquena velocitat a més de 200km/h; amb una última secció de dues corbes molt tancades obligant als pilots a realitzar un pilotatge molt precís.

Aquest circuit ha sofert moltes modificacions al llarg de la història ja que en un començament, es tractava d'un camp d'aviació de la Segona Guerra Mundial amb tres pistes d'aterratge que es troben dintre del contorn de la pista actual. Les modificacions més destacades són: el 1948 on el circuit eren les tres pistes d'aterratge; entre el 1975-1986 , en la dècada dels 2000 on el circuit tenia una longitud de 5.414m i existien dues variants més curtes: la Internacional de 3.619m i la Nacional de 2.638m, i per últim, del 2010 fins a l'actualitat dissenyat el 1997.



La primera imatge està extreta del google maps.

Les altres imatges són del wikipedia.

5.3.3 CIRCUIT DE SPA-FRANCORCHAMPS, BÈLGICA

SPA-FRANCORCHAMPS-BÈLGICA									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(2'7,8'7)	(2'9,8'9)	(3,8'5)	0,20	32,50	$c: (x-2'91)^2+(y-8'69)^2=0'04$	64	17,78	0,99
2	(7'2,10'5)	(7'4,10'5)	(7'6,10'7)	0,32	52,00	$c: (x-7'3)^2+(y-10'8)^2=0'1$	133	36,94	2,69
3	(7'8,10'8)	(8,10'9)	(8'2,10'8)	0,24	39,00	$c: (x-8)^2+(y-10'65)^2=0'06$	111	30,83	2,69
4	(8'7,10'7)	(9,10'6)	(9'3,10'6)	0,96	156,00	$c: (x-9'04)^2+(y-10'98)^2=0'15$	297	82,50	4,45
5	(17,9'6)	(17'3,9'5)	(17'5,9'2)	0,52	84,50	$c: (x-16'99)^2+(y-9'08)^2=0'27$	140	38,89	1,83
6	(17'5,9'2)	(17'6,8'8)	(18,8'7)	0,40	65,00	$c: (x-17'88)^2+(y-9'08)^2=0'16$	170	47,22	3,50
7	(18'2,8'6)	(18'6,8'5)	(18'8,8'2)	0,54	87,75	$c: (x-18'28)^2+(y-8'07)^2=0'29$	177	49,17	2,81
8	(19'2,5'7)	(18'5,5'3)	(17'9,5'9)	0,78	126,75	$c: (x-18'52)^2+(y-6'08)^2=0'61$	208	57,78	2,69
9	(17'9,6'6)	(17'8,6'8)	(17'5,7)	0,57	92,63	$c: (x-17'35)^2+(y-6'45)^2=0'32$	152	42,22	1,96
10	(13'9,7'4)	(14'1,7'7)	(14'5,7'8)	0,54	87,75	$c: (x-14'42)^2+(y-7'27)^2=0'29$	173	48,06	2,69
11	(14'0,6'0)	(13'8,6'5)	(13'8,6'9)	1,24	201,50	$c: (x-15'03)^2+(y-6'7)^2=1'54$	262	72,78	2,69
12	(15'2,3'8)	(15'4,4'2)	(15'2,4'6)	0,50	81,25	$c: (x-14'9)^2+(y-4'2)^2=0'25$	167	46,39	2,69
13	(14'8,3'5)	(14'6,3)	(14'8,2'3)	0,61	99,13	$c: (x-14'75)^2+(y-1'45)^2=0'37$	170	47,22	2,30
14	(15,0'99)	(15'3,1'2)	(15'3,1'7)	0,98	159,25	$c: (x-15'58)^2+(y-2'9)^2=0'96$	250	69,44	3,09
15	(13'3,0'8)	(13'7,0'6)	(14'1,0'6)	0,92	149,50	$c: (x-13'9)^2+(y-1'5)^2=0'85$	245	68,06	3,16
16	(11'9,5'8)	(12'1,5'5)	(12'2,4'9)	1,16	188,50	$c: (x-11'05)^2+(y-5'02)^2=1'34$	305	84,72	3,89
17	(10'3,7'3)	(10'7,7'1)	(11'2,6'7)	2,58	419,25	$c: (x-9'35)^2+(y-4'9)^2=6'66$	297	82,50	1,66
18	(7'4,7'7)	(7'1,7'8)	(7'2,8'1)	0,22	35,75	$c: (x-7'3)^2+(y-7'9)^2=0'05$	111	30,83	2,69
19	(7'3,8'3)	(7'3,8'5)	(7,8'5)	0,17	27,63	$c: (x-7'15)^2+(y-8'4)^2=0'03$	97	26,94	2,69

SPA-FRANCORCHAMPS-BÈLGICA									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànoi (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1							290		
2 inici							310		
2 final							330		
3							265		
4							140		
							V Mitjana		μ Mitja
							202,67		2,69

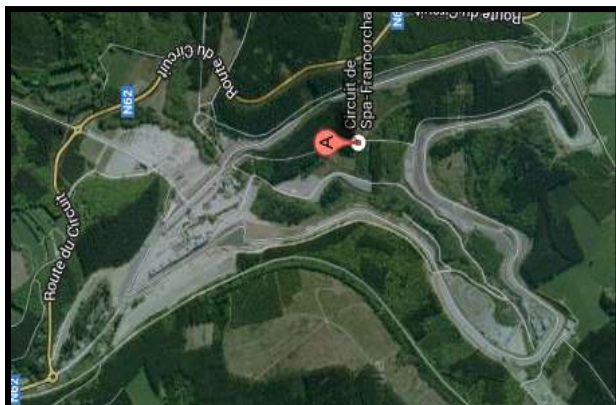
El circuit de Spa-Francorchamps a Bèlgica, està compost per dinou corbes i cinc rectes:

- D'aquestes dinou corbes, nou són a la dreta i deu a l'esquerra.

A partir del criteri pres al principi respecte a les velocitats, hi ha sis corbes lentes, és a dir, la seva velocitat és inferior a 150 km/h i tretze corbes ràpides amb velocitats superiors a aquesta arribant fins als 305 km/h en corba. Aquestes velocitats depenen del radi de la corba ja que com menys radi, menys velocitat.

- El coeficient de fregament mitjà d'aquest circuit és de 2'69, fent que la velocitat mitjana d'aquest circuit sigui elevada, de 202'67 km/h. Si comparem aquesta velocitat amb la resta de circuits, és el sisè circuit més ràpid de tot el campionat.

SPA-FRANCORCHAMPS-BÈLGICA



Primer Gran Premi: 1950
Número de Voltes: 44
Llargada del circuit: 7.004km
Distància cursa: 308.059km
Rècord volta: 1:47:263-
Sebastian Vettel (2009)

El circuit de Spa-Francorchamps està situat a prop dels poblets de Spa, Francorchamps, Malmedy i Stavelot a la província de Lieja, a Bèlgica.

El circuit original, de 1920, mesurava 14'120 km d'extensió i recorria les carreteres públiques de la regió. El 1978, el circuit va estar reduït a la meitat per motius de seguretat, i no va ser fins al 1979 que es van fer les últimes modificacions fins arribar als 7'004km que té actualment.

Degut al canvi constant de la meteorologia del sud de Bèlgica, és habitual veure una part de la pista sota la pluja i una altra, perfectament seca; això és degut a la llargada del circuit.

Els pilots el consideren un dels millors circuits del campionat: Michael Schumacher en va dir: "Sense dubte, és el millor circuit del món. L'ambient és únic, i Eau Rouge és la corba més impressionant de tot el Mundial. És com volar i veure una gran muntanya davant teu, és una de les millors sensacions que pot arribar a sentir un pilot de Fórmula 1."

5.3.4 CIRCUIT DE MONTECARLO, MÒNACO

MONTECARLO-MÒNACO									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(7'0,9'0)	(7'3,9'2)	(7'5,9)	0,26	42,25	c: $(x-7'25)^2+(y-8'95)^2=0'07$	105	29,17	2,05
2*				/	/	/	253	70,28	/
3	(13'2,5'3)	(13'9,5'1)	(14'5,5'5)	0,86	139,75	c: $(x-13'77)^2+(y-5'95)^2=0'74$	160	44,44	1,44
4	(14'8,6'8)	(14'9,7'1)	(15'3,7'3)	0,50	81,25	c: $(x-15'3)^2+(y-6'8)^2=0'25$	130	36,11	1,64
5	(17'9,7'8)	(18'1,7'4)	(18'3,7'8)	0,24	39,00	c: $(x-18'1)^2+(y-7'65)^2=0'06$	70	19,44	0,99
6	(17'3,6)	(17'2,5'7)	(17'6,5'8)	0,22	35,75	c: $(x-17'39)^2+(y-5'8)^2=0'05$	45	12,50	0,45
7	(18,6'4)	(18'3,6'5)	(18'5,6'4)	0,36	58,50	c: $(x-18'25)^2+(y-6'15)^2=0'13$	87	24,17	1,02
8	(18'7,6'2)	(18'8,6)	(18'6,5'7)	0,30	48,75	c: $(x-18'51)^2+(y-5'98)^2=0'09$	79	21,94	1,01
9	(16'6,4'3)	(15'5,3'9)	(14'5,4'1)	2,02	328,25	c: $(x-15'39)^2+(y-5'93)^2=4'12$	295	81,94	2,13
10	(11,5'8)	(10'8,5'8)	(10'5,5'7)	0,81	131,63	c: $(x-10'9)^2+(y-5)^2=0'65$	289	80,28	5,00
11	(10'5,5'7)	(10'2,5'7)	(10,6'9)	0,37	60,13	c: $(x-10'35)^2+(y-6'05)^2=0'14$	75	20,83	0,74
12	(7'6,8'1)	(7'4,8'2)	(7'2,8)	0,22	35,75	c: $(x-7'42)^2+(y-7'98)^2=0'05$	168	46,67	6,22
13	(6'3,7'1)	(6'2,7)	(6'1,6'8)	0,57	92,63	c: $(x-6'65)^2+(y-6'65)^2=0'33$	210	58,33	3,75
14	(6'1,6'8)	(6'1,6'5)	(6,6'3)	0,57	92,63	c: $(x-5'55)^2+(y-6'65)^2=0'33$	220	61,11	4,11
15	(5'5,5'4)	(5'4,5'1)	(5'2,5'2)	0,17	27,63	c: $(x-5'36)^2+(y-5'28)^2=0'03$	86	23,89	2,13
16	(5'2,5'2)	(4'8,5'4)	(4'6,5)	0,32	52,00	c: $(x-4'9)^2+(y-5'1)^2=0'1$	100	27,78	1,51
17	(4'5,3'5)	(4'4,3)	(4'7,3'7)	0,79	128,38	c: $(x-5'15)^2+(y-3'05)^2=0'62$	195	54,17	2,33
18	(4'7,3'7)	(4'8,2'2)	(4'3,2'2)	0,78	126,75	c: $(x-4'55)^2+(y-2'94)^2=0'61$	60	16,67	0,22
19	(3'3,3'1)	(3,3'4)	(3'3,3'7)	0,30	48,75	c: $(x-3'3)^2+(y-3'4)^2=0'09$	100	27,78	1,62

MONTECARLO-MONACO									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànol (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1							280		
2 mitj							237		
2 final							260		
3							210		
4							285		
							V Mitjana		μ Mitja:
							167		2,13

El circuit de Montecarlo està format per dinou corbes i sis rectes:

- D'aquestes dinou corbes, una d'elles està en un túnel. N'hi ha onze cap a la dreta i vuit cap a l'esquerra.

Seguint el criteri pres de velocitats, hi ha vuit corbes ràpides i onze corbes lentes, on d'aquestes lentes, sis estan per sota dels 100km/h. Per tant, a partir d'aquests resultats, el circuit de Mònaco no és dels més ràpids.

- El coeficient de fregament mitjà d'aquest circuit és de 2'13 i la velocitat mitjana és de 167km/h fent que sigui el divuitè circuit del campionat amb la velocitat més lenta; per entendre'ns, és el segon circuit amb la velocitat més lenta.

MONTECARLO-MÒNACO



Primer Gran Premi: 1950

Número de Voltes: 78

Llargada del circuit: 3.340km

Distància cursa: 260.520km

Rècord volta: 1:14:439-
Michael Schumacher (2004)

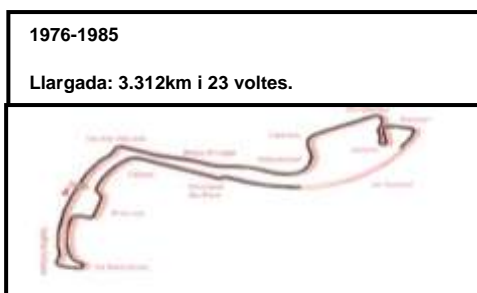
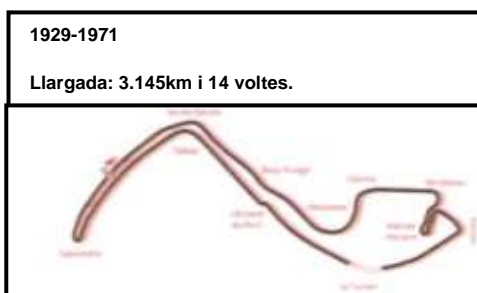
El circuit de Montecarlo transcorre pel mig de la ciutat de Mònaco, passa pels seus carrers pròxims al port.

Montecarlo és l'únic circuit urbà del calendari; és una de les proves més lentes on avançà és quasi un repte impossible d'aconseguir.

Com que té lloc sobre asfalt de carretera, presenta molt poca adherència provocant que les suspensions dels cotxes es vegin molt afectades.

El traçat de Mònaco és molt complicat: en els boxes no hi caben els cotxes entre sessions fent que molts mecànics hagin de treballar per la tarda en aparcaments de diferents pisos situats turó amunt.

El circuit de Montecarlo ha sofert diverses remodelacions al llarg de la seva història:



La primera imatge està extreta del google maps.

Les altres imatges són del wikipedia.

5.3.5 CIRCUIT DE NÜRBURGRING, ALEMANYA

NÜRBURGRING-ALEMANYA									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(11,5'4)	(10'7,5'6)	(11'0,6'0)	0,30	48,75	$c: (x-10'98)^2+(y-5'7)^2=0'09$	78	21,67	0,98
2	(11'9,6'3)	(12'1,6'6)	(12,7'1)	0,57	92,63	$c: (x-11'55)^2+(y-6'75)^2=0'33$	140	38,89	1,67
3	(10'5,7'4)	(10'5,7'9)	(11'1,7'9)	0,39	63,38	$c: (x-10'8)^2+(y-7'65)^2=0'15$	90	25,00	1,01
4	(10'8,6'8)	(10'9,6'9)	(10'8,7'1)	0,17	27,63	$c: (x-10'75)^2+(y-6'95)^2=0'03$	130	36,11	4,82
5	(7'2,3'7)	(7'1,4'1)	(7'3,4'4)	0,48	78,00	$c: (x-7'57)^2+(y-4)^2=0'23$	195	54,17	3,84
6	(6'7,2'4)	(7'3,2'5)	(7'4,3)	0,49	79,63	$c: (x-6'94)^2+(y-2'83)^2=0'24$	120	33,33	1,42
7	(2,2'8)	(1'8,3'1)	(2,3'5)	0,40	65,00	$c: (x-2'2)^2+(y-3'15)^2=0'16$	101	28,06	1,24
8	(5,3'6)	(5'3,3'7)	(5'5,4)	0,52	84,50	$c: (x-4'99)^2+(y-4'12)^2=0'27$	265	73,61	6,54
9	(5'7,4'2)	(5'8,4'4)	(6,4'6)	0,79	128,38	$c: (x-6'45)^2+(y-3'95)^2=0'62$	270	75,00	4,47
10	(9'2,6'4)	(9'5,6'8)	(9'4,7'2)	0,53	86,13	$c: (x-8'98)^2+(y-6'88)^2=0'28$	160	44,44	2,34
11	(9,8'2)	(9'1,8'7)	(9'6,9)	0,68	110,50	$c: (x-9'66)^2+(y-8'33)^2=0'46$	171	47,50	2,08
12	(12'8,9'2)	(13'1,9'2)	(13'5,9)	0,81	131,63	$c: (x-12'95)^2+(y-8'4)^2=0'66$	290	80,56	5,03
13	(16'6,7'1)	(16'9,6'9)	(17'2,7'1)	0,33	53,63	$c: (x-16'9)^2+(y-7'23)^2=0'11$	95	26,39	1,33
14	(17'1,7)	(17'4,7'2)	(17'7,7)	0,33	53,63	$c: (x-17'4)^2+(y-6'88)^2=0'11$	115	31,94	1,94
15	(19,5'1)	(19'3,5'5)	(19'1,6)	0,53	86,13	$c: (x-18'78)^2+(y-5'58)^2=0'28$	180	50,00	2,96

NÜRBURGRING-ALEMANYA									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1 inici							295		
1 final							285		
2							275		
3							285		
4							295		
5							280		
6							310		
7							230		
							V Mitjana 202,39		μ Mitja 2,78

El circuit de Nürburgring està format per quinze corbes i vuit rectes:

- D'aquestes quinze corbes, nou són a la dreta i sis són a l'esquerra.

Seguint el criteri estipulat de la velocitat, es pot observar que hi ha vuit corbes lentes i set de ràpides. D'aquestes corbes lentes només hi ha tres corbes que estiguin per sota dels 100 km/h. S'observa, per tant, que aquest circuit és bastant ràpid ja que les corbes estan quasi totes per sobre dels 100 km/h.

- El coeficient de fregament mitjà d'aquest circuit és de 2,78. Això fa que la velocitat mitjana d'aquest sigui de 202,39 km/h provocant que el circuit d'Alemanya es converteixi en el setè circuit més ràpid del mundial en aquest campionat del 2013.

NÜRBURGRING-ALEMANYA



Primer Gran Premi: 1951

Número de Voltes: 60

Llargada del circuit: 5.148km

Distància cursa: 308.623km

Rècord volta: 1:24:468- Michael Schumacher (2004)

El circuit de Nürburgring és un autòdrom situat al voltant del poble i del castell medieval de Nürburg en les muntanyes d'Eifel, a Alemanya. Aquest circuit va ser qualificat per l'ex pilot de Fórmula 1 Jackie Stewart com : "Infern verd" per la dificultat del seu traçat i per la seva ubicació, ja que es troba situat entre muntanyes. Aquest fet fa que plogui en una part del circuit i no en altres; això provoca que l'elecció dels pneumàtics sigui d'allò més dura.

L'accident del pilot Niki Lauda va provocar l'eliminació del circuit del calendari internacional durant diversos anys. Posteriorment, va ser modificat i el 1984 la pista va tornar a acollir el Mundial. Això va seguir fins al 2008 però a partir d'aquest any, el circuit comença a compartir el campionat amb el circuit de Hohenheim, alternativament. El Mundial es realitzà cada any en un dels dos circuits d'Alemanya.

Nürburgring ha sofert contínues remodelacions del seu traçat: en els anys 1960, la pista cada vegada era més perillosa a causa del constant augment de velocitat; això va fer que en el 1970 el gran premi passés a disputar-se a Hohenheim; mentrestant, es reconstruïa la part nord. Posteriorment, el circuit es va reconstruir, entre el 1981 i el 1984, sobre l'antic traçat, aconseguint una longitud de 4,5km. Més tard, el 2002 va patir una altra remodelació, es van introduir noves seccions al circuit per tal d'arribar a la longitud actual de 5.148km.



Traçat entre el 1950-1985



Traçat entre el 1985-2002



Traçat entre el 2002 fins ara.

La primera imatge està extreta del google maps.

Les altres imatges són del wikipedia.

5.3.6 CIRCUIT DE CARLOS PACE DE INTERLAGOS, BRASIL

CARLOS PACE DE INTERLAGOS-BRASIL									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànol (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(3'5,6)	(3'3,5'6)	(3'5,5'2)	0,5	81,25	c: $(x-3'8)^2+(y-5'6)^2=0'25$	106	29,44	1,09
2	(3'7,5)	(4'1,4'7)	(4'2,4'2)	0,84	136,50	c: $(x-3'5)^2+(y-4'32)^2=0'5$	166	46,11	1,59
3	(4'1,3'4)	(4'4,2'1)	(6'1,0'8)	2,57	417,63	c: $(x-6'67)^2+(y-3'31)^2=6'62$	257	71,39	1,25
4	(15'5,0'9)	(16'0,1'0)	(16'2,1'6)	0,57	92,63	c: $(x-15'65)^2+(y-1'45)^2=0'33$	154	42,78	2,02
5	(16'1,3'3)	(15'8,4)	(15'4,4'5)	2,61	424,13	c: $(x-13'58)^2+(y-2'63)^2=6'79$	251	69,72	1,17
6	(10'6,6'5)	(10'1,7)	(10,7'5)	1,05	170,63	c: $(x-11'05)^2+(y-7'45)^2=1'1$	218	60,56	2,19
7	(10'0,8'0)	(10,8'5)	(10'5,8'9)	0,66	107,25	c: $(x-10'61)^2+(y-8'25)^2=0'43$	231	64,17	3,92
8	(12'4,9'7)	(12'8,9'7)	(12'7,9'3)	0,26	42,25	c: $(x-12'6)^2+(y-9'54)^2=0'07$	76	21,11	1,08
9	(12'5,8'3)	(12'8,7'7)	(13'7,7'9)	0,66	107,25	c: $(x-13'15)^2+(y-8'25)^2=0'43$	104	28,89	0,79
10	(16'0,10'0)	(16'4,10)	(16'5,9'7)	0,3	48,75	c: $(x-16'2)^2+(y-9'77)^2=0'09$	72	20,00	0,84
11	(15'8,6'5)	(16'1,6'1)	(16'5,6)	0,69	112,13	c: $(x-16'46)^2+(y-6'68)^2=0'47$	235	65,28	3,88
12	(18'7,5'3)	(19'4,5'3)	(19'7,6)	0,66	107,25	c: $(x-19'05)^2+(y-5'86)^2=0'44$	130	36,11	1,24
13	(19'8,6'8)	(19'7,7'2)	(19'5,7'6)	1,97	320,13	c: $(x-17'85)^2+(y-6'52)^2=3'88$	175	48,49	2,25
14	(17'3,10'5)	(17,10'7)	(16'6,10'7)	0,66	107,25	c: $(x-16'8)^2+(y-10'08)^2=0'43$	276	76,67	5,59
15	(11'8,10'6)	(11'5,10'6)	(11'2,10'5)	0,96	156,00	c: $(x-11'65)^2+(y-9'65)^2=0'93$	309	85,83	4,82

CARLOS PACE DE INTERLAGOS-BRASIL									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànoi (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1							310	86,11	
2							323	89,72	
3							293	81,39	
							V Mitjana 204,75		μ Mitja 2,25

El circuit Carlos Pace de Interlagos de Brasil està format per quinze corbes i set rectes:

- D'aquest total de quinze corbes, cinc són en direcció cap a la dreta i la resta, les altres deu, s'agafen cap a l'esquerra.

Seguint el criteri de velocitat anomenat al començament, s'estableix que hi ha deu corbes ràpides, superiors a la velocitat de 150 km/h i cinc corbes lentes, inferiors a la velocitat anomenada anteriorment.

- El coeficient de fregament mitjà d'aquest circuit és 2'25, originant que la velocitat mitjana sigui de 204'75 km/h. Amb comparació amb la velocitat mitjana de la resta dels circuits, seria el quart circuit del 2013 amb la velocitat mitjana més elevada.

CARLOS PACE DE INTERLAGOS- BRASIL



Primer Gran Premi: 1973
Número de Voltes: 71
Llargada del circuit: 4.309km
Distància cursa: 305.909km
Rècord volta: 1:11:473- JP.
Montoya (2004)

El circuit Carlos Pace de Interlagos està situat en el barri d'Interlagos en els suburbis de São Paulo a Brasil.

El nom del circuit ve donat per una banda, degut a la localització ja que es troba situat en una regió entre dos grans llacs artificials, el *Gaurapiranga* i el *Billings*, d'aquí la part del nom Interlagos. Per altra banda, en honor al pilot de Fórmula 1 mort en l'època de construcció del circuit, José Carlos Pace.

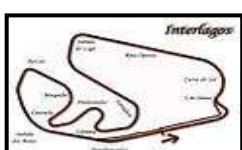
El circuit de Brasil és conegut per les seves complicades corbes i pels salts degut a la irregularitat del traçat, provocant que el xassís sigui la part del cotxe més afectada. El paviment del circuit es va tornar a asfaltar el 2007.

Aquest circuit és un dels pocs on es corre en sentit contrari al de les agulles del rellotge, sentit antihorari, per això, la majoria de corbes són cap a l'esquerra. Com a conseqüència, els pilots forcen músculs desentrenats i els problemes de coll es converteixen en freqüents.

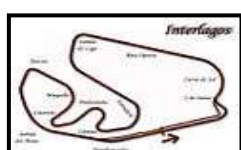
El circuit Carlos Pace de Interlagos ha sofert remodelacions al llarg de la seva història:



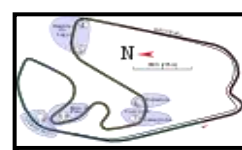
Circuit en 1973,
7.960km.



Circuit en 1990,
4.325km.



Circuit en 1997-
1999, 4.292km.



Circuit actual,
4.309km

La primera imatge està extreta del google maps.

Les altres imatges són del wikipedia.

5.3.7 CIRCUIT DE GILLES VILLENEUVE, CANADÀ

GILLES VILLENEUVE-CANADÀ									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(17'7,3'1)	(18,2'9)	(18'3,3)	0,39	63,38	c: $(x-18'04)^2+(y-3'28)^2=0'15$	135	37,50	2,26
2	(19,3'2)	(19'5,3)	(19'4,2'5)	0,41	66,63	c: $(x-19'14)^2+(y-2'81)^2=0'17$	77	21,39	0,70
3	(16'5,1'4)	(16'8,1'3)	(17'2,1'4)	0,66	107,25	c: $(x-16'85)^2+(y-1'95)^2=0'43$	130	36,11	1,24
4	(15'7,1'4)	(16,1'6)	(16'5,1'4)	0,49	79,63	c: $(x-16'1)^2+(y-1'13)^2=0'24$	150	41,67	2,22
5	(14'4,1'4)	(14'8,1'3)	(15'4,1'4)	1,25	203,13	c: $(x-14'9)^2+(y-2'55)^2=1'57$	254	70,56	2,50
6	(12'4,2'2)	(12'6,2'4)	(12'9,2'3)	0,28	45,50	c: $(x-12'68)^2+(y-1'23)^2=0'08$	98	27,22	1,66
7	(11'6,1'7)	(12,1'6)	(12'3,1'9)	0,42	68,25	c: $(x-11'89)^2+(y-2'01)^2=0'18$	155	43,06	2,77
8	(7'8,4'6)	(7'6,5'2)	(7'6,4'9)	0,20	32,50	c: $(x-7'78)^2+(y-4'8)^2=0'04$	120	33,33	3,49
9	(7'6,5'2)	(7'6,5'5)	(7'4,5'8)	0,57	92,63	c: $(x-7'05)^2+(y-5'35)^2=0'33$	145	40,28	1,79
10	(3'2,9)	(3,9'5)	(3'5,9'5)	0,32	52,00	c: $(x-3'25)^2+(y-9'31)^2=0'1$	56	15,56	0,47
11	(4'4,9'2)	(4'8,9)	(5'3,8'9)	1,80	292,50	c: $(x-5'4)^2+(y-10'7)^2=3'25$	282	78,33	2,14
12	(6'3,8'6)	(6'7,8'6)	(7'3,8'4)	1,61	261,63	c: $(x-6'5)^2+(y-7)^2=2'6$	267	74,17	2,14
13	(13'5,5'8)	(13'7,5'7)	(13'7,5'5)	0,20	32,50	c: $(x-13'53)^2+(y-5'6)^2=0'04$	135	37,50	4,42
14	(13'7,5'5)	(13'8,5'3)	(14,5'2)	0,35	56,88	c: $(x-14'9)^2+(y-2'55)^2=1'57$	124	34,44	2,14

GILLES VILLENEUVE-CANADÀ									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànoi (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1 mig							298		
1 final							309		
2							253		
3							300		
4							300		
5							320		
							V Mitjana		μ Mitja
							195,40		2,14

El circuit de Gilles Villeneuve de Canadà, està compost per catorze corbes i cinc rectes:

- D'aquestes catorze corbes, set són a l'esquerra i vuit són a la dreta:

Amb el criteri de velocitats estipulat, s'estableix que hi ha cinc corbes ràpides, de velocitat superior de 150 km/h, i les altres nou són lentes, velocitats inferiors a 150 km/h.

- El coeficient de fregament mitjà és de 2'14 fent que la velocitat mitjana sigui de 195'4 km/h. Si es compara amb les velocitats de la resta dels circuits s'estipula que la velocitat mitjana del circuit de Canadà no és de les més altes, seria l'onzè circuit amb la velocitat més elevada fent així que sigui el novè circuit amb la velocitat mitjana més baixa.

GILLES VILLENEUVE-CANADÀ



Primer Gran Premi: 1978

Número de Voltes: 70

Llargada del circuit: 4.361 km

Distància cursa: 305.270 km

Rècord volta: 1:13:622- R.
Barrichello (2004)

El circuit de Gilles Villeneuves està situat en el parc de Nôtre-Dame, en una illa del riu Sant Llorenç, dintre de Montreal província del Quebec, Canadà. Es tracta d'un traçat semiurbà amb presència d'asfalt de carrer molt rellescant i de poca adherència.

El nom del circuit ve donat pel guanyador del Gran Premi del Canadà en 1978 posteriorment mort en les proves de qualificació del Gran Premi de Bèlgica el 1982.

La corba tretze va ser anomenada "el mur dels campions" ja que en aquesta corba hi van xocar i quedar fora de carrera els campions mundials Michael Schumacher, Jacques Villeneuve i Damon Hill en el 1999 i posteriorment, hi va xocar el campió Jenson Button i el quatre vegades campió Sebastian Vettel el 2009.

Respecte als cotxes, en aquest circuit tenen una càrrega aerodinàmica mínima i el desgast dels pneumàtics és mitjà.

5.3.8 CIRCUIT MAGYAR NAGYDÍJ, HONGRIA

MAGYAR NAGYDÍJ-HONGRIA									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(5'3,11'1)	(5'4,11'4)	(5'6,11'4)	0,22	35,75	$c: (x-5'5)^2+(y-11'2)^2=0'05$	93	25,83	1,90
2	(6'9,6'9)	(7'5,6'2)	(8'1,6'6)	0,62	100,75	$c: (x-7'52)^2+(y-6'82)^2=0'39$	108	30,00	0,91
3	(8'4,7'3)	(8'7,7'8)	(9'3,8)	0,88	143,00	$c: (x-9'26)^2+(y-7'13)^2=0'77$	224	62,22	2,76
4	(14'4,8'9)	(14'7,8'9)	(14'9,9'1)	0,81	131,63	$c: (x-14'55)^2+(y-9'7)^2=0'66$	209	58,06	2,61
5	(16'1,10'3)	(16'6,10'4)	(17'1,0'1)	0,71	115,38	$c: (x-16'49)^2+(y-9'65)^2=0'5$	148	41,11	1,49
6	(17'3,7'9)	(17'3,7'6)	(17,7'5)	0,26	42,25	$c: (x-17'08)^2+(y-7'75)^2=0'07$	105	29,17	2,05
7	(16'7,7'5)	(16'6,7'5)	(16'5,7'3)	0,14	22,75	$c: (x-16'65)^2+(y-7'35)^2=0'02$	139	38,61	6,69
8	(15'6,6'3)	(15'4,5'9)	(15'6,5'6)	0,40	65,00	$c: (x-15'8)^2+(y-5'95)^2=0'16$	171	47,50	3,54
9	(16,4'5)	(16'2,4'1)	(15'9,3'8)	0,37	60,13	$c: (x-15'83)^2+(y-4'17)^2=0'14$	151	41,94	2,99
10	(3'6,3)	(13'2,2'8)	(13'1,2'3)	0,55	89,38	$c: (x-13'62)^2+(y-2'46)^2=0'3$	243	67,50	5,20
11	(13,1'5)	(12'8,1'1)	(12'5,1)	0,50	81,25	$c: (x-12'5)^2+(y-1'5)^2=0'25$	249	69,17	6,01
12	(8'5,1'3)	(8,1'5)	(8,1'8)	0,39	63,38	$c: (x-8'35)^2+(y-1'65)^2=0'15$	113	31,39	1,59
13	(7,4'8)	(7'7,5)	(8'4,4'5)	0,93	151,13	$c: (x-7'58)^2+(y-4'09)^2=0'84$	100	27,78	0,52
14	(6'8,2)	(6,1'4)	(5'3,2)	0,77	125,13	$c: (x-6'05)^2+(y-2'17)^2=0'59$	148	41,11	1,38

MAGYAR NAGYDÍJ-HONGRIA									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1 inici							291		
1 final							307		
2							230		
3							281		
4							240		
5							241		
6							271		
7							218		
8							198		
							V Mitjana 194,70		μ Mitja 2,83

El circuit de Magyar Nagydíj d'Hongria, està format per catorze corbes i dotze rectes:

- D'aquestes catorze corbes, vuit d'aquestes són cap a la dreta i les altres sis cap a l'esquerra.

Seguint el patró de les velocitats, sis d'aquestes corbes són de velocitat elevada, per sobre les 150 km/h i la resta, les altres vuit corbes, són lentes, de velocitats inferiors de 150km/h.

- El coeficient de fregament mitjà del circuit és de 2'38 i la velocitat mitjana d'aquest és de 194'70 km/h sent el dotzè circuit amb la velocitat més elevada, és a dir, el vuitè circuit amb la velocitat mitjana més baixa de tot el campionat 2013.

MAGYAR NAGYDÍJ-HONGRIA



Primer Gran Premi: 1986
Número de Voltes: 70
Llargada del circuit: 4.381km
Distància cursa: 306.630km
Rècord volta: 1:19:071- M. Schumacher (2004)

El Gran Premi d'Hongria té lloc en un autòdrom de Hungaroring, també anomenat així que significa "torniquet", a Mogyoród a prop de Budapest.

Aquest traçat té una naturalesa estreta, sinuosa i és un dels circuits més lents del campionat fent que la carga aerodinàmica dels cotxes sigui la major possible per així poder aconseguir una bona velocitat.

El circuit d'Hongria té la recta més llarga de tot el mundial i és el segon circuit amb el traçat més curt.

Es tracta d'un circuit on avançar és quasi impossible o molt difícil; per tant, els pilots han de centrar-se en la qualificació per poder obtenir una bona posició de sortida. A més a més, l'estratègia utilitzada respecte les aturades a boxes durant la cursa és crucial, ja que en tractar-se d'un circuit amb aquestes condicions d'avançaments, es converteix en una cursa monòtona on s'arriben a ajuntar grups de sis o set cotxes sense capacitat d'avançament.

5.3.9 CIRCUIT DE SUZUKA, JAPÓ

SUZUKA-JAPÓ									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(19'7,2'8)	(19'8,2'4)	(19'7,2'1)	0,65	105,63	c: $(x-19'3)^2+(y-2'4)^2=0'25$	260	72,22	5,04
2	(19'5,1'6)	(19,1'3)	(18'5,1'7)	0,32	52,00	c: $(x-18'75)^2+(y-1'5)^2=0'1$	140	38,89	2,97
3	(17'7,2'7)	(17'5,3)	(17'3,3'1)	0,57	92,63	c: $(x-17'15)^2+(y-2'55)^2=0'32$	245	68,06	5,10
4	(16'9,3'2)	(16'6,3'4)	(16'4,3'9)	0,76	123,50	c: $(x-17'16)^2+(y-3'91)^2=0'58$	200	55,56	2,55
5	(16'4,3'9)	(16'3,4'4)	(15'9,4'6)	0,55	89,38	c: $(x-15'88)^2+(y-4'06)^2=0'3$	185	51,39	3,02
6	(15'3,4'6)	(14'8,4'9)	(14'8,5'4)	0,55	89,38	c: $(x-15'29)^2+(y-5'15)^2=0'3$	172	47,78	2,61
7	(14'8,5'9)	(14'7,6'3)	(14'1,6'5)	0,55	89,38	c: $(x-14'26)^2+(y-5'98)^2=0'3$	172	47,78	2,61
8	(11'1,4'6)	(10'9,4'4)	(10'5,4'3)	0,66	107,25	c: $(x-10'55)^2+(y-4'95)^2=0'43$	185	51,39	2,51
9	(9'4,4'4)	(9'1,4'6)	(9'0,5'0)	0,54	87,75	c: $(x-9'53)^2+(y-4'92)^2=0'29$	123	34,17	1,36
10	(9'3,7'6)	(9'3,8)	(9'6,8'4)	0,71	115,38	c: $(x-9'98)^2+(y-7'8)^2=0'51$	196	54,44	2,61
11	(10'1,9'5)	(10'0,10'0)	(9'4,10)	0,44	71,50	c: $(x-9'7)^2+(y-9'68)^2=0'19$	64	17,78	0,45
12	(8,8'5)	(7'3,7'9)	(6'4,8)	1,15	186,88	c: $(x-6'97)^2+(y-9)^2=1'32$	285	79,17	3,42
13	(5'1,9'8)	(4'4,10'3)	(3'9,10'4)	1,63	264,88	c: $(x-3'83)^2+(y-8'77)^2=2'67$	180	50,00	0,96
14	(2,8'5)	(2'4,9'2)	(2'1,8'6)	0,69	112,13	c: $(x-3'09)^2+(y-9'17)^2=0'48$	140	38,89	1,38
15	(9'7,5'6)	(10'1,5'4)	(10'8,5'8)	0,92	149,50	c: $(x-10'18)^2+(y-6'07)^2=0'45$	303	84,17	4,84
16	(14,7'7)	(14'4,7'8)	(14'6,7'6)	0,36	58,50	c: $(x-14'27)^2+(y-7'47)^2=0'17$	139	38,61	2,61
17	(14'6,7'6)	(14'8,7'5)	(15'1,7'7)	1,30	211,25	c: $(x-15'28)^2+(y-8'71)^2=1'69$	90	25,00	0,30
18	(15'5,7'7)	(15'9,7'7)	(16'2,7'3)	0,50	81,25	c: $(x-15'7)^2+(y-7'24)^2=0'25$	164	45,56	2,61

SUZUKA-JAPÓ									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1							297		
2							312		
3							303		
							V Mitjana 197,86		μ Mitja 2,61

El circuit de Suzuka a Japó, consta de divuit corbes i sis rectes:

- D'aquestes divuit corbes, deu són cap a la dreta i les altres vuit són cap a l'esquerra.

Seguint el criteri estipulat al principi de les velocitat, s'estableix que hi ha dotze corbes ràpides, amb velocitats superiors a 150 km/h, i sis corbes lentes, amb velocitats inferiors a 150 km/h.

- El coeficient de fregament mitjà de Suzuka és de 2'61 i la seva velocitat mitjana és de 197'86 km/h, fent que sigui el novè circuit amb la velocitat més elevada del mundial de Fórmula 1 del 2013.

SUZUKA-JAPÓ



Primer Gran Premi: 1987

Número de Voltes: 53

Llargada del circuit: 5.807km

Distància cursa: 307.471km

Rècord volta: 1:31:540- K.
Raikkonen (2005)

El circuit de Japó es troba situat dintre d'un parc d'atraccions, al sud-oest de Nagoya.

Es tracta d'un dels circuits més tècnics i difícils, ja que resulta complicat avançar i recuperar els temps per la longitud del seu traçat. En aquesta tipologia de circuits és on els bons pilots marquen la diferència. Per aquesta raó, és un dels circuits més valorats pels pilots. Presenta corbes molt ràpides i desnivells notables que obliguen els pilots a realitzar una conducció molt fina.

Aquest circuit va ser dissenyat per l'alemany John Hugenholtz i pertany a l'empresa Honda que l'utilitza com a circuit de proves.

El clima a Suzuka és molt important pel desenvolupament de la cursa. Un exemple és quan plou i el circuit es converteix en una loteria amb rellisosos bassals d'aigua sota el pont.

En el Mundial del 2007, el Gran Premi del Japó va passar a disputar-se en el nou circuit, propietat de Toyota, el Fuji Speedwaw. Però això només va durar dos anys, ja que en el 2008, el Gran Premi de Fórmula 1 va tornar a Suzuka amb la victòria de Sebastian Vettel.

5.3.10 CIRCUIT DE MONTMELÓ, CATALUNYA

MONTMELÓ-CATALUNYA									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànol (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(4'6,2'8)	(4'3,2'8)	(4'1,3'2)	0,36	58,50	c: $(x-4'45)^2+(y-3'13)^2=0'13$	141	39,17	2,68
2	(3'9,3'7)	(3'9,4)	(3'6,4'1)	0,26	42,25	c: $(x-3'68)^2+(y-3'85)^2=0'07$	188	52,22	6,59
3	(2,5'5)	(1'5,6'4)	(2,7'5)	1,24	201,50	c: $(x-2'74)^2+(y-6'5)^2=1'55$	235	65,28	2,16
4	(7'1,8'3)	(7'5,7'8)	(7,7'3)	0,51	82,88	c: $(x-6'99)^2+(y-7'81)^2=0'26$	141	39,17	1,89
5	(4'2,6'4)	(3'8,6)	(3'9,5'2)	0,78	126,75	c: $(x-4'52)^2+(y-5'68)^2=0'61$	102	28,33	0,65
6	(5'9,4'1)	(6'3,3'9)	(6'6,3'9)	0,81	131,63	c: $(x-6'45)^2+(y-4'7)^2=0'66$	221	61,39	2,93
7	(8'1,4)	(8'3,4'1)	(8'4,4'4)	0,36	58,50	c: $(x-8'05)^2+(y-4'35)^2=0'13$	145	40,28	2,83
8	(8'5,5'1)	(8'5,5'3)	(8'6,5'5)	0,46	74,75	c: $(x-8'95)^2+(y-5'2)^2=0'21$	185	51,39	3,60
9	(10,7'7)	(10'5,8)	(11,7'9)	0,75	121,88	c: $(x-10'61)^2+(y-7'25)^2=0'57$	230	63,89	3,42
10	(16'8,4'2)	(17'4,4'2)	(17'4,4'7)	0,39	63,38	c: $(x-17'1)^2+(y-4'45)^2=0'15$	74	20,56	0,68
11	(17,5'9)	(16'9,6'1)	(16'7,6'2)	0,36	58,50	c: $(x-16'65)^2+(y-5'85)^2=0'13$	187	51,94	4,71
12	(15'7,6'8)	(15'4,7'5)	(16'4,7'9)	0,66	107,25	c: $(x-16'04)^2+(y-7'36)^2=0'43$	125	34,72	1,15
13	(17'9,7'2)	(18'1,7'1)	(18'1,6'8)	0,24	39,00	c: $(x-17'9)^2+(y-6'95)^2=0'06$	128	35,56	3,31
14	(18'3,5'4)	(18'3,5'1)	(18'6,5'1)	0,22	35,75	c: $(x-18'4)^2+(y-5'25)^2=0'03$	171	47,50	6,44
15	(18'8,5'1)	(19,5'1)	(19,4'7)	0,22	35,75	c: $(x-18'9)^2+(y-4'9)^2=0'05$	95	26,39	1,99
16	(18'9,3'4)	(18'5,2'9)	(17'9,2'7)	1,12	182,00	c: $(x-17'86)^2+(y-3'82)^2=1'26$	212	58,89	1,94

MONTMELÓ-CATALUNYA									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1 mitj							318		
1 final							309		
2							286		
3							248		
4							262		
5							246		
6							291		
							V Mitjana 184,74		μ Mitja 2,93

El circuit de Montmeló a Catalunya, està format per setze corbes i sis rectes:

- D'aquestes setze corbes, set són a la dreta i les altres nou són cap a l'esquerra.

Seguint el criteri de velocitats estipulat, s'estableix que hi ha vuit corbes ràpides, de velocitats superiors a 150 km/h, i vuit corbes lentes, amb velocitats inferiors a 150 km/h.

- El coeficient de fregament mitjà de Montmeló és de 2'93 i la seva velocitat mitjana és de 184'74 km/h. La velocitat mitjana d'aquest circuit és la quarta velocitat més lenta de tots els circuits, fent que el circuit de Catalunya sigui un dels més lents del campionat.

MONTMELÓ-CATALUNYA



Primer Gran Premi: 1991

Número de Voltes: 66

Llargada del circuit: 4.655km

Distància cursa: 307.104km

Rècord volta: 1:21:670- K.
Raikkonen (2008)

El circuit de Montmeló està situat, com el seu nom indica, a Montmeló, província de Barcelona.

Està format per un traçat ràpid amb una llarga recta principal d'1km en la qual s'arriba a la velocitat màxima de 318 km/h; amb corbes molt tancades i amb un parell de trams que obliguen els pilots a realitzar fortes frenades.

El circuit de Montmeló és el circuit d'entrenaments que quasi totes les escuderies del Mundial escullen per realitzar els indispensables assaigs i posades a punt durant els mesos de pretemporada, abans que comenci el campionat.

El traçat va patir una remodelació en el 2007 per tal d'instal·lar un nou sistema d'absorció d'impactes que assegurés la integritat física del pilot a 200 km/h.

Anteriorment, el Campionat de Fórmula 1 a Espanya es realitzava en dos circuits alhora. Cada any es corria en el circuit de Montmeló a Catalunya i al circuit de València a Espanya fins que al final van decidir que només es realitzés el campionat a Catalunya excloent el Gran Premi de València de la competició.

5.3.11 CIRCUIT D'ALBERT PARK, AUSTRÀLIA

ALBERT PARK-AUSTRÀLIA									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(8'5,0'9)	(8'2,1)	(8'1,1'2)	0,35	56,88	c: $(x-8'45)^2+(y-1'25)^2=0'12$	145	40,28	2,91
2	(8,1'4)	(7'5,1'8)	(7'2,1'8)	0,71	115,38	c: $(x-7'35)^2+(y-1'1)^2=0'51$	200	55,56	2,73
3	(3'3,2'1)	(3,2'2)	(3,2'5)	0,26	42,25	c: $(x-3'22)^2+(y-2'35)^2=0'07$	92	25,56	1,58
4	(3'3,2'9)	(3'4,3'2)	(3'2,3'5)	0,39	63,38	c: $(x-3'02)^2+(y-3'16)^2=0'15$	145	40,28	2,61
5	(2'3,4'3)	(2'2,4'5)	(2'2,4'8)	0,57	92,63	c: $(x-2'75)^2+(y-4'65)^2=0'33$	239	66,39	4,86
6	(2'9,7'4)	(3,7'7)	(3'3,7'7)	0,26	42,25	c: $(x-3'15)^2+(y-7'48)^2=0'07$	134	37,22	3,35
7	(3'5,7'8)	(4,7'9)	(4'1,8'2)	0,54	87,75	c: $(x-3'58)^2+(y-8'33)^2=0'29$	186	51,67	3,10
8	(4'6,8'4)	(5,8'5)	(5'4,8'5)	1,66	269,75	c: $(x-5'2)^2+(y-6'85)^2=2'76$	255	70,83	1,90
9	(7'4,7'4)	(7'6,7'2)	(7'7,7)	0,79	128,38	c: $(x-6'95)^2+(y-6'75)^2=0'63$	280	77,78	4,81
10	(7'6,6'3)	(7'5,6'5)	(7'5,6'9)	0,68	110,50	c: $(x-8'15)^2+(y-6'7)^2=0'46$	115	31,94	0,94
11	(11'8,4'3)	(12,4'4)	(12'2,4'6)	0,79	128,38	c: $(x-11'55)^2+(y-5'05)^2=0'63$	226	62,78	3,13
12	(12'3,4'9)	(12'6,5'1)	(12'8,5'1)	0,49	79,63	c: $(x-12'7)^2+(y-4'63)^2=0'24$	253	70,28	6,33
13	(17'5,3'6)	(17'6,4)	(17'3,4'2)	0,33	53,63	c: $(x-17'29)^2+(y-3'86)^2=0'11$	138	38,33	2,80
14	(16'4,3'6)	(16'7,2)	(16'9,2'2)	0,37	60,13	c: $(x-16'55)^2+(y-2'35)^2=0'14$	205	56,94	5,50
15	(15'1,2'4)	(14'9,2'4)	(14'8,2'2)	0,20	32,50	c: $(x-15)^2+(y-2'23)^2=0'04$	84	23,33	1,71
16	(14'9,1'5)	(14'8,1'2)	(14'5,1'1)	0,36	58,50	c: $(x-14'55)^2+(y-1'45)^2=0'13$	180	50,00	4,36

ALBERT PARK-AUSTRÀLIA									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànoI (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1 inici							305		
1 final							310		
2							182		
3							283		
4							251		
5							292		
6							284		
7							296		
8							232		
							V Mitjana		μ Mitja
							212,48		3,51

El circuit Albert Park d'Austràlia consta de setze corbes i vuit rectes:

- De les setze corbes del circuit, deu són cap a la dreta i les altres sis són cap a l'esquerra.

Seguint el criteri de les velocitats, s'estableix que hi ha nou corbes ràpides, per sobre dels 150 km/h, i set corbes lentes, inferiors als 150 km/h.

- El coeficient de fregament mitjà en aquest circuit és de 3'51 i la seva velocitat mitjana és de 212'48 km/h fent que estigui entre els circuits més ràpids del campionat, concretament, el tercer circuit amb la velocitat mitjana més elevada.

ALBERT PARK-AUSTRÀLIA



Primer Gran Premi: 1996

Número de Voltes: 58

Llargada del circuit: 5.303km

Distància cursa: 307.630km

Rècord volta: 1:19:071- M.
Schumacher (2004)

El circuit d'Albert Park és un circuit semiurbà ja que es troba situat en un parc al voltant d'un llac anomenat com el circuit, d'aquí el nom del circuit.

Es tracta d'un traçat amb una pista ampla i relativament ràpida que facilita els avançament en molts dels seus trams fent que la competició agafi més espectacularitat. En conjunt, es tracta d'un circuit segur però amb escassa adherència. És un circuit molt exigent pels pilots ja que hi ha moltes frenades i acceleracions.

En aquest circuit, el consum de combustible per volta és d'uns 2'48kg. El 69% de la volta al traçat es realitza amb el gas a fons fent que sigui un circuit exigent pel motor. A part del motor del cotxe, els frens també pateixen molt ja que hi ha moltes frenades fortes i, per tant, s'ha de vigilar la refrigeració dels frens.

Albert Park és un circuit d'alta càrrega aerodinàmica ja que consta de frenades fortes en algunes corbes, seguit d'accelerades ràpides per sortir d'aquestes obligant a tenir molt recolzament per aconseguir una bona tracció.

5.3.12 CIRCUIT DE SEPANG, MALÀSIA

SEPANG-MALÀSIA									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànol (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(4'8,6)	(4'7,6'3)	(5,6'6)	0,35	56,88	c: $(x-5'05)^2+(y-6'25)^2=0'12$	76	21,11	0,80
2	(5'5,6'4)	(5'9,6'5)	(5'9,6'9)	0,33	53,63	c: $(x-5'64)^2+(y-6'7)^2=0'11$	70	19,44	0,72
3	(5'4,8'4)	(5'7,9'3)	(6'4,9'8)	1,46	237,25	c: $(x-6'86)^2+(y-8'41)^2=2'14$	242	67,22	1,94
4	(10'7,11'1)	(11'1,11'2)	(11'2,10'8)	0,28	45,50	c: $(x-10'95)^2+(y-10'95)^2=0'08$	110	30,56	2,09
5	(11'6,8'19)	(12'5,7'5)	(13'6,7'8)	1,34	217,75	c: $(x-12'73)^2+(y-8'82)^2=1'8$	252	70,00	2,30
6	(14,8'1)	(14'6,8'3)	(15'2,8)	0,85	138,13	c: $(x-14'55)^2+(y-7'45)^2=0'72$	248	68,89	3,51
7	(17'2,5'6)	(17'3,5'4)	(17'2,5)	0,46	74,75	c: $(x-16'85)^2+(y-5'3)^2=0'21$	191	53,06	3,84
8	(17,4'5)	(16'8,4'3)	(16'5,4'3)	0,39	63,38	c: $(x-16'65)^2+(y-4'65)^2=0'15$	203	56,39	5,12
9	(11'7,4'19)	(11'4,4)	(11'6,3'7)	0,22	35,75	c: $(x-11'6)^2+(y-3'91)^2=0'05$	71	19,72	1,11
10	(12'1,3'4)	(12'4,3'1)	(12'4,2'7)	0,54	87,75	c: $(x-11'9)^2+(y-2'9)^2=0'29$	183	50,83	3,00
11	(11'1,1'2)	(11'6,1)	(12,1'2)	0,60	97,50	c: $(x-11'55)^2+(y-1'6)^2=0'36$	152	42,22	1,87
12	(9'2,3)	(8'8,3'2)	(8'4,3'1)	0,62	100,75	c: $(x-8'74)^2+(y-2'58)^2=0'38$	257	71,39	5,16
13	(7'5,2'8)	(6'8,2'7)	(6'2,3)	1,15	186,88	c: $(x-6'99)^2+(y-3'84)^2=1'33$	269	74,72	3,05
14	(5'7,3'6)	(5'7,4)	(6'1,4'2)	0,40	65,00	c: $(x-6'05)^2+(y-3'8)^2=0'16$	122	33,89	1,80
15	(15'2,5)	(15'6,5'4)	(15'3,5'8)	0,41	66,63	c: $(x-15'19)^2+(y-5'41)^2=0'17$	84	23,33	0,83

SEPANG-MALÀISIA									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànoI (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1 inici							299		
2							287		
3							236		
4							280		
5							281		
6							225		
7							251		
8							308		
							V Mitjana 204,22		μ Mitja 2,48

El circuit de Sepang a Malàisia està format per quinze corbes i deu rectes:

- D'aquestes quinze corbes, deu d'elles són cap a la dreta i les altres cinc són cap a l'esquerra.

Amb el criteri de velocitats donat al començament, s'estableix que hi ha nou corbes ràpides, amb velocitats per sobre dels 150 km/h, i sis corbes lentes, amb velocitats per sota dels 150 km/h.

- El coeficient de fregament mitjà del circuit és de 2,48 i la velocitat mitjana d'aquest és de 204,22 km/h fent que sigui el cinquè circuit amb la velocitat mitjana més elevada.

SEPANG-MALÀISIA



Primer Gran Premi: 1999

Número de Voltes: 56

Llargada del circuit: 5.543km

Distància cursa: 310.408km

Rècord volta: 1:34:223- JP.
Montoya (2004)

El circuit de Sepang està situat a Segang, Malàisia a uns 85 km del centre de la ciutat de Kuala Lumpur. Aquest circuit va ser dissenyat per l'alemany Hermann Tilke, dissenyador també dels circuits de Shanghai i Bahrein.

El circuit de Sepang té la capacitat de poder dividir-se en dos circuits situats a cada costat: el costat nord amb una longitud de 2'8 km i el circuit sud de 2'6 km, podent realitzar-se dues carreres simultànies separades l'una de l'altra.

Sepang és un circuit molt complet, estètic i harmoniós que els pilots no dubten en qualificar-lo com a modèlic. Dissenyat amb ritme i duresa que fa que sigui un circuit d'alta exigència física pels pilots i pels cotxes de càrrega aerodinàmica mitjana/alta. A més a més, aquest traçat presenta bastants desnivells ja que està situat sobre terreny pantanós; però, alhora, té un asfalt gairebé perfectament llis i adherent, amb un excel·lent repartiment de corbes combinat amb llargues rectes que el converteixen en el circuit perfecte dels pilots. Cal esmentar, també, la seva condició de circuit molt segur.

5.3.13 CIRCUIT DE GULF, AIR BAHRAIN

GULF-AIR BAHRAIN									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànel (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(4'0,1'0)	(3'6,1'2)	(3'8,1'6)	0,32	52,00	c: $(x-3'9)^2+(y-1'3)^2=0'1$	63	17,50	0,60
2	(4'7,2'3)	(4'8,2'6)	(4'8,2'8)	0,81	131,63	c: $(x-4)^2+(y-2'7)^2=0'65$	158	43,89	1,49
3	(4'5,3'8)	(4'4,4'1)	(4'5,4'4)	0,50	81,25	c: $(x-4'9)^2+(y-4'1)^2=0'25$	221	61,39	4,73
4	(5'4,10'9)	(5'6,11'2)	(5'9,11)	0,26	42,25	c: $(x-5'65)^2+(y-10'95)^2=0'07$	111	30,83	2,30
5	(7'7,9'2)	(7'8,9)	(8,8'9)	0,35	56,88	c: $(x-8'05)^2+(y-9'25)^2=0'12$	127	35,28	2,23
6	(8'7,8'6)	(9,8'3)	(9,7'7)	0,67	108,88	c: $(x-8'4)^2+(y-8)^2=0'45$	190	52,78	2,61
7	(8'8,7)	(8'8,6'7)	(9,6'4)	0,57	92,63	c: $(x-9'35)^2+(y-6'85)^2=0'33$	162	45,00	2,23
8	(10'8,4'3)	(11'2,4'5)	(11,4'9)	0,32	52,00	c: $(x-10'9)^2+(y-4'6)^2=0'1$	79	21,94	0,94
9	(7,4'6)	(7'4,4'8)	(7'7,4'7)	0,50	81,25	c: $(x-7'4)^2+(y-4'3)^2=0'25$	205	56,94	4,07
10	(6'3,3'8)	(6'3,3'6)	(6'5,3'5)	0,20	32,50	c: $(x-6'48)^2+(y-3'7)^2=0'04$	63	17,50	0,96
11	(15'1,3'6)	(15'2,4'5)	(14'7,5'4)	1,59	258,38	c: $(x-13'63)^2+(y-4'22)^2=2'53$	271	75,28	2,23
12	(12'0,8'0)	(12,7'2)	(12'3,6'8)	1,03	167,38	c: $(x-12'59)^2+(y-7'6)^2=1'06$	255	70,83	3,06
13	(12'9,10'1)	(13'3,10'3)	(13'7,10'1)	0,50	81,25	c: $(x-13'3)^2+(y-9'8)^2=0'25$	126	35,00	1,54
14	(17'9,2'2)	(18,1'9)	(17'9,1'7)	0,35	56,88	c: $(x-17'65)^2+(y-1'95)^2=0'12$	128	35,56	2,27
15	(17'6,1'2)	(17'4,1)	(17'1,0'9)	0,66	107,25	c: $(x-17'05)^2+(y-1'55)^2=0'43$	174	48,33	2,23

GULF-AIR BAHRAIN									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànoi (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1							314		
2							300		
3							253		
4							284		
5							300		
							V Mitjana 189,20		μ Mitja 2,23

El circuit de Gulf a Air Bahrain està format per quinze corbes i set rectes:

- D'aquestes quinze corbes del circuit de Gulf, hi ha nou corbes que van cap a la dreta i sis corbes que van cap a l'esquerra.

A partir del criteri de velocitats estipulat, s'estableix que hi ha vuit corbes ràpides amb una velocitat superior als 150 km/h i set corbes lentes amb velocitats inferiors a 150 km/h.

- El coeficient de fregament mitjà d'aquest circuit és de 2'23 i la seva velocitat mitjana és de 189'20 km/h fent que sigui el quart circuit amb la velocitat mitjana més lenta de tot el campionat.

GULF-AIR BAHRAIN



Primer Gran Premi: 2004

Número de Voltes: 57

Llargada del circuit: 5.421km

Distància cursa: 308.238km

Rècord volta: 1:31:447- P. De la Rosa (2005)

El circuit de Gulf està situat en la ciutat de Manama al mig del regne àrab. La construcció del circuit d' Air Bahrain va ser promoguda a petició del príncep hereu, Salman Bin Hamad Al Califa, ja que és un gran aficionat al món del motor i volia que el seu país acollís el Gran Premi del Campionat de la Fórmula 1. La feina del disseny del circuit va ser encarregada al dissenyador Hermann Tilke, ja conegut en aquest món.

Es tracta d'un traçat molt segur, format per prolongades rectes i amb un variat catàleg de corbes tancades que obliguen els pilots i els seus cotxes a realitzar forçoses i freqüents frenades d'exigència elevada. A més a més, és conegut per les elevades mesures de seguretat, la singularitat de la seva arquitectura i la naturalesa d'atractiu en el seu recorregut. Com que està envoltat de desert i per tant, de sorra, per evitar l'entrada de sorra al traçat del circuit el que fan és aplicar un compost adhesiu polvoritzat al voltant del autòdrom per impedir aquesta entrada de sorra i, com a conseqüència, l'embrutiment del circuit.

Aquest circuit va ser protagonista d'una de les poques suspensions d'una cursa en la història de la Fórmula 1, en el 2011 degut a la tensa situació política del país; la primera va ser el 1950 en el circuit de Silverstone.

5.3.14 CIRCUIT DE SHANGAI, XINA

SHANGAI-XINA									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(10,11'2)	(11,11'5)	(11'5,11'2)	1,01	164,13	$c: (x-10'75)^2+(y-10'52)^2=1'03$	187	43,06	1,15
2	(11'5,11'2)	(11'7,10'7)	(11'5,10'3)	0,6	97,50	$c: (x-11'1)^2+(y-10'75)^2=0'36$	252	70,00	5,13
3	(11,10'6)	(10'6,10'6)	(10'7,10'2)	0,44	71,50	$c: (x-11'02)^2+(y-10'49)^2=0'19$	85	23,61	0,80
4	(10'8,10)	(11,7'8)	(11'3,9'8)	0,39	63,38	$c: (x-11'15)^2+(y-10'15)^2=0'15$	116	28,33	1,15
5	(14'2,10'4)	(14'5,10'5)	(14'7,10'4)	0,35	56,88	$c: (x-14'45)^2+(y-10'15)^2=0'12$	110	25,28	1,15
6	(17'3,9'3)	(17'6,9)	(17'4,8'7)	0,32	52,00	$c: (x-17'29)^2+(y-8'99)^2=0'1$	76	21,11	0,87
7	(13,9'3)	(12,8'5)	(12,7'2)	1,68	273,00	$c: (x-13'34)^2+(y-7'85)^2=2'22$	270	75,00	2,10
8	(12'5,6'4)	(12'7,5'8)	(12'4,5'3)	0,73	118,63	$c: (x-11'98)^2+(y-5'89)^2=0'53$	159	36,67	1,15
9	(9'9,4'2)	(9'6,4'1)	(9'6,3'8)	0,26	42,25	$c: (x-9'82)^2+(y-3'95)^2=0'07$	108	30,00	2,17
10	(9'7,3'4)	(9'8,3'1)	(10'1,3'1)	0,26	42,25	$c: (x-9'95)^2+(y-3'32)^2=0'07$	95	21,94	1,15
11	(16'9,2'8)	(17'2,2'9)	(17'2,3'2)	0,59	95,88	$c: (x-16'63)^2+(y-3'05)^2=0'35$	85	23,61	0,59
12	(17,3'5)	(17'0,4'0)	(17'9,4)	0,24	39,00	$c: (x-17'05)^2+(y-3'75)^2=0'06$	91	23,89	1,15
13	(18'4,3'4)	(18'5,2'6)	(18,1'9)	1,14	185,25	$c: (x-17'39)^2+(y-2'87)^2=1'31$	198	52,22	1,15
14	(2,2'3)	(1'8,2)	(2'1,1'8)	0,24	39,00	$c: (x-2'05)^2+(y-2'05)^2=0'06$	73	20,28	1,08
15	(2'4,2'5)	(2'7,2'6)	(3,2'6)	0,96	156,00	$c: (x-2'85)^2+(y-1'65)^2=0'93$	182	41,94	1,15
16	(6,2'6)	(6'3,2'6)	(6'5,2'9)	0,35	56,88	$c: (x-6'15)^2+(y-2'92)^2=0'12$	68	18,89	0,64

SHANGAI-XINA									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànoi (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1							311	86,39	
2							295	81,94	
3							261	72,50	
4 inici							250	69,44	
4 final							320	88,89	
							V Mitjana 171,05		μ Mitja 1,67

El circuit de Shangai a la Xina, està format per setze corbes i vuit rectes:

- D'aquestes setze corbes, nou d'elles són cap a la dreta i les altres set són cap a l'esquerra.

A partir del patró de velocitats anunciat al començament, s'estableix que hi ha sis corbes ràpides, superiors als 150 km/h, i deu corbes lentes, inferiors als dits 150 km/h.

- El coeficient de fregament mitjà de Shangai és de 1'67 i la seva velocitat mitjana és d'un total de 171'05 km/h. El circuit de la Xina és el circuit amb la tercera velocitat mitjana més baixa, fent així que sigui un circuit bastant lent, un dels més lents de tot el campionat.

SHANGAI-XINA



Primer Gran Premi: 2004

Número de Voltes: 56

Llargada del circuit: 5.451km

Distància cursa: 305.066km

Rècord volta: 1:32:238- M. Schumacher (2004)

El circuit de Shangai està ubicat a Shangai, la Xina. Com un dels molts altres circuits del campionat, ha estat dissenyat per l'alemany Hermann Tilke. Aquest circuit porta el segell inconfusible del seu dissenyador, és a dir, corbes molt tancades que presenten trams forts de frenades o d'acceleracions. L'element més cridaner i característic d'aquest circuit és la majestuosa tribuna principal.

És un circuit modern, amb una impressionant arquitectura ja que el circuit està construït a damunt d'un pantà i té integrat el paddock¹ en un preciós llac i un majestuós jardí.

Respecte al traçat del circuit, està inspirat en la forma del caràcter xinès *shang* (上), que significa per sobre o ascendent, present en la pròpia paraula Shangai. A més a més, les primeres corbes formen el símbol del *Yin* i el *Yang*.

Consta d'una primera corba única en tot el Campionat de Fórmula 1 i molt complicada de dur a terme per tots els pilots.

1. Paddock: Recinte on s'instal·len els pilots abans de la sortida de la carrera.

5.3.15 CIRCUIT MARINA BAY, SINGAPORE

MARINA BAY-SINGAPORE									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(19'1,9'5)	(19'1,9'7)	(18'9,9'7)	0,14	22,75	c: $(x-19)^2+(y-9'6)^2=0'02$	90	25,00	2,79
2	(18'2,9'8)	(18,9'8)	(18'0,10'0)	0,14	22,75	c: $(x-18'1)^2+(y-9'9)^2=0'02$	90	25,00	2,79
3	(17'8,10'3)	(17'5,10'3)	(17'4,10'1)	0,24	39,00	c: $(x-17'65)^2+(y-10'1)^2=0'06$	90	25,00	1,64
4	(17'1,9'4)	(17'1,9'2)	(17'3,8'9)	0,49	79,63	c: $(x-17'58)^2+(y-9'3)^2=0'24$	200	55,56	3,96
5	(17'9,7'4)	(18,6'7)	(17'7,6'4)	0,64	104,00	c: $(x-17'43)^2+(y-6'98)^2=0'41$	135	37,50	1,38
6	(12'5,6'6)	(12'3,6'6)	(12,6'7)	0,81	131,63	c: $(x-12'4)^2+(y-7'4)^2=0'65$	280	77,78	4,69
7	(8'8,8'3)	(8'6,8'4)	(8'4,8'2)	0,22	35,75	c: $(x-8'62)^2+(y-8'18)^2=0'05$	110	30,56	2,66
8	(7'5,6'9)	(7'6,6'7)	(7'4,6'7)	0,64	104,00	c: $(x-7'5)^2+(y-6'78)^2=0'02$	94	26,11	0,67
9	(5'7,7'7)	(5'4,7'9)	(5'2,5'6)	1,23	199,88	c: $(x-4'87)^2+(y-6'79)^2=1'51$	126	35,00	0,63
10	(3,4'3)	(3'1,4'1)	(3,3'9)	0,24	39,00	c: $(x-2'85)^2+(y-4'1)^2=0'06$	135	37,50	3,68
11	(3'6,3'2)	(3'9,3)	(3'8,2'7)	0,28	45,50	c: $(x-3'63)^2+(y-2'92)^2=0'08$	127	35,28	2,79
12	(3'8,2'7)	(3'8,2'3)	(4'1,2'2)	0,30	48,75	c: $(x-4'03)^2+(y-2'5)^2=0'09$	180	50,00	5,23
13	(5'5,1)	(5'8,0'8)	(6'0,1'0)	0,26	42,25	c: $(x-5'75)^2+(y-1'05)^2=0'07$	80	22,22	1,19
14	(7'3,5'9)	(7'5,4)	(7'7,5'9)	0,96	156,00	c: $(x-7'5)^2+(y-4'96)^2=0'92$	85	23,61	0,36
15	(9'7,4'8)	(10,4'6)	(10'4,4'6)	0,66	107,25	c: $(x-10'2)^2+(y-5'23)^2=0'43$	230	63,89	3,88
16	(10'7,4'6)	(11,4'6)	(11,4'3)	0,22	35,75	c: $(x-10'85)^2+(y-4'45)^2=0'05$	80	22,22	1,41
17	(11'0,4'0)	(11'1,3'8)	(11'4,3'7)	0,35	56,88	c: $(x-11'35)^2+(y-4'05)^2=0'12$	126	35,00	2,20
18	(13'1,3'7)	(13'4,3'7)	(13'4,3'9)	0,17	27,63	c: $(x-13'25)^2+(y-3'8)^2=0'03$	80	22,22	1,82
19	(13'6,4'4)	(13'7,4'5)	(13'9,4'5)	0,22	35,75	c: $(x-13'8)^2+(y-4'3)^2=0'05$	118	32,78	3,07
20	(15'3,4'3)	(15'6,4'3)	(15'6,4)	0,20	32,50	c: $(x-15'45)^2+(y-4'15)^2=0'04$	107	29,72	2,79
21	(15'6,4)	(15'7,4'7)	(16,4'6)	0,36	58,50	c: $(x-15'75)^2+(y-4'34)^2=0'13$	126	35,00	2,14
22	(18'9,3'5)	(19,3'4)	(19'3,3'6)	0,20	32,50	c: $(x-19'09)^2+(y-3'59)^2=0'04$	150	41,67	5,45
23	(19'7,4'1)	(19'9,4'3)	(19'8,4'6)	0,28	45,50	c: $(x-19'63)^2+(y-4'38)^2=0'08$	200	55,56	6,92

MARINA BAY-SINGAPORE									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànel (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1							293		
2							298		
3							240		
4 inici							250		
4 final							280		
							V Mitjana		μ Mitja
							157,14		2,79

El circuit de Marina Bay a Singapore està compost per vint-i-tres corbes i disset rectes:

- D'aquestes vint-i-tres corbes, tretze són cap a la dreta i les altres deu són cap a l'esquerra.

A partir del criteri de velocitats estipulat al començament s'estableix que hi ha un total de disset corbes lentes, velocitats inferiors a 150 km/h, i sis corbes ràpides, velocitats superiors als 150 km/h.

- El coeficient de fregament mitjà de Marina Bay és de 2'79 i la seva velocitat mitjana és de 157'14 km/h. El circuit de Singapore és el circuit amb la velocitat mitjana més baixa, fent que sigui el circuit amb menys velocitat del tot el mundial de Fórmula 1 de 2013.

MARINA BAY-SINGAPORE



Primer Gran Premi: 2008

Número de Voltes: 61

Llargada del circuit: 5.065km

Distància cursa: 308.828km

Rècord volta: 1:48:574- S. Vettel (2013)

El circuit Marina Bay és un traçat urbà per la ciutat-estat de Singapur. Es tracta d'una carrera nocturna. Aquest fet va provocar polèmica entre els diferents equips del Campionat degut al risc pels pilots que produïa la realització de dita carrera nocturna; però, tot i malgrat això, la FIA va decidir que la carrera es realitzaria de nit després que les dues proves d'il·luminació realitzades sortissin amb resultats positius. Aquesta carrera, juntament amb la del Brasil, es duu a terme en el sentit contrari a les agulles del rellotge. La pista passa per sota d'una de les grades del circuit creant un túnel, com a Mònaco.

Es tracta d'un dels circuits més durs per la seva durada, ja que quasi esgota el límit de les dues hores permeses, per la calor i humitat. A més a més, els frens no tenen gairebé descans entre corba i corba. Té una elevada càrrega aerodinàmica i les suspensions són més toves per aquest circuit.

En el 2013 es va produir una remodelació en el circuit, concretament, en la corba 10, la famosa Singapore Sling, dividida en la secció 10, 10a i 10b, convertint-se en una única corba cap a l'esquerra de velocitat mitjana, 135 km/h, que connecta amb les corbes 11 i 12. Es va produir aquest canvi per les queixes dels equips ja que deien que era una zona perillosa.

5.3.16 CIRCUIT YAS MARINA, ABU DHABI

YAS MARINA-ABU DHABI									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(10'3,4'7)	(10'5,4'5)	(10'9,4'5)	0,45	73,13	c: $(x-10'7)^2+(y-4'9)^2=0'2$	127	35,28	1,74
2	(12'6,5'5)	(12'8,5'8)	(12'8,6'3)	0,74	120,25	c: $(x-12'1)^2+(y-6'05)^2=0'55$	260	72,22	4,43
3	(12'8,6'8)	(13'2,7'5)	(13'9,7'7)	1,01	164,13	c: $(x-13'81)^2+(y-6'69)^2=1'03$	254	70,56	3,10
4	(14,7'7)	(14'5,7'6)	(15'1,7'7)	1,55	251,88	c: $(x-14'55)^2+(y-9'15)^2=2'4$	308	85,56	2,96
5	(17'6,8'7)	(17'8,8'8)	(17'8,9'1)	0,24	39,00	c: $(x-17'6)^2+(y-8'95)^2=0'06$	121	33,61	2,96
6	(17'8,9'1)	(17'8,9'3)	(18'1,9'4)	0,22	35,75	c: $(x-18)^2+(y-9'2)^2=0'05$	116	32,22	2,96
7	(19,9'4)	(19'2,9'7)	(19'1,9'9)	0,30	48,75	c: $(x-18'9)^2+(y-9'68)^2=0'09$	70	19,44	0,79
8	(6'2,9'5)	(6'1,9'8)	(6'5,9'9)	0,24	39,00	c: $(x-6'33)^2+(y-9'71)^2=0'06$	81	22,50	1,32
9	(6'3,9'4)	(6'4,9'2)	(6'2,9)	0,22	35,75	c: $(x-6'18)^2+(y-9'22)^2=0'05$	125	34,72	3,44
10	(5'2,8'3)	(4'5,7'7)	(4'3,7)	1,43	232,38	c: $(x-5'73)^2+(y-6'97)^2=2'06$	296	82,22	2,96
11	(2'7,1'4)	(2'7,1)	(3'1,1)	0,28	45,50	c: $(x-2'9)^2+(y-1'2)^2=0'08$	131	36,39	2,96
12	(3'1,1)	(3'4,1)	(3'5,0'8)	0,24	39,00	c: $(x-3'25)^2+(y-0'8)^2=0'06$	121	33,61	2,96
13	(3'5,0'8)	(3'7,0'6)	(4,0'7)	0,28	45,50	c: $(x-3'78)^2+(y-0'88)^2=0'08$	128	35,56	2,84
14	(4'8,1)	(5'1,1'1)	(5,1'4)	0,22	35,75	c: $(x-4'9)^2+(y-1'2)^2=0'05$	110	30,56	2,66
15	(3'8,3'4)	(3'7,3'7)	(3'8,4)	0,50	81,25	c: $(x-4'2)^2+(y-3'7)^2=0'25$	275	76,39	7,33
16	(4,4'7)	(4'1,4'9)	(4'3,5'1)	0,79	128,38	c: $(x-4'75)^2+(y-4'45)^2=0'62$	220	61,11	2,96
17	(5,5'5)	(5'3,5'7)	(5'5,5'4)	0,24	39,00	c: $(x-5'25)^2+(y-5'45)^2=0'06$	121	33,61	2,96
18	(5'8,4'9)	(5'9,4'7)	(6'3,4'8)	0,26	42,25	c: $(x-6'06)^2+(y-4'91)^2=0'07$	126	35,00	2,96
19	(6'9,5)	(7'1,5'1)	(7,5'5)	0,26	42,25	c: $(x-6'89)^2+(y-5'26)^2=0'07$	113	31,39	2,38
20	(6'1,7'3)	(5'9,7'6)	(6'1,7'9)	0,33	53,63	c: $(x-6'23)^2+(y-7'6)^2=0'11$	142	39,44	2,96
21	(7'4,9)	(7'6,9'1)	(7'9,8'9)	0,30	48,75	c: $(x-7'62)^2+(y-8'81)^2=0'09$	125	34,72	2,52

YAS MARINA-ABU DHABI									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànol (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1							290		
2							300		
3 inici							260		
3 final							324		
4 mitj							300		
4 final							312		
							V Mitjana 190,96		μ Mitja 2,96

El circuit Yas Marina d'Abu Dhabi està compost per vint-i-una corbes i set rectes:

- D'aquestes vint-i-una corbes, hi ha dotze corbes cap a la dreta i nou corbes cap a l'esquerra.

Seguint el criteri de velocitats anomenat al principi, s'aprecien sis corbes ràpides amb velocitats per sobre dels 150 km/h i 15 corbes lentes amb velocitats per sota dels 150 km/h.

- El coeficient de fregament mitjà en aquest circuit és de 2'96 i la seva velocitat mitjana és de 190'96 km/h fent que sigui el setè circuit amb la velocitat mitjana més lenta del 2013.

YAS MARINA-ABU DHABI



Primer Gran Premi: 2009
Número de Voltes: 55
Llargada del circuit: 5.554km
Distància cursa: 305.355km
Rècord volta: 1:40:279- S. Vettel (2009)

El circuit de Yas Marina està ubicat en les illes Yas, emirat d'Abu Dhabi. Va ser construït per l'empresa Aldar i emplaça un projecte urbanístic al seu voltant que inclou: un parc temàtic, un port esportiu, zones residencials, un parc aquàtic, zones d'esport i oci, un hotel amb vistes al circuit des de les seves habitacions i una torre exclusiva pels xeics al final de la recta principal.

Yas Marina consta de suficients focus de llum per celebrar carreres durant la nit amb il·luminació com en un estadi, cosa poc habitual en circuits de distància llarga. Per tant, juntament amb el circuit de Marina Bay a Singapur, també se celebra durant la nit. A més a més, també es corre en sentit contrari a les agulles del rellotge com en els circuits de Marina Bay i el de Carlos Pace de Interlagos a Brasil.

A part d'això, el pit lane¹, per la part de sortida de boxes a pista, creua per sota per aconseguir més seguretat en la incorporació dels cotxes a la cursa i així s'aconsegueix també un millor aprofitament de l'espai.

El tercer sector del circuit és el més lent de tots, i, en conjunt, el traçat presenta una càrrega aerodinàmica mitjana/alta i un desgast de pneumàtics mitjà.

1. Pit lane: Fa referència a la pista asfaltada que connecta el circuit amb el pit stop o parada a boxes.

5.3.17 CIRCUIT DE YEONGAM, COREA

YEONGAM-COREA									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànoi (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(19,3'7)	(19'3,3'7)	(19'2,4)	0,20	32,50	c: $(x-19'15)^2+(y-3'82)^2=0'04$	85	23,61	1,75
2	(18'9,4'4)	(18'7,4'6)	(18'5,4'7)	0,79	128,38	c: $(x-18'25)^2+(y-3'95)^2=0'63$	200	55,56	2,45
3	(8'0,7'0)	(7'5,7'1)	(7'3,7'3)	0,69	112,13	c: $(x-7'88)^2+(y-7'68)^2=0'47$	81	22,50	0,46
4	(13'1,10'5)	(13'2,10'8)	(12'9,10'9)	0,22	35,75	c: $(x-13)^2+(y-10'7)^2=0'05$	87	24,17	1,67
5	(12'1,10'6)	(11'8,10'6)	(11'7,10'9)	0,26	42,25	c: $(x-11'95)^2+(y-10'82)^2=0'07$	121	33,61	2,73
6	(11'7,11'2)	(11'5,11'5)	(11'2,11'3)	0,26	42,25	c: $(x-11'45)^2+(y-11'25)^2=0'07$	84	23,33	1,31
7	(8'9,9'5)	(8'6,9'1)	(8'2,9'2)	0,41	66,63	c: $(x-8'49)^2+(y-9'5)^2=0'17$	152	42,22	2,73
8	(7'4,9'2)	(7'0,9'0)	(6'6,8'7)	2,64	429,00	c: $(x-9'1)^2+(y-6'75)^2=6'95$	290	80,56	1,54
9	(5'9,7'5)	(5'7,7'1)	(5'9,6'7)	0,85	138,13	c: $(x-6'65)^2+(y-7'1)^2=0'72$	295	81,94	4,96
10	(6'5,6)	(6'8,5'8)	(6'5,5'5)	0,24	39,00	c: $(x-6'55)^2+(y-5'75)^2=0'06$	116	32,22	2,73
11	(5'1,4'8)	(4'6,4)	(5,3'4)	0,77	125,13	c: $(x-5'37)^2+(y-4'08)^2=0'59$	208	57,78	2,73
12	(5'4,3'2)	(6'4,3'4)	(6'7,2'9)	0,71	115,38	c: $(x-6)^2+(y-2'82)^2=0'5$	200	55,56	2,73
13	(7,2'3)	(7'3,2'8)	(7'9,2'8)	0,60	97,50	c: $(x-7'6)^2+(y-2'28)^2=0'36$	235	65,28	4,46
14	(9'8,1'5)	(9'7,1'8)	(9'2,1'9)	0,41	66,63	c: $(x-9'39)^2+(y-1'53)^2=0'17$	184	51,11	2,73
15	(10'6,0'8)	(10'3,0'7)	(10'0,1'0)	0,35	56,88	c: $(x-10'35)^2+(y-1'05)^2=0'12$	140	38,89	2,73
16	(11'1,1'6)	(11'1,1'3)	(10'9,1'1)	0,37	60,13	c: $(x-10'75)^2+(y-1'45)^2=0'14$	158	43,89	3,27
17	(11'1,2)	(11'5,2'8)	(12'4,3)	1,06	172,25	c: $(x-12'16)^2+(y-1'97)^2=1'12$	244	67,78	2,73
18	(12'4,3)	(12'7,2'9)	(13'1,3)	0,65	105,63	c: $(x-12'75)^2+(y-3'55)^2=0'42$	270	75,00	5,43

YEONGAM-COREA									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànol (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1							300		
2							324		
3							292		
4							247		
							V Mitjana 196,05		μ Mitja 2,73

El circuit de Yeongam a Corea està compost per divuit corbes i cinc rectes:

- D'aquestes divuit corbes, onze són cap a la dreta i set són cap a l'esquerra.

Seguint el criteri de velocitats, s'estableix que hi ha onze corbes ràpides, per sobre dels 150 km/h, i set corbes lentes, per sota dels 150 km/h.

- El coeficient de fregament mitjà de Yeongam és de 2'73 i la velocitat mitjana és de 196'05 km/h, fent que el circuit de Corea sigui el desè circuit més ràpid del campionat del 2013.

YEONGAM-COREA



Primer Gran Premi: 2010

Número de Voltes: 55

Llargada del circuit: 5.615km

Distància cursa: 308.630km

Rècord volta: 1:39:605- S. Vettel
(2011)

El circuit de Yeongam a Corea dissenyat per Hermann Tilke, està format per dues zones: una de fixa, amb un recorregut menor al permanent i una zona urbana provisional, a prop del port, que és l'extensió del circuit permanent utilitzada per les carreres importants, és a dir, en el cas de la Fórmula 1.

Aquest traçat es divideix en tres parts o sectors: el primer sector és una zona ràpida amb corbes tancades i llargues rectes; el segon sector, després de tres corbes lentes es transforma en una combinació de corbes ràpides i obertes; i l'últim sector, el tercer sector, alterna molt seguidament corbes lentes per acabar finalment amb la llarguíssima línia de meta.

En el primer any del seu debut, hi va haver controvèrsia ja que el circuit no estava finalitzat del tot arribant a endarrerir la cursa per motius de seguretat. Aquest fet va ser com a conseqüència, en un principi, de la poca adherència de la pista degut al seu recent abocament de l'asfalt, però després, durant la cursa va començar a diluviar i el circuit encara no tenia construïts els sistemes de drenatge i es va convertir en un autèntic fracàs ja que els pilots eren incapaços de veure i mantenir els cotxes dintre de la pista. Tot i això, els espectadors sud coreans van gaudir amb la fallida primera cursa en el seu circuit. Posteriorment, aquesta cursa ha estat un èxit oferint grans espectacles.

5.3.18 CIRCUIT DE BUDDH, ÍNDIA

BUDDH-ÍNDIA									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànoi (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(17'3,4'2)	(17'6,4'1)	(17'6,3'8)	0,26	42,25	c: $(x-17'38)^2+(y-3'95)^2=0'07$	115	31,94	2,46
2	(17'5,3'5)	(17'9,2'2)	(18'8,1'6)	1,82	295,75	c: $(x-19'31)^2+(y-3'35)^2=3'32$	200	55,56	1,06
3	(19'1,1'4)	(19'5,2'2)	(19'1,0'9)	0,28	45,50	c: $(x-19'23)^2+(y-1'15)^2=0'08$	80	22,22	1,11
4	(6'1,2'5)	(5'6,2'8)	(6,2'2)	0,37	60,13	c: $(x-5'73)^2+(y-2'46)^2=0'14$	100	27,78	1,31
5	(10'1,6'1)	(10'4,6'4)	(10'4,6'6)	0,41	66,63	c: $(x-10)^2+(y-6'5)^2=0'17$	215	59,72	5,46
6	(10'2,7'2)	(10'1,7'4)	(9'7,7'5)	0,39	63,38	c: $(x-9'82)^2+(y-7'14)^2=0'15$	150	41,67	2,80
7	(9'7,7'5)	(9'4,7'5)	(9,7'6)	1,46	237,25	c: $(x-9'55)^2+(y-8'95)^2=2'13$	190	52,78	1,20
8	(8,8'2)	(7'8,8'3)	(7'7,8'6)	0,36	58,50	c: $(x-8'05)^2+(y-8'55)^2=0'13$	220	61,11	6,51
9	(7'7,8'6)	(7'6,9)	(7'3,9'2)	0,54	87,75	c: $(x-7'17)^2+(y-8'68)^2=0'29$	200	55,56	3,59
10	(5'1,10'2)	(4'7,10'8)	(5,11'4)	0,69	112,13	c: $(x-5'39)^2+(y-10'83)^2=0'48$	170	47,22	2,03
11	(5'9,11'7)	(6'7,11'6)	(7,10'5)	0,79	128,38	c: $(x-6'21)^2+(y-10'97)^2=0'63$	210	58,33	2,70
12	(8'4,9)	(8'8,8'7)	(9'2,8'7)	1,60	260,00	c: $(x-5'5)^2+(y-10'54)^2=2'55$	255	70,83	1,97
13	(8'4,9)	(8'8,8'7)	(9'2,8'7)	0,71	115,38	c: $(x-9)^2+(y-9'38)^2=0'51$	185	51,39	2,34
14	(9'7,8'9)	(10'0,9'0)	(10'5,9'6)	1,01	164,13	c: $(x-9'53)^2+(y-9'9)^2=1'02$	210	58,33	2,12
15	(12'1,7'9)	(12'5,7'5)	(12'4,7)	0,57	92,63	c: $(x-11'95)^2+(y-7'35)^2=0'33$	145	40,28	1,79
16	(10,5'4)	(9'5,4'8)	(10'2,4'5)	0,48	78,00	c: $(x-9'97)^2+(y-4'92)^2=0'23$	90	25,00	0,82

BUDDH-ÍNDIA									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànoi (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1 inici							250		
1 meitat							295		
1 final							322		
							V Mitjana 189,58		μ Mitja 2,45

El circuit de Buddh a l'Índia està format per setze corbes i nou rectes:

- D'aquestes setze corbes, hi ha sis corbes cap a la dreta i deu cap a l'esquerra.

Seguint el patró de velocitats, s'estableix que hi ha sis corbes ràpides amb velocitats superiors a 150 km/h i deu corbes lentes amb velocitats inferiors a 150 km/h.

- El coeficient de fregament mitjà de Buddh és de 2'45 i la seva velocitat mitjana és de 189'58 km/h convertint-se en el sisè circuit del mundial amb la velocitat mitjana més lenta.

BUDDH-ÍNDIA



Primer Gran Premi: 2011

Número de Voltes: 60

Llargada del circuit: 5.125km

Distància cursa: 307.249km

Rècord volta: 1:27:249- S.
Vettel (2011)

El circuit de Buddh està situat a Greater Noida en la província de Uttra Pradesh a l'Índia. Va ser dissenyat pel famós dissenyador d'aquest esport, Hermann Tilke. Des del primer cop que es va realitzar aquesta carrera en el 2011, Buddh només coneix com a guanyador Sebastian Vettel.

El circuit de Buddh està clarament repartit en dues zones: la part de les rectes on hi ha quatre corbes i tres trams de rectes que forma el 50% del circuit i l'altra meitat està format per les dotze corbes restants. Sortir primer en aquest circuit implica un gran avantatge.

Les càrregues aerodinàmiques són mitjanes i el desgast dels pneumàtics no és massa agressiu. Per aquestes raons, la millor estratègia és anar a dues parades. Respecte a la meteorologia, seria normal trobar-nos amb un temps sec i càlid al voltant dels 30°C.

El circuit de l'Índia per les característiques del traçat i sobretot per les càrregues aerodinàmiques és un circuit que afavoreix molt positivament els Red Bull.

5.3.19 CIRCUIT D'AUSTIN, ESTATS UNITS

AUSTIN-ESTATS UNITS									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànol (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1	(7'6,1'3)	(8,1'2)	(8,1'7)	0,30	48,75	c: $(x-7'85)^2+(y-1'45)^2=0'09$	99	27,50	1,58
2	(7'6,2'7)	(7'6,3'2)	(8,3'8)	1,05	170,63	c: $(x-8'63)^2+(y-2'95)^2=1'11$	250	69,44	2,88
3	(9'1,4'5)	(9'6,4'8)	(9'7,5'1)	1,00	162,50	c: $(x-8'75)^2+(y-5'45)^2=1'02$	280	77,78	3,80
4	(9'9,5'5)	(10,5'7)	(10'4,5'7)	0,30	48,75	c: $(x-10'2)^2+(y-5'48)^2=0'09$	130	36,11	2,73
5	(10'6,5'9)	(10'7,6'2)	(10'7,6'5)	0,96	156,00	c: $(x-9'75)^2+(y-6'35)^2=0'92$	233	64,72	2,73
6	(10'9,6'9)	(11'3,7'3)	(11'9,7'5)	1,30	211,25	c: $(x-12)^2+(y-6'2)^2=1'7$	271	75,28	2,73
7	(12'9,7'2)	(13'3,7'1)	(13'7,7'4)	0,53	86,13	c: $(x-13'22)^2+(y-7'63)^2=0'28$	210	58,33	4,03
8	(14,7'7)	(14'5,8)	(14'9,7'9)	0,65	105,63	c: $(x-14'55)^2+(y-7'35)^2=0'42$	120	33,33	1,07
9	(14'9,7'9)	(15'6,7'7)	(15'2,7'7)	0,66	107,25	c: $(x-15'45)^2+(y-8'32)^2=0'43$	193	53,61	2,73
10	(16'8,7'9)	(17'2,8)	(17'4,8'4)	0,51	82,88	c: $(x-16'89)^2+(y-8'41)^2=0'26$	255	70,83	6,18
11	(19'2,10'4)	(19'3,11)	(18'9,11)	0,35	56,88	c: $(x-19'1)^2+(y-10'73)^2=0'12$	140	38,89	2,73
12	(8'5,8'6)	(8'1,8'5)	(8'3,8'2)	0,24	39,00	c: $(x-8'33)^2+(y-8'44)^2=0'26$	110	30,56	2,44
13	(9'1,7'3)	(9'2,7)	(9,6'8)	0,30	48,75	c: $(x-8'93)^2+(y-7'08)^2=0'08$	130	36,11	2,73
14	(8'6,6'8)	(8'3,6'9)	(8'2,7'2)	0,28	45,50	c: $(x-8'55)^2+(y-15)^2=0'43$	126	35,00	2,73
15	(7'6,7'8)	(7'1,7'8)	(7'2,7'4)	0,66	107,25	c: $(x-7'35)^2+(y-7'65)^2=0'09$	94	26,11	0,65
16	(7'8,6'4)	(7'9,5'7)	(7'6,5'2)	0,96	156,00	c: $(x-6'96)^2+(y-5'92)^2=0'93$	233	64,72	2,73
17	(7'6,5'2)	(7'3,5)	(6'5,4'9)	1,27	206,38	c: $(x-6'75)^2+(y-6'15)^2=1'62$	268	74,44	2,73
18	(6'5,4'9)	(5'8,5'1)	(5'4,5'5)	1,29	209,63	c: $(x-6'49)^2+(y-6'19)^2=1'66$	270	75,00	2,73
19	(4'6,6'4)	(4'4,6'7)	(3'7,6'5)	0,48	78,00	c: $(x-4'13)^2+(y-6'31)^2=0'23$	175	48,61	3,09
20	(2'1,5'8)	(1'7,5'5)	(2,5'2)	0,30	48,75	c: $(x-2'01)^2+(y-5'51)^2=0'09$	99	27,50	1,58

AUSTIN-ESTATS UNITS									
Nº de recta	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànot (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V (m/s)	μ
1 final							300		
2							99		
3 inici							290		
3 mitj							308		
3 final							320		
							V Mitjana 200,12		μ Mitja 2,73

El circuit d'Austin a Estats Units està format per vint corbes i sis rectes:

- D'aquestes vint corbes, hi ha onze corbes a la dreta i nou corbes a l'esquerra.

Seguint el criteri de velocitats estipulat al començament, s'estableix que hi ha onze corbes ràpides, per sobre dels 150 km/h, i nou corbes lentes, per sota dels 150 km/h.

- El coeficient de fregament mitjà d'Austin o circuit de les Amèriques és de 2'73 i la seva velocitat de fregament és de 200'12 km/h, fent que el circuit d'Estats Units sigui el vuitè circuit amb la velocitat mitjana més alta del campionat.

AUSTIN-ESTATS UNITS



Primer Gran Premi: 2012
Número de Voltes: 56
Llargada del circuit: 5.513km
Distància cursa: 308.405km
Rècord volta: 1:39:347- S. Vettel (2012)

El circuit d'Austin o Circuit de les Amèriques està situat en la ciutat texana d'Austin, als Estats Units. Construït al sud de la ciutat d'Austin en una zona anomenada Wandering Creek, com la majoria dels circuits del campionat, va ésser dissenyat per Hermann Tilke.

El circuit d'Austin va marcar el retorn de la Fórmula 1 als Estats Units ja que des del 2007, el Mundial de la Fórmula 1 no havia tornat als Estats Units.

Austin com Brasil o Singapur es corre en sentit contrari al de les agulles del rellotge. Aprofitant la topografia del terreny, s'introdueixen canvis d'altura de fins a 40 m: un exemple seria l'arribada a la primera corba pronunciada cap amunt.

El circuit consta d'un primer sector de corbes enllaçades molt semblants a les del circuit de Silverstone a Anglaterra; una part final semblant a la del circuit de Nürburgring a Alemanya i dues llargues rectes per fonamentar els avançaments.

El circuit d'Austin és el circuit més modern de tot el Mundial de Fórmula 1 del 2013 que deixarà el lloc de circuit principiant als nous circuits de Sochi a Rússia i de Spielberg a Àustria que s'introduiran al Mundial de Fórmula 1 el 2014.

5.4 COMPARACIÓ ENTRE ELS CIRCUITS DEL CAMPIONAT DE FÓRMULA 1 DEL 2013

A través de l'estudi realitzat, es pot fer una classificació dels circuits per la seva velocitat mitjana. Per tant, a continuació, hi ha una classificació dels circuits per velocitats mitjanes de més a menys.

5.4.1 CLASSIFICACIÓ DELS CIRCUITS PER VELOCITAT MITJANA

- **Autodromo Nazionale di Monza**, Itàlia. Té una velocitat mitjana de 221,05 km/h, que el converteix en el circuit més ràpid de tot el campionat ja que presenta set rectes d'elevades velocitats i només consta d'onze corbes, el circuit amb menys corbes de tot el campionat, on la majoria són de velocitats elevades.

- **Silverstone**, Anglaterra. La seva velocitat mitjana és de 214,96 km/h. Amb sis rectes on només una és inferior als 200 km/h i amb un total de divuit corbes de les quals la majoria són d'elevades velocitats, el converteix en el segon circuit més ràpid després del d'Itàlia.

- **Albert Park**, Austràlia. Presenta una velocitat mitjana de 212,48 km/h. Consta de vuit rectes de les quals només una és inferior als 200 km/h, és el mateix cas que Silverstone, i setze corbes de les quals la majoria són ràpides. Per aquestes raons, Albert Park és el tercer circuit amb la velocitat mitjana més elevada.

- **Carlos Pace de Interlagos**, Brasil. Consta d'una velocitat mitjana de 204,75 km/h. Aquesta velocitat fa que el circuit de Brasil sigui el quart traçat més ràpid del campionat. Aquest aspecte és degut a les set rectes de les quals només de tres, en coneixem la velocitat. Aquestes tres rectes són de velocitats elevades i superiors als 290 km/h, i a les quinze corbes de les quals la majoria són ràpides.

- **Sepang**, Malàisia. Aquest circuit és el cinquè traçat més ràpid del campionat amb una velocitat mitjana de 204,22 km/h, una velocitat mitjana molt semblant a la del circuit de Brasil ja que per exemple, el circuit de Sepang igual que el de Carlos Pace, consta de quinze corbes amb la majoria d'elles de velocitats ràpides. A part d'això, el circuit de Malàisia consta de deu rectes, a diferència del de Brasil que només en presenta set en el seu traçat, on només se'n coneix la velocitat de vuit. D'aquestes vuit rectes, una d'elles té una velocitat superior als 300 km/h.

- **Spa-Francorchamps**, Bèlgica. Té una velocitat mitjana de 202,67 km/h. Aquesta velocitat fa que sigui el sisè circuit en la classificació de traçats més ràpids del Mundial. Aquest fet és degut a les cinc rectes ;una de velocitat lenta, inferior als 150 km/h. A part d'això, consta de dinou corbes on la majoria són de velocitats elevades fins al punt que una d'elles arriba fins als 305 km/h.

- **Nürburgring**, Alemanya. La velocitat mitjana d'aquest circuit és de 202,39 km/h, molt semblant a la del traçat de Bèlgica, tot i que entre els dos circuits no hi ha similituds remarcables. Alemanya presenta un circuit amb vuit rectes de les quals set tenen velocitats elevades i la més lenta és de 230 km/h ; quinze corbes de les quals hi ha més corbes lentes que ràpides, tot i que només n'hi ha tres, amb una velocitat inferior als 100 km/h.

- **Austin**, Estats Units. Aquest traçat essent el circuit més nou d'aquest campionat, presenta una velocitat mitjana de 200,12 km/h i el situa en la vuitena posició en aquesta classificació. Estats Units té un circuit amb sis rectes de les quals una d'elles té una velocitat inferior als 100 km/h i vint corbes amb una majoria de corbes ràpides. Austin és un dels traçats amb més corbes del campionat, només superat per Abu Dhabi i per Singapore.

- **Suzuka**, Japó. En el circuit de Suzuka s'assoleix una velocitat mitjana de 197,86 km/h fent que sigui el novè circuit amb la velocitat més elevada. Aquest traçat presenta sis rectes de les quals tres són de velocitats elevades i una d'elles és inferior als 300 km/h però superior als 290 km/h amb un total de 18 corbes. D'aquestes 18 corbes, n'hi ha el doble de ràpides que de lentes.

- **Yeongam**, Corea. El circuit de Corea està al mig de la classificació ja que és el desè circuit amb la velocitat més elevada o amb la velocitat més baixa, concretament amb una velocitat de 196,05 km/h. Consta de cinc rectes de les quals quatre són de velocitats elevades i una d'elles és inferior als 250 km/h i de 18 corbes de les quals n'hi ha més de ràpides que de lentes.

- **Gilles Villeneuve**, Canadà. Canadà ens presenta un circuit no dels més ràpids del campionat ja que és l'onzè circuit amb la velocitat mitjana més elevada; aquesta velocitat és de 195,40 km/h. El traçat de Gilles està compost per cinc rectes de les quals només n'hi ha una que estigui als 250 km/h i un total de 14 corbes de les quals n'hi ha més de lentes que de ràpides, raó per la qual el circuit del Canadà no és un dels circuits més ràpids.

- **Magyar Nagydíj**, Hongria. Té una velocitat mitjana de 194,70 km/h fet que fa que sigui el dotzè circuit més ràpid del campionat. Amb un total de dotze rectes, vuit de les quals se'n sap la velocitat, n'hi ha quatre amb una velocitat inferior als 250 km/h, una amb una velocitat inferior als 200 km/h i només una superior als 300 km/h. Pel que fa a les corbes, consta d'un total de dotze corbes on la majoria són lentes, raó de més perquè aquest circuit no sigui tan ràpid com els altres.

- **Yas Marina**, Abu Dhabi. Presenta una velocitat mitjana de 190,96 km/h convertint-lo en el setè circuit amb una velocitat més baixa. Aquest traçat consta de 21 corbes, fet que fa que sigui el segon circuit amb més corbes, de les quals la majoria, concretament, quinze són lentes; té set rectes en el seu traçat de les quals quatre tenen velocitats superiors als 250 km/h i fins i tot en algun sector d'aquestes s'arriben a assolir els 300 km/h i ,fins i tot, els 312 km/h.

- **Buddh**, Índia. A l'Índia tenen el sisè circuit més lent del campionat, amb una velocitat de 189,58 Km/h. Aquest circuit consta de 16 corbes la majoria d'aquestes lentes i d'un total de nou rectes de les quals la recta principal va des d'una velocitat de 250 km/h al començament fins als 322 km/h al final.

- **Gulf**, Air Bahrain. Aquest traçat té una velocitat mitjana de 189,20 km/h fet que el converteix en el cinquè circuit amb la velocitat més baixa del Mundial. Consta en el seu traçat de quinze corbes de les quals n'hi ha, concretament, vuit de ràpides i set de lentes fent que hi hagi una corba de diferència entre les corbes ràpides i les lentes; té un total de set rectes de les quals cinc en coneixem les velocitats. D'aquestes cinc, tres tenen una velocitat superior als 300 km/h i la resta, una velocitat que oscil·la entre els 285 km/h i els 250 km/h.

- **Montmeló**, Catalunya. Catalunya ens ofereix un circuit amb una velocitat mitjana de 184,74 km/h que el col·loca en el quart circuit més lent del campionat. Montmeló consta d'un total de setze corbes de les quals la meitat són lentes i la meitat són ràpides i de sis rectes de les quals dos són per sota dels 250 km/h, tres per sobre d'aquests i la recta principal té una velocitat superior als 300 km/h.

- **Shangai**, Xina. La seva velocitat mitjana és de 171,05 km/h, amb una diferència remarcable respecte al circuit de Montmeló, convertint el circuit amb el tercer traçat més lent. Shangai està format per setze corbes de les quals la majoria són lentes i un total de vuit rectes de les quals només coneixem les velocitats de quatre. D'aquestes quatre rectes es pot dir que n'hi ha dues d'inferior als 300 km/h, una inferior a aquesta velocitat i l'última recta està fragmentada entre el començament que consta d'una velocitat de 250 km/h i el final, amb una velocitat superior als 320 km/h.

- **Montecarlo**, Mònaco. El traçat de Mònaco és el segon amb la velocitat mitjana més lenta, de 167 km/h, tot i que un dels circuits preferits pels pilots ja que guanyar en Mònaco és tot un repte per a ells. Aquest desitjat traçat consta de dinou corbes de les quals hi ha una majoria de corbes lentes, concretament, onze dintre de les quals n'hi ha sis que estan per sota dels 100 km/h i un total de sis rectes de les quals quatre es coneix la seva velocitat i aquestes estan per sota dels 300 km/h i dues d'elles per sota dels 250 km/h. La raó principal que sigui un circuit lent és per realitzar-se, primerament, en asfalt de carretera convencional i segonament, per la majoria de corbes de baixa velocitat.

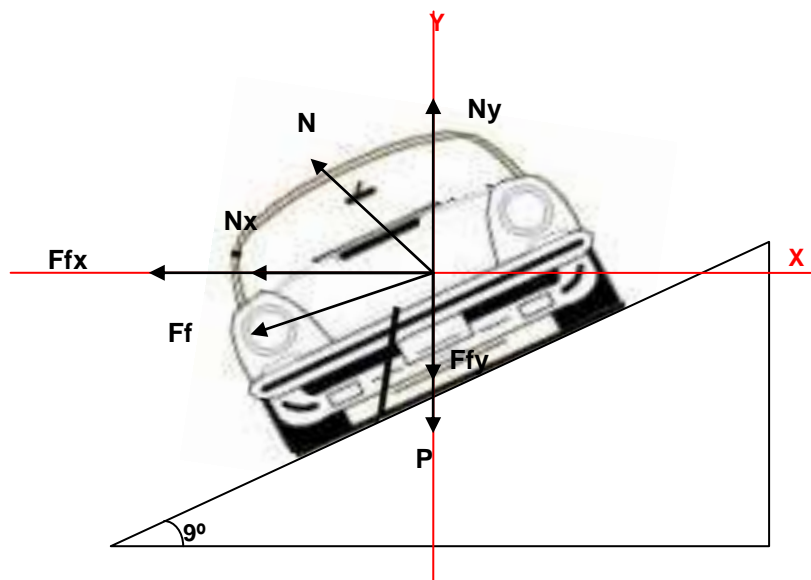
- **Maria Bay**, Singapore: aquest és l'últim traçat en la classificació, per tant, és el circuit amb una velocitat mitjana més lenta, de 157,14 km/h. Aquets fet pot estar ocasionat per moltes raons, una de les quals són les vint-i-tres corbes que presenta, ja que és el circuit amb més corbes del campionat. D'aquestes vint-i-tres corbes, n'hi ha una majoria notable de lentes i una minoria de ràpides, concretament, disset lentes i sis ràpides. Tot i que en el seu traçat consta de dinou rectes de les quals només es coneix la velocitat de quatre. D'aquestes quatre, la seva velocitat és inferior als 300km/h i en una d'elles, inferior als 240 km/h.

5.5 COMPARACIÓ DEL CIRCUIT AMB CORBES SENSE PERALT I AMB PERALT

Com ja he explicat al començament, tots els càlculs realitzats han estat suposant que la corba no estava peraltada. Però, a continuació, hi ha una comparació entre un circuit amb les corbes sense peraltar i peraltades, amb el peralt màxim permès.

El circuit escollit és el que presenta menys coeficient de fregament de tots, el circuit de Shanghai a la Xina.

Per realitzar els càlculs amb el peralt, he utilitzat una altra fórmula que és la següent:



Les forces que actuen sobre el cotxe són les mateixes que en corbes sense peraltar. Per tant, hi ha un total de 3 forces: la força pes, la força de fregament i la normal. A més a més, hi ha la força resultant o centrípeta.

El sistema de referència pres és respecte la força pes com es pot observar en el dibuix. A partir de l'eix de referència agafat, descompondrem la força de fregament i la força normal respecte aquest eix.

A partir d'això, començarem a realitzar la deducció per tal d'obtenir la fórmula que ens permeti conèixer la velocitat en una corba peraltada.

Eix d'ordenades o eix "y"

$$F_y=0$$

$$F_y: N_y = F_{fy}+P$$

$$F_y: N \cdot \cos\alpha = F_f \cdot \sin\alpha + m \cdot g$$

$$F_y: N \cdot \cos\alpha = N \cdot \mu \cdot \sin\alpha + m \cdot g$$

$$N \cdot \cos\alpha - N \cdot \mu \cdot \sin\alpha = m \cdot g$$

$$N(\cos\alpha - \mu \cdot \sin\alpha) = m \cdot g$$

Eix d'abscisses o eix "x"

$$F_x=0$$

$$F_x: N_x + F_{fx}$$

$$F_x: N \cdot \sin\alpha + F_f \cdot \cos\alpha$$

$$F_x=F_c=m \cdot v^2/R$$

$$N \cdot \sin\alpha + F_f \cdot \cos\alpha = m \cdot v^2/R$$

$$N \cdot \sin\alpha + N \cdot \mu \cdot \cos\alpha = m \cdot v^2/R$$

$$N(\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha) = m \cdot v^2/R$$

5.5.1 EQUACIÓ DE LA VELOCITAT EN CORBES AMB PERALT

$$\frac{\cancel{m} \cdot v^2 / R}{\cancel{m} \cdot g} = \frac{\cancel{N}(\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha)}{\cancel{N}(\cos\alpha - \mu \cdot \sin\alpha)} \longrightarrow \frac{v^2 / R}{g} = \frac{(\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha)}{(\cos\alpha - \mu \cdot \sin\alpha)} \longrightarrow$$

$$\longrightarrow \frac{v^2}{R \cdot g} = \frac{(\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha)}{(\cos\alpha - \mu \cdot \sin\alpha)} \longrightarrow v^2 = \frac{(\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha)}{(\cos\alpha - \mu \cdot \sin\alpha)} * R * g \longrightarrow$$



$$v = \sqrt{\frac{(\sin\alpha + \mu \cdot \cos\alpha)}{(\cos\alpha - \mu \cdot \sin\alpha)} * R * g}$$

Agafant les dues fórmules de la deducció anterior, he pogut arribar a l'equació de la velocitat en corbes peraltades. He realitzat una divisió amb les dues equacions trobades ja que hi havia molts termes que es repetien en ambdós costats i la velocitat només estava present en una. Realitzant aquesta divisió, i amb diferents aïllaments, he aconseguit arribar fins a l'equació desitjada.

A continuació, es mostren els resultats obtinguts en la comparació de les velocitats en les corbes peraltades i les corbes sense peralt del circuit de Shanghai.

5.5.2 COMPARACIÓ DE L'ESTUDI REALITZAT SEGONS SI HI HA PERALT O NO EN EL CIRCUIT DE SHANGAI

XINA									
Nº de corba	1r punt	2n punt	3r punt	Radi plànoI (cm)	Radi real (m)	Circumferència	V (km/h)	V peralt (km/h)	Peralt de la corba
1	(10,11'2)	(11,11'5)	(11'5,11'2)	1,01	164,13	$c: (x-10'75)^2+(y-10'52)^2=1'03$	187	228	<i>nul</i>
2	(11'5,11'2)	(11'7,10'7)	(11'5,10'3)	0,60	97,50	$c: (x-11'1)^2+(y-10'75)^2=0'36$	252	318*	<i>nul</i>
3	(11,10'6)	(10'6,10'6)	(10'7,10'2)	0,44	71,50	$c: (x-11'02)^2+(y-10'49)^2=0'19$	85	100	<i>nul</i>
4	(10'8,10)	(11,7'8)	(11'3,9'8)	0,39	63,38	$c: (x-11'15)^2+(y-10'15)^2=0'15$	116	141	<i>nul</i>
5	(14'2,10'4)	(14'5,10'5)	(14'7,10'4)	0,35	56,88	$c: (x-14'45)^2+(y-10'15)^2=0'12$	110	134	<i>nul</i>
6	(17'3,9'3)	(17'6,9)	(17'4,8'7)	0,32	52,00	$c: (x-17'29)^2+(y-8'99)^2=0'1$	76	89	<i>nul</i>
7	(13,9'3)	(12,8'5)	(12,7'2)	1,68	273,00	$c: (x-13'34)^2+(y-7'85)^2=2'22$	270	318*	<i>nul</i>
8	(12'5,6'4)	(12'7,5'8)	(12'4,5'3)	0,73	118,63	$c: (x-11'98)^2+(y-5'89)^2=0'53$	159	194	<i>nul</i>
9	(9'9,4'2)	(9'6,4'1)	(9'6,3'8)	0,26	42,25	$c: (x-9'82)^2+(y-3'95)^2=0'07$	108	138	<i>nul</i>
10	(9'7,3'4)	(9'8,3'1)	(10'1,3'1)	0,26	42,25	$c: (x-9'95)^2+(y-3'32)^2=0'07$	95	116	<i>nul</i>
11	(16'9,2'8)	(17'2,2'9)	(17'2,3'2)	0,59	95,88	$c: (x-16'63)^2+(y-3'05)^2=0'35$	85	100	<i>nul</i>
12	(17,3'5)	(17'0,4'0)	(17'9,4)	0,24	39,00	$c: (x-17'05)^2+(y-3'75)^2=0'06$	91	111	<i>nul</i>
13	(18'4,3'4)	(18'5,2'6)	(18,1'9)	1,14	185,25	$c: (x-17'39)^2+(y-2'87)^2=1'31$	198	242	<i>nul</i>
14	(2,2'3)	(1'8,2)	(2'1,1'8)	0,24	39,00	$c: (x-2'05)^2+(y-2'05)^2=0'06$	73	86	<i>nul</i>
15	(2'4,2'5)	(2'7,2'6)	(3,2'6)	0,96	156,00	$c: (x-2'85)^2+(y-1'65)^2=0'93$	182	222	<i>nul</i>
16	(6,2'6)	(6'3,2'6)	(6'5,2'9)	0,35	56,88	$c: (x-6'15)^2+(y-2'92)^2=0'12$	68	80	<i>nul</i>
							V Mitjana 171,05	V mitjana 192,99	

*Les dues velocitat calculades en les corbes amb peralt en negreta i cursiva superen la velocitat màxima permesa pels cotxes i per tant, he decidit que aquestes corbes s'agafessin a la màxima velocitat assolida pels vehicles de 318 km/h.

5.5.3 CONCLUSIONS DE LA COMPARACIÓ DEL CIRCUIT DE SHANGAI AMB CORBES SENSE PERALT I AMB PERALT

En la taula de la pàgina anterior es pot observar les velocitats quan la corba no presenta peralt i quan en presenta. A més a més, he calculat si la corba està peraltada o no i en tots els casos surt que les corbes són sense peraltatge. Per tant, puc suposar que l'estudi previ realitzat en el circuit de Shangai ha estat correcte ja que vaig suposar que totes les corbes són sense peraltar.

Amb aquests resultats obtinguts, puc suposar que gairebé totes les corbes dels circuits del campionat de Fórmula 1 estudiats són sense peralt ja que si hi ha una inclinació en la corba que han de realitzar, la velocitat en aquesta augmenta i la seguretat del pilot disminueix. A més a més, si hi ha aquesta inclinació, l'aerodinàmica dels cotxes pateix més de l'habitual. Per això, actualment, s'estan traient els peralts en les corbes. Un exemple seria quan Hermann Tilke va dissenyar el circuit de Corea eliminant l'última corba peraltada.

Com es pot observar, si hi ha el peralt màxim permès en les corbes la velocitat augmenta considerablement fent que tot el circuit sigui més ràpid. La velocitat mitjana del circuit augmenta en un 89% aproximadament.

6. DISSENY D'UN CIRCUIT DE FÓRMULA 1



6.1 PAS A PAS PEL DISSENY D'UN CIRCUIT DE FÓRMULA 1

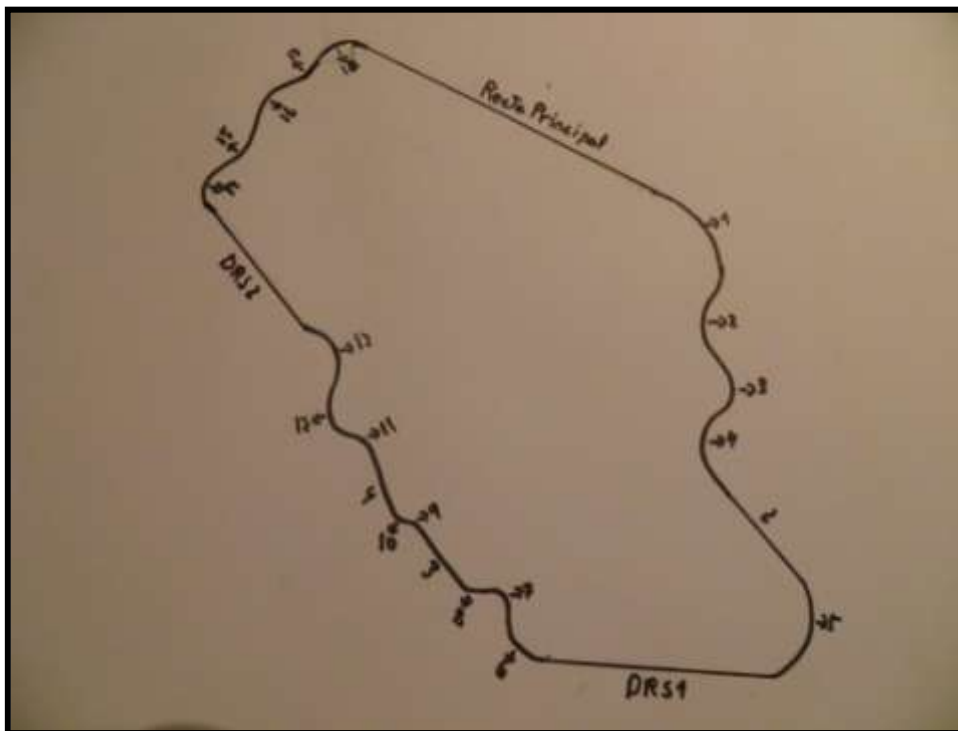
6.1.1 PENSAR I DIBUIXAR EL CIRCUIT

El primer que vaig fer va ser pensar com volia que fos el circuit de Fórmula 1, les seves característiques. Per tant, vaig decidir que volia un circuit que fos ràpid, de velocitats elevades.

Per saber com havien de ser les corbes, per tal que fossin ràpides, vaig mirar l'estudi realitzat per veure quines corbes eren les que tenien una velocitat més elevada. Amb això, vaig arribar a la conclusió que si volia un circuit ràpid, les corbes havien de tenir radis grans, superiors als 50 m.

A més a més, per raons de seguretat, del cotxe i de semblança amb els altres circuits, vaig decidir que les corbes serien totalment planes, és a dir, sense peralt.

Així que amb aquesta informació i seguint el reglament de la FIA respecte a la construcció dels circuits, em vaig posar a dibuixar el circuit en un full D3. (ANNEX 4). El resultat va ser el següent:



NOTA: L'escala del circuit respecte el D3 amb la realitat és de 1cm: 100cm.

6.1.2 ESTUDI DEL CIRCUIT

El següent pas, va ser realitzar un estudi del circuit molt similar el que he realitzat per tots els altres circuits del campionat.

Aquest estudi consta dels següents elements: el número de corbes i de rectes, el radi i el diàmetre de les corbes, la llargada de les rectes, la velocitat assolida en cada corba i en cada recta, l'arc recorregut de les corbes i l'angle de cada corba.

Els càlculs de l'estudi han estat realitzats amb tres coeficients de fregament diferents: el primer és la mitjana dels coeficients de fregament de tots els circuits, el segon és el coeficient de fregament més baix de tots els traçats i el tercer, el coeficient de fregament més alt de tots els circuits.

Seguidament, adjunto la taula d'excel amb tots els coeficients de fregament dels circuits i la seva mitjana. Amb negreta i cursiva, hi ha remarcat els coeficient de fregament més baix i més alt:

CIRCUITS	COEFICIENTS DE FREGAMENT (μ)
Alemanya	2,63
Anglaterra	2,77
Australia	3,51
Brasil	2,25
Bèlgica	3,29
Abu Dhabi	2,96
Air Bahrain	2,23
Canadà	2,14
<i>Itàlia</i>	3,68
Malaysia	2,48
Catalunya	3,06
Hungria	2,83
<i>Xina</i>	1,67
India	2,45
Corea	2,73
Japó	2,61
Monaco	2,13
Estats Units	2,73
Singapore	2,79
	μ Mitja:
	2,68

Per fer els càlculs de la velocitat assolida en les corbes, he utilitzat la mateixa fórmula que en l'estudi realitzat en tots els circuits.

Abans de començar amb les deduccions i les fórmules, introdueixo un petit glossari d'aquest apartat per tal que les abreviatures utilitzades es puguin comprendre:

Acceleració	a
Temps	t
Velocitat	v
Velocitat inicial	v_o
Desplaçament	Δx
Arc Recorregut	s
Radi	R
Angle recorregut	Δφ
Coefficient de Fregament	μ

Un cop fet el glossari, passarem a explicar la deducció matemàtica utilitzada per calcular la velocitat assolida en les rectes:

- Primer de tot, el moviment que realitza el cotxe durant la volta al circuit és un moviment rectilini uniformement accelerat (MRUA).
- El cotxe, quan recorre una recta, accelera fins arribar a la velocitat màxima que pot assolir en aquell tram determinat de recta. L'acceleració del cotxe l'he trobada a partir d'una petita deducció:
 - Un cotxe de Fórmula 1 tarda 4 segons en assolir els 100 km/h o 27'8 m/s.

$$\begin{array}{c}
 \boxed{4 \text{ s} \longrightarrow 27'8 \text{ m/s}} \quad \boxed{a = \frac{v}{t}} \longrightarrow a = \frac{27'8}{4} \\
 \boxed{a = 6'94 \text{ m/s}^2}
 \end{array}$$

- Un cop trobada l'acceleració del cotxe, he buscat la fórmula que em permetés trobar la velocitat en una recta. Això ho he fet a partir de la següent fórmula d'un MRUA:

$$\boxed{v^2 = v_o^2 + 2 * a * \Delta x}$$

- Ja trobada la llargada de les rectes i la seva velocitat corresponent, em posaré a trobar l'arc recorregut de cada corba, que correspon al traçat realitzat de la corba. Per trobar l'arc recorregut, he utilitzat la següent fórmula:
- En aquesta fórmula, hi ha l'angle de la corba que està expressat en radiants i el radi de la corba en metres. Per tant, primerament s'haurà de passar l'angle de graus a radiants:

$$360^\circ = 2\pi \text{ rad}$$

- Un cop he trobat l'equivalència de graus a radiants, obtindrè la fórmula de l'arc recorregut.

$$s = \Delta\varphi * R$$

- Quan tinc la fórmula de l'arc recorregut, substituiré l'angle que està en graus per l'angle en radiants. Per tant, la fórmula queda definida de la següent manera:

$$s = \frac{2\pi * R}{360}$$

- Ja tinc calculades totes les velocitats i tots els trams del circuit. Per tant, ara he de calcular el temps que tarda en realitzar cada tram per tal de saber el temps estimat que es triga en realitzar una volta al circuit. Per conèixer el temps, utilitzaré una altra fórmula del MRUA:

$$\Delta x = v_o * \Delta t + \frac{1}{2} a * \Delta t^2$$

NOTA: Tots els càlculs estan realitzats amb la velocitat calculada a través del coeficient de fregament mitjà de tots els circuits.

A continuació, introdueixo l'estudi del circuit que estarà dividit en dues taules: en la primera hi consten les corbes i en la segona, les rectes amb les seves corresponents especificacions tant en les corbes com en les rectes.

CIRCUIT AIGUA BLAVA											
Nº de corba	Radi de la corba (cm)	Radi real (m)	Diàmetre (cm)	Diàmetre (m)	Velocitat (km/h)	Velocitat (km/h)	Velocitat (km/h)	Arc recoregut	Angle	Angle radiants	Temps
1	2,5	250	5	500	292	230	318	480	110	1,92	4,89
2	1,3	130	2,6	260	210	166	247	204,1	90	1,57	2,97
3	1	100	2	200	185	146	216	201	115	2,01	3,21
4	1,25	125	2,5	250	206	163	242	333,75	130	2,67	4,57
5	1,6	160	3,2	320	233	184	273	321,6	115	2,01	4,08
6	1,3	130	2,6	260	210	166	247	204,1	90	1,57	2,97
7	0,5	50	1	100	130	103	153	91,5	105	1,83	2,11
8	0,5	50	1	100	130	103	153	78,5	90	1,57	1,85
9	0,5	50	1	100	130	103	153	56,5	65	1,13	1,38
10	0,25	25	0,5	50	92	73	108	39,25	90	1,57	1,05
11	0,35	35	0,7	70	109	86	128	54,95	90	1,57	1,54
12	0,75	75	1,5	150	160	126	187	168,75	129	2,25	3,07
13	1,45	145	2,9	290	223	175	260	255,2	101	1,76	3,45
14	1	100	2	200	185	146	216	136	78	1,36	2,29
15	2	200	4	400	261	206	306	210	60	1,05	2,58
16	1,4	140	2,8	280	218	172	256	158,2	65	1,13	2,31
17	1,5	150	3	300	226	178	265	52,5	20	0,35	0,8
18	1,5	150	3	300	226	178	265	130,5	50	0,87	1,88
					V Mitjana	V Mitjana	V Mitjana	Total metres			Temps volta
					212,46	180,25	239,21	5.921,40			91,06 s
					muu	Muu	muu				1:517:667
					2,68	1,67	3,68				

CIRCUIT AIGUA BLAVA							
Nº de recta	Llargada recta(cm)	Llargada recta(m)	Velocitat(km/h)	Velocitat(km/h)	Velocitat(km/h)	Velocitat(km/h)	Temps
1	10,4	1040	318	318	318	1040	17,31
2	3	300	311	284	318	300	3,84
Zona DRS 1	6	600	318	318	318	600	7,28
3	1,5	150	210	194	225	150	3,18
4	1,7	170	198	190	251	170	4,226
Zona DRS 2	4,85	485	318	318	318	485	8,24
		Total metres	V Mitjana	V Mitjana	V Mitjana		Temps volta
		5.921,40	212,46	180,25	239,21		91'06 s 1:36:06

El circuit que he dissenyat està format per divuit corbes i sis rectes:

- De les divuit corbes, deu són cap a la dreta i la resta, vuit, cap a l'esquerra.

Seguint el mateix criteri de velocitats que he utilitzat per l'estudi de tots els circuits, diré que hi ha, segons el coeficient de fregament mitjà dels circuits, tretze corbes ràpides, és a dir, per sobre dels 150 km/h i cinc corbes lentes, per sota dels 150 km/h.

- La velocitat mitjana del circuit és força elevada, de 212,46 km/h segons el coeficient de fregament mitjà dels circuits. Si comparem la velocitat mitjana del meu circuit amb la dels altres circuits del campionat, es pot establir que és el tercer circuit més ràpid, per sota del d'Itàlia i d'Anglaterra. Per tant, amb aquest resultat, puc afirmar que he aconseguit l'objectiu d'obtenir un circuit ràpid.

6.1.3 MAQUETACIÓ DEL CIRCUIT

Per tal que el disseny del circuit es pogués apreciar bé, he realitzat una maqueta d'aquest. La maqueta està realitzada a escala 1cm:25cm i la seva dimensió total és d'una fusta de 1'40m x 1'20 m.

La maqueta consta de diferents parts:

- En primer lloc i com a part central, hi ha el traçat del circuit.
- Al voltant de cada corba del circuit, hi ha els corresponents pianos.
- També és pot observar una carretera que va paral·lela a la recta principal que fa referència al pit lane.
- Com a complements, hi ha els boxes davant del pit lane, dues grades i un llac dibuixat al mig.

Tots els elements del circuit estan realitzats amb fusta ja que em va semblar el material més adient per treballar.

Primerament, vaig dedicar-me a fer el circuit ja que era l'element primordial i el central. Per fer aquest, el que vaig fer va ser agafar un taulell de 7 mm de gruix i dibuixar-lo a escala al seu damunt. Un cop el vaig tenir dibuixat, vaig tallar-lo resseguint el seu contorn amb una caladora per tal que quedés amb una sola peça.



Un cop el vaig tenir tot tallat, el vaig llimar perquè quedés llis i així, després, poder pintar-lo sense problemes. Tot seguit, el vaig pintar amb color negre per tal que representés la pista.



A continuació, el que vaig fer va ser dibuixar els pianos amb els talls de fusta que m'havien sobrat del traçat.

Per fer aquests pianos, vaig haver de mirar que em quadressin amb el voltant del traçat tant per l'exterior com per l'interior per després poder enganxar-los.



Quan ja vaig tenir això fet, vaig pintar els pianos amb ratlles vermelles i blanques per ser el més semblants possibles als reals.

Un cop vaig tenir el traçat i els pianos ja pintats i encaixats, em vaig disposar a realitzar el pit lane. Primer, el vaig dibuixar en full de calcar al voltant del circuit per tal que encaixés perfectament amb el traçat i després el vaig calcar a la mateixa fusta amb la que vaig fer el traçat de tal manera que no tingués la sortida per un lloc de poca visibilitat, perillós per als pilots. Per tant, vaig decidir col·locar el pit lane en l'entrada de la recta de DRS 2 i la sortida, després de la recta principal, al començament de la primera corba.



El pit lane també està pintat de color negre com el traçat per tal que es vegi que és pista.

Després de fer el traçat i els pianos, em vaig posar a fer els diferents complements.



Primer, vaig fer les dues grades amb fullola i amb la mateixa fusta que el traçat. El que vaig fer va ser tallar amb la fusta de la pista, els dos costats de les grades per tal que tinguessin un bon suport. Aquests costats, els he tallats en forma d'escala de tal manera que les grades tinguin una profunditat de 18'5 cm en la maqueta, que en la realitat serien 4'63 m.

La grada del nord-oest té una llargada de 30 cm, és a dir, 7'5 m en la realitat. Està formada per seients de 2 cm, 0'5 m, de profunditat i de 3 cm d'alçada, 0'75 m excepte l'últim seient que té una alçada major ja que es on hi ha el nom del circuit.

La grada del sud-oest té una llargada de 20 cm, és a dir, 5 m en la realitat. Està composta per la mateixa tipologia de seient que els de la grada de l'exterior.

En el circuit hi ha dues grades: una al sud-oest, davant de les corbes 6, 7, 8, 9 i 10 que té un total de 5 fileres de seients i una al nord-oest, davant de l'últim ziga-zaga del circuit, que és de 8 fileres.



Un cop vaig tenir tallats els dos costats de la grada el que vaig fer va ser tallar un tall de fusta de 28 cm de llargada per posar-la entremig dels dos costats, subjectats amb sergents, per tal que s'aguantessin els costats i així poder anar muntant els seients de les grades. Per muntar els seients, vaig anar

enganxant les tires de fullola amb cola blanca als diferents graons que em marcaven les dues bandes. Això sí, abans de muntar les grades, vaig pintar els costats de color gris i les fileres dels seients fets amb fullola estan pintats de color blau o taronja o negre; de ratlles de diferents colors o vermells, els respatlles.



Quan vaig tenir muntades les grades, el que vaig fer va ser posar dos talls de fusta al darrera de les grades per tal que fossin més segures i s'aguantessin millor. Aquests dos talls de fusta els he enganxats amb grapes i els he pintats de color gris.

Després de tenir les grades muntades, em vaig dedicar a muntar els boxes amb fullola. Els boxes tenen una llargada total de 55 cm, és a dir, 13,75 m en la realitat. Cada un dels boxes té una amplada de 4'5 cm, 1,13 m, i una profunditat de 5 cm, 1'25 m. Hi ha tants boxes com escuderies hi ha al campionat, és a dir, 11 boxes.



Per construir els boxes, vaig tallar dos talls de fullola de 5 cm x 55 cm per tal que em servissin de sostre i de cul i 12 fulloles més, de 5 cm x 5 cm perquè em servissin de parets de cada boxes. Un cop ho vaig tenir tallat, el que vaig fer va ser pintar-ho: per la part de fora, ho he pintat de color blanc i les parets de l'interior, amb línies dels colors de cada escuderia. A més a més, a cada boxe de cada escuderia hi ha el corresponent logotip.

Quan vaig tenir els diferents talls pintats, em vaig ficar a muntar-ho. Primer, vaig muntar l'estructura, és a dir, les dues fulloles de 5 cm x 55 cm i dues fulloles de 5 cm x 5 cm amb cola blanca i amb l'ajuda de sergents per tal que s'encolés correctament. Un cop l'estructura va estar encolada i seca, vaig començar a encolar una per una, les parets interiors dels boxes amb cola blanca.



Quan això va estar sec, vaig col·locar el circuit amb els seus pianos per tal de mirar on posar cada cosa perquè m'hi cabés tot. Després, quan ja ho vaig tenir col·locat, vaig col·locar els altres elements, és a dir, les grades, el pit lane i els boxes i vaig resseguir el seu contorn.



Després de tenir tots els elements posats i amb els contorns resseguits, em vaig adonar que en el mig del circuit hi faltava alguna cosa ja que es veia molt pobre.

Per tant, pensant amb la tipologia dels altres circuits, se'm va ocórrer que hi podia dibuixar un llac amb diferents camins per tal que des del circuit es pogués accedir al llac i al revés. Un cop vaig tenir la idea pensada, vaig treure tots els components de la maqueta per tal de poder pintar la fusta de sota.

Així que vaig pintar la part del boxes de color gris per tal que simulés l'entrada de carretera diferent del traçat als boxes i la resta del tauler, el vaig pintar de color verd per simular l'herba que hi ha al voltant d'alguns circuits per tal que els espectadors que vulguin veure el gran premi i que no es puguin permetre preus molt elevats el poguessin gaudir des d'allà. Per acabar, vaig dibuixar el llac al mig del circuit i el vaig pintar de color blau amb pedretes que l'envoltaven.

Un cop pintada la fusta, vaig encolar amb cola blanca tots els diferents elements. Primer, el traçat, després els pianos i finalment, el pit lane. Quan vaig tenir tot això enganxat, vaig encolar la resta d'elements, és a dir, els boxes, les grades i altres elements decoratius.

Aquests és el resultat del circuit que he dissenyat:



6.1.4 ASPECTES TÈCNICS DEL CIRCUIT

Aquest circuit consta de divuit corbes i sis rectes com ja he dit, anteriorment. D'aquestes sis rectes, dues són zones de DRS per tal de facilitar els avançaments durant la cursa.

El circuit està dissenyat per tal que el seu traçat sigui ràpid i segur. Les seves corbes són amb radis grans, fet que provoca que les velocitats assolides en aquestes siguin elevades. Consta de rectes llargues i ràpides, rectes on en tres d'aquestes s'arriba a la velocitat màxima permesa pels cotxes i en només una es baixa dels 200 km/h.

Aquestes característiques fan d'aquest circuit un traçat ràpid i, si el comparem amb els circuits de Fórmula 1 utilitzats en la competició, és el tercer circuit més ràpid per sobre del qual només hi ha Monza i Silverstone.

Pel que fa a la longitud del traçat, la seva llargada és de 5.921'4 m. Per tant, no és ni dels més llargs ni dels més curts, està en un entremig, ja que segons la normativa, els circuits de Fórmula 1 han de fer entre 3 km, com a mínim, i 7 km, com a màxim.

Si es mira els circuits del campionat del 2013, es pot establir que està entre mig, tot i que tira cap a llarg més que cap a curt.

La distància recorreguda total en la cursa serà de 301.971 km i una durada aproximada d'una hora i mitja. Per tant, el traçat dissenyat serà factible ja que per normativa, com a màxim, permet recórrer 307 km en dues hores.

Segons aquesta normativa, estipularé que es recorreran un total de 51 voltes per tal que el circuit compleixi les regles de la FIA.

El temps que tardarà un cotxe en realitzar una volta ràpida al circuit és d'un minut i cinquanta-dos segons aproximadament.

El pit lane està situat paral·lelament a la recta principal, separat amb xarxa de 16 cm, és a dir, de 4 m d'alçada en la realitat. Els boxes estan situats davant d'aquest per tal que els cotxes puguin fer els pit stops. A més a més, la sortida

del pit lane està situada en un lloc on no interfereix en la carrera i amb visibilitat.

El circuit dissenyat ha estat plantejat segons les normatives ja estipulades de la FIA per tal que fos el més real possible.

6.1.5 ELEMENTS DEL CIRCUIT

6.1.5.1 LES CORBES

- Les primeres quatre corbes formen una zona de ziga-zaga d'elevada velocitat anomenat "*onada*" ja que les quatre corbes juntes formen el dibuix d'una ona del mar:
- La primera corba està situada a 250 m de la línia de sortida. Aquesta primera corba s'anomena "*revolt total*" ja que el seu radi és molt elevat, igual que el seu angle, fent que la corba tingui un arc recorregut molt elevat.
- La segona corba s'anomena "*ce*" ja que la seva orientació i el seu angle fan que formi la lletra C.
- La tercera corba no té nom ja que forma part del ziga-zaga *onada* i no té cap tret característic.
- La quarta corba és la que dóna lloc a la segona recta i és l'última corba del primer ziga-zaga.
- La cinquena corba és la que ajunta la segona recta amb la primera zona de DRS.
- Les tres corbes següents enllacen la primera zona de DRS amb la tercera recta. Aquestes tres corbes són corbes de baixa velocitat i això fa que s'entri a la recta amb una velocitat baixa.
- Les dues corbes següents enllacen la tercera recta amb la quarta fent una zona de velocitats lentes.
- Les tres properes ajunten la quarta recta amb la segona zona de DRS, creant una altra zona ziga-zaga de velocitats no massa ràpides.
- Les últimes corbes formen una última zona de ziga-zaga en forma de serp i, per tant, aquesta zona l'anomenaré "*ziga-zaga serp*"; enllacen la segona zona de DRS amb la recta principal.

6.1.5.2 RECTES

El circuit està format per sis rectes:

- La recta principal és la més llarga, amb un total de 1'04 km tenint la primera corba a 250 m de la línia de sortida.
- Té dues rectes amb zona de DRS per facilitar els avançaments i fer el circuit més ràpid i dinàmic.
- Les altres tres rectes estan dissenyades per tal d'afavorir els avançaments i la diversitat en el traçat.

Per tant, aquest és el disseny del circuit: un circuit amb possibilitats d'avançament per tal que els pilots s'entretinguin i gaudeixin amb el traçat.

7. CONCLUSIONS

L'estudi general dels circuits l'he realitzat per tal de conèixer les característiques de cadascun i així poder saber quan s'assoleixen les velocitats més elevades i quan no, per després poder dissenyar el meu circuit.

A través d'aquest estudi, he determinat que les velocitats més elevades s'assoleixen en radis superiors als 50 m. ja que la corba en aquest radi és més oberta i, per tant, els cotxes no han de realitzar una frenada molt elevada per agafar-la a una velocitat que els permeti no sortir de la corba i així poder realitzar-la a una velocitat considerable.

També he conegut les característiques generals dels circuits i els criteris estipulats per la seva construcció. A través dels quals, posteriorment, em permetran dissenyar un circuit que compleixi les normes de la FIA i sigui fiable per als corredors i les escuderies.

Amb la comparació d'un circuit amb les corbes sense peraltar i amb les corbes peraltades, he pogut conèixer que amb un peralt en la corba, la velocitat augmenta considerablement gràcies a la inclinació d'aquesta. Aquesta aportació, per una banda, m'ha permès determinar que l'estudi realitzat en els circuits és correcte ja que actualment gairebé cap o cap circuit del campionat presenta corbes amb peralt. Per altra banda, quan he sabuts que els altres circuits del campionat ja no tenen en el seu traçat corbes peraltades, no m'aporta massa saber que amb un peralt la velocitat augmenta ja que els altres circuits no presenten aquesta modificació per problemes de seguretat i en el cotxe. Per tant, no ho aplicaré en el següent objectiu, tot i que els criteris de construcció d'un circuit de Fórmula 1 et permeten peraltar les corbes.

A l'hora de realitzar el circuit, he aconseguit l'objectiu plantejat ja que he dissenyat un circuit de velocitats elevades. A més a més, finalment, he aconseguit representar el circuit en una maqueta, fet que m'ha proporcionat una millor visió del traçat i dels seus elements.

Com a conclusió final, m'agradaria fer constar que els objectius plantejats des d'un començament, s'han pogut dur a terme. No cal dir que he passat moments dificultosos com, per exemple, quan no trobava cap programa informàtic que em permetés plasmar el meu circuit, tot i haver consultat amb gent entesa en el tema; o quan vaig tenir dificultats a l'hora de poder calcular alguns aspectes de l'estudi dels circuits. Però, aquests moments difícils també han tingut la seva recompensa quan he vist que tot el que m'havia proposat a l'hora de realitzar el treball ho he pogut dur a terme.

8. FONTS D'INFORMACIÓ

- ATIPLS, Paul. Física. Reverté, SA.
- DDAA. Historia de la fórmula 1: pasado y presente de la máxima competición. Barcelona: Océano Ámbar, 2007 [Consulta: 5 octubre 2013]
- SERRA, Salvador [et al.]. Física 1 Batxillerat. Madrid: Mc Graw Hill, 2008.
- SERRA, Salvador [et al.]. Física 2 Batxillerat. Madrid: Mc Graw Hill, 2009.
- <http://www.laxarxa.com/noticia/una-muntanya-russa-que-accelera-mes-rapid-que-un-formula-1> [Consulta: 11 novembre 2013]
- <http://formula1.autobild.es/grandes-premios/> [Consulta: 14 juliol 2013]
- <http://www.formulaf1.es/> [Consulta: 25 agost 2013]
- <http://www.sepangcircuit.com/story/sepang-circuits-sepang-circuit-artistic-arch> [Consulta: 2 setembre 2013]
- <http://www.bahraingp.com/Pages/default.aspx> [Consulta: 5 novembre 2013]
- <http://www.marca.com/> [Consulta: 17 agost 2013]
- <http://www.formulaf1.es/2983/vocabulario-y-jerga-de-la-formula-1/> [Consulta: 5 gener 2014]
- <http://www.formula1.com> [Consulta: 2 gener 2014]
- [http://argent.fia.com/web/fiapublic.nsf/035E7BF2DE8E684CC12573290033747B/\\$FILE/07F1_TECHNICAL_REGULATIONS.pdf?Openelement](http://argent.fia.com/web/fiapublic.nsf/035E7BF2DE8E684CC12573290033747B/$FILE/07F1_TECHNICAL_REGULATIONS.pdf?Openelement) [Consulta: 18 juliol 2013]
- <http://formulauno-auto.blogspot.com.es/p/regulaciones-de-la-fia-para-la-f1.html> [Consulta: 27 agost 2013]